

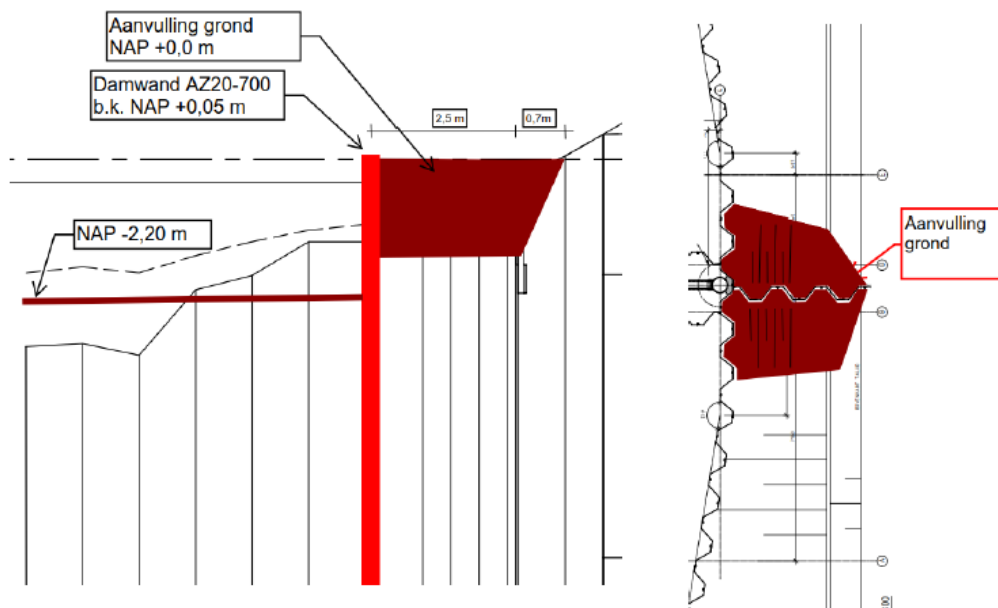
## Notitie

Onderwerp: Stabiliteit kade HDSR t.g.v. waterkwaliteitsscherm  
 Projectnummer: 369671  
 Referentienummer: SWNL0270048  
 Datum: 11-12-2020

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

In een eerdere opdracht heeft Sweco Nederland B.V. voor Waternet het voorlopig ontwerp, definitief ontwerp en het bestek voor het Waterkwaliteitsscherm in de Geer opgesteld. Naar aanleiding van een review van het ontwerp door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) is de vraag gekomen om een alternatief ontwerp voor de aansluiting van de constructie in hun kering te maken. Na een variantenstudie is gekozen voor een aanvulling met grond tegen de damwand haaks op de kering, zodat de haakse damwand niet tot in de kering geplaatst hoeft te worden om achterloopsheid te voorkomen [1]. In deze notitie wordt de invloed van deze variant op de stabiliteit van de kering van HDSR beschouwd.



Figuur 1-1: Schetsontwerp aansluiting constructie met kering HDSR [1], dwarsdoorsnede (links) en bovenaanzicht (rechts)

### 1.2 Doel

Vanuit HDSR is de bestaande D-Geo Stability stabiliteitsberekening van hun kering, die aan het waterkwaliteitsscherm grenst, aangeleverd. Hiermee worden het volgende onderzocht:

- Stabiliteit buitenwaarts nieuwe eindsituatie
- Stabiliteit tijdens uitvoering, afleiden toelaatbare wateroverspanningen ten gevolge van inbrengen damwanden

## 2 Uitgangspunten

Er wordt gebruik gemaakt van de bestaande stabiliteitsberekening van HDSR. Deze is opgebouwd conform het Uitgangspuntendocument Kadeverbetering Heinoomsvaartkade [2], welke is bijgevoegd in Bijlage 1. Vakspecifieke uitgangspunten zijn opgenomen in de Ontwerpnota [3]. De uitgangspunten die relevant zijn voor het doel van deze notitie worden in dit hoofdstuk aangehaald en/of uitgebreid.

### 2.1 Veiligheidsfilosofie

De kade van HDSR is een IPO klasse II kade, met een overschrijdingsfrequentie van 1:30 per jaar. Hier hoort een schadefactor bij van 0,85 voor de binnenwaartse stabiliteit. Voor de uitvoeringssituatie wordt getoetst aan een schadefactor van  $(0,85-0,1) = 0,75$  [2].

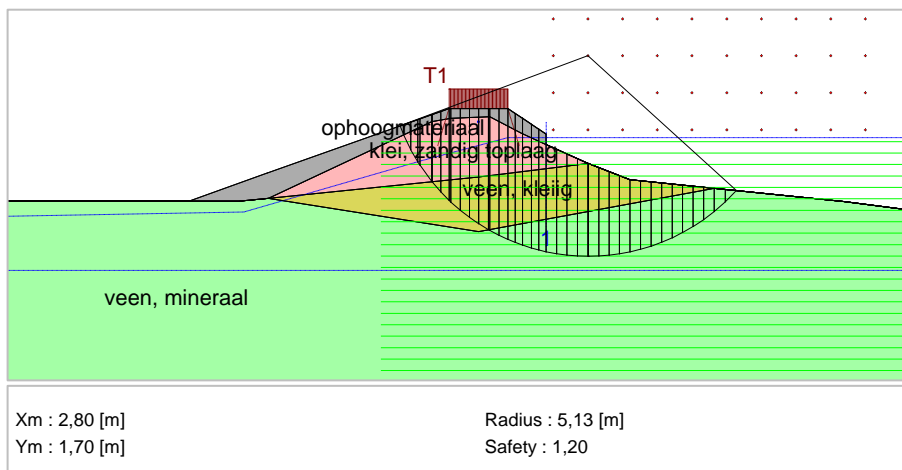
De schematiseringsfactor die voor de betreffende kering is afgeleid bedraagt 1,09 [3]. Dit resulteert in de volgende vereiste veiligheidsfactoren:

- Veiligheidsfactor eindsituatie:  $0,85 * 1,09 = 0,93$
- Veiligheidsfactor uitvoeringssituatie:  $0,75 * 1,09 = 0,82$

Voor de buitenwaartse stabiliteit worden dezelfde veiligheidsfactoren aangehouden, in navolging van de Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen (LTVRW) [4].

### 2.2 Huidige situatie

In 2018 is de kering versterkt met een grondaanvulling op kruin en binnentalud en het plaatsen van een 3 m lange beschoeiing aan de buitenzijde. De huidige stabiliteitsfactor buitenwaarts bedraagt 1,20. Dit is ruim meer dan de vereiste 0,93.



Figuur 2-1: Stabiliteit huidige situatie kering HDSR

### 2.3 Hydraulische randvoorwaarden

Het streefpeil in de boezem bedraagt NAP -0,40 m. Het laagste boezempeil is gelijk gesteld aan streefpeil [2]. De stijghoogte in de zandlaag ligt op NAP -3,8 m. De waterspanningen verlopen hydrostatisch in het dijklichaam, over de deklaag van veen en klei wordt geïnterpoleerd [2].

**2.4 Verkeersbelasting**

Bij de groene kade wordt rekening gehouden met een bovenbelasting van 5 kN/m<sup>2</sup> over een breedte van 1,5 m. De aanpassingspercentages ten gevolge van de bovenbelasting bedragen 100% in zand en 30% voor samendrukbare lagen [2].

**2.5 Afleiden toelaatbare wateroverspanning**

Om de toelaatbare wateroverspanning af te leiden wordt berekend bij welke wateroverspanning de stabiliteit van het glijvlak nog net voldoet aan de veiligheidsfactor die tijdens de uitvoering vereist wordt.

In D-Geo Stability kunnen alleen wateroverspanningen ten gevolge van een bovenbelasting of grondaanvulling worden ingevoerd. Dit is niet goed bruikbaar voor het verhogen van de waterspanningen langs het hele glijvlak. Voor een toename van de waterspanningen in het gebied van het glijvlak wordt daarom kunstmatig de stijghoogte verhoogd (en daarmee de waterspanningen in de deklaag) tot het niveau waarbij het glijvlak nog net voldoet aan de vereiste factor. De waterspanningen die dan in de ondergrond heersen zijn het maximaal toelaatbare.

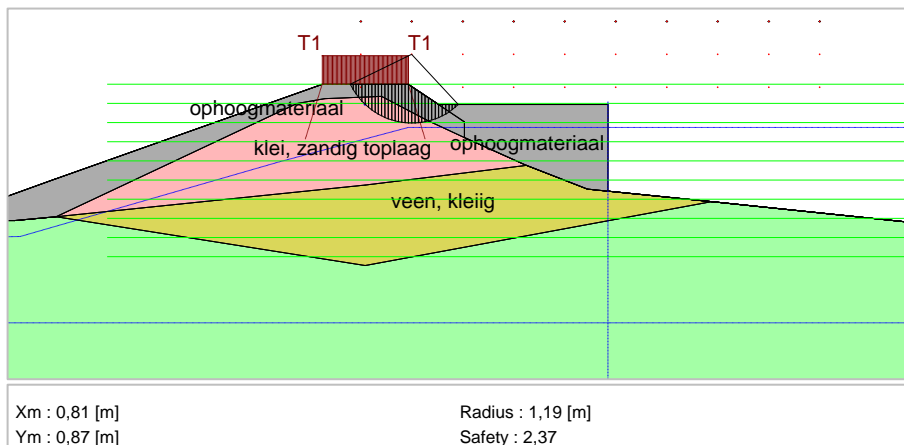
**3 Resultaten**

**3.1 Stabiliteit eindsituatie**

In de eindsituatie staat parallel aan de kering een damwand van de constructie van het waterkwaliteitsscherm. De ruimte tussen de damwand en de kering/huidige beschoeiing wordt aangevuld met grond. De damwand is net als de beschoeiing gemodelleerd als *forbiddende lijn* in D-Geo Stability. De damwand staat in de zandlaag.

Door de beschoeiing zijn kleine glijvlakken niet mogelijk en kan alleen een glijcirkel onder de damwand door optreden. De stabiliteitsfactor hiervan is dusdanig hoog dat D-Geo Stability het niet kan uitrekenen.

In het geval dat de beschoeiing zijn functie niet kan blijven vervullen, kan vanaf de kruin een klein glijvlak optreden. Deze heeft echter een berekende stabiliteitsfactor van 2,37 en voldoet daarmee ruim aan de vereiste veiligheidsfactor van 0,93. Hiermee wordt geconcludeerd dat het ontwerp geen negatief effect heeft voor de buitenwaartse stabiliteit van de kering van HDSR.



Figuur 3-1: Stabiliteit eindsituatie ontwerp kering HDSR

### 3.2 Uitvoeringsstabiliteit en toelaatbare wateroverspanning

#### Signaalwaarde en grenswaarde

Naar verwachting zullen eerst de damwanden worden geplaatst, waarna de grondophoging hier tegen aan wordt geplaatst. Indien eerst de ophoging wordt geplaatst, kan juist het profiel buiten de ophoging nog kwetsbaar zijn voor wateroverspanningen ten gevolge van het inbrengen van de damwanden. Voor de uitvoeringsstabiliteit ten gevolge van het inbrengen van de damwanden is daarom gekeken na de huidige situatie van de kering.

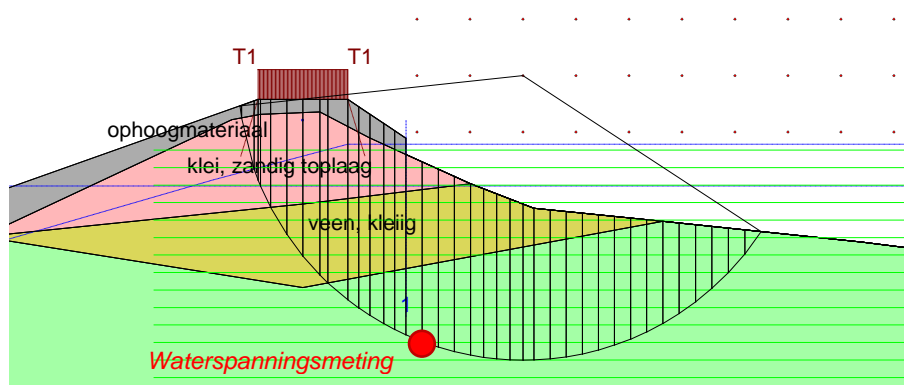
Bij een verhoging van de stijghoogtelijn tot NAP -1,10 m wordt nog net voldaan aan de vereiste stabiliteit van 0,82. De glijcirkel gaat onder de huidige beschoeiing door. Net onder de beschoeiing zijn de waterspanningen toegenomen van 25,7 kN/m<sup>2</sup> tot 32,0 kN/m<sup>2</sup>, oftewel met 6,3 kN/m<sup>2</sup>. Dit is de grenswaarde voor de toelaatbare wateroverspanning.

Een waterspanningsmeter kan hierbij geplaatst worden op 2 m uit het midden van de kruin op een diepte van NAP -3,6 m. De waterspanningsmeter wordt hiermee in het potentiële glijvlak geplaatst, aan de boezemzijde van de beschoeiing waar de werkzaamheden met de damwand zullen plaatsvinden. De waterspanningen mogen tijdens en ten gevolge van het inbrengen van de damwand nooit meer toenemen dan 6,3 kN/m<sup>2</sup>. De signaalwaarde waarbij het werk moet worden stilgelegd wordt op 70% van deze waarde gesteld, oftewel een wateroverspanning van 4,4 kN/m<sup>2</sup>.

Ten gevolge van de grondaanvulling kunnen extra wateroverspanningen ontstaan. Zodra de damwanden geplaatst zijn kan dit echter niet meer leiden tot een schadelijk glijvlak.

#### Monitoring

Voorafgaand aan de uitvoering dienen de waterspanningen onder dagelijkse omstandigheden gemeten te worden. Hiertoe dient de waterspanningsmeter minimaal 2 weken voor de uitvoering geplaatst te worden om een betrouwbare basiswaarde te verkrijgen. De monitoring moet bestaan uit continue monitoring. Er dient een alarm (bijvoorbeeld per sms) te worden ingesteld die bij overschrijding van de grenswaarde van de waterspanningen de geotechnisch adviseur inschakelt. Vervolgen van de werkzaamheden vindt plaats op aangeven van de geotechnisch adviseur.



Figuur 3-2: Beoogde locatie waterspanningsmeter (rood)

## 4 Conclusie

In deze notitie is de eindstabiliteit en de stabiliteit tijdens de uitvoering beschouwd van de kering van HDSR ter hoogte van het waterkwaliteitsscherm. De grondaanvulling op het buitentalud in combinatie met de damwand in lengterichting van de kering heeft geen nadelige invloed op de buitenwaartse eindstabiliteit (de stabiliteitsfactor neemt zelfs toe).

Door het inbrengen van de damwanden kunnen wateroverspanningen ontstaan. Tijdens de uitvoering dient een waterspanningsmeter geplaatst te worden op het niveau van de onderkant van de huidige beschoeiing, aan boezemzijde van de beschoeiing. Dit niveau ligt op een diepte van NAP -3,6 m en ligt 2 m uit het midden van de kruin. Bij een wateroverspanning van 4,4 kN/m<sup>2</sup> dient het werk stilgelegd te worden (signaalwaarde). De wateroverspanning op dit punt mag nooit hoger uitkomen dan 6,3 kN/m<sup>2</sup> (grenswaarde).

Voorafgaand aan de uitvoering dienen de waterspanningen onder dagelijkse omstandigheden gemeten te worden, waaruit de signaal- en grenswaarde van de waterspanningen (dagelijkse waterspanning + toelaatbare wateroverspanning) kan worden afgeleid voor tijdens de uitvoering.

## 5 Referenties

- [1] Waterkwaliteitsscherm Geer; Variantenstudie aansluiting damwand op waterkering HDSR, SWNL0267089. Sweco, 9-10-2020.
- [2] Kadeverbetering Heinoomsvaartkade Uitgangspunten. Bureau Bodem, 8 december 2017.
- [3] Kadeverbetering Heinoomsvaartkade Ontwerpnota. Bureau Bodem, 6 februari 2018.
- [4] Leidraad Toetsen op Veiligheid Regionale Waterkeringen. STOWA, 2015.

## Verantwoording

Titel	Stabiliteit kade HDSR t.g.v. waterkwaliteitsscherm
Projectnummer	369671
Referentienummer	SWNL0270048
Revisie	Definitief
Datum	11-12-2020
Auteur	Maurits Kampen
E-mailadres	waterbouw@sweco.nl
Gecontroleerd door	Jana Steenbergen-Kajabová
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Arjen van den Ouden
Paraaf goedgekeurd	

Bijlage 1    Uitgangspunten Heinoomsvaartkade

Kadeverbetering  
Heinoomsvaartkade  
Uitgangspunten



# Kadeverbetering Heinoomsvaartkade Uitgangspunten

Bureau Bodem B.V.  
Tappersweg 8 H  
2031 ET Haarlem  
Postbus 749  
2003 RS Haarlem

023 - 620 0843  
info@bureaubodem.nl  
bureaubodem.nl

Opgesteld i.s.m. D. Smit / J. Grisnich  
Opgesteld door M.C. van der Ros-Vosse (ViaMC)  
Vrijgave L. van Vloten  
Datum 8 december 2017

Opdrachtgever J. den Breejen GWW bv  
Project Kadeverbetering Heinoomsvaartkade  
Projectnummer BB201704

Documentnummer BB201704/01  
Documentdatum 8 december 2017  
Documentstatus Definitief  
Documentversie 3



# Inhoud

1. Het project	4
1.1 Aanleiding en doel	4
1.2 Ligging en begrenzing projectgebied	4
1.3 Beschrijving van het waterstaatwerk (=huidige situatie)	5
2. Algemene randvoorwaarden en uitgangspunten	8
2.1 Normering van betreffende kade	8
2.2 Legger- en toetshoogte kade	8
2.3 Eisen	8
2.4 Hydraulische randvoorwaarden	9
2.5 Belastingen	11
2.6 Muskusratten	11
2.7 Flora en Fauna	12
2.8 NGE	13
2.9 Archeologie	13
2.10 Kabels en leidingen	13
2.11 Bodemverontreiniging	14
3. Geometrische uitgangspunten	15
3.1 Inmetingen	15
3.2 Representatief (maatgevende) dwarsprofielen	15
3.3 Leggerprofielen	19
3.4 Varianten kadeverbetering	22
4. Geotechnische uitgangspunten	23
4.1 Grondonderzoek	23
4.2 Bodemopbouw	24
4.3 Grondparameters	30
4.4 Verschil grondparameters toetsing, proevenverzameling en aanvullend	34
4.5 Ophoogmateriaal	35
4.6 Hoogte (= zettingen)	35
4.7 Stabiliteit binnenwaarts (STBI)	35
4.8 Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	36
Bijlage I Dwarsprofielen	37
Bijlage II Beschikbaar grondonderzoek	38
Bijlage III Aanvullend grondonderzoek	39



## 1. Het project

### 1.1 Aanleiding en doel

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) draagt onder andere zorg voor het op orde brengen en houden van 313 km regionale waterkering in zijn gebied. De waterkeringen moeten uiterlijk in 2020 voldoen aan de geldende norm. Hiervoor heeft HDSR een GrootOnderhoudsPlan (GOP) opgesteld.

In 2012 is een globale toetsing uitgevoerd van een aantal kades, waaronder kade 127: de kade langs de zuidoever van de Heinoomsvaart. Uit deze globale toetsing bleek dat de kade niet voldoet aan de eisen uit de 'Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen'.

Ter voorbereiding op een kadeverbetering is in september 2014 een gedetailleerde toetsing van Heinoomsvaartkade Zuid (127) uitgevoerd.

Uit deze toetsing is gebleken dat de kade, met uitzondering van kadevak F (ter hoogte van de voormalige vuilstort) niet voldoet aan de huidige normen.

Onderdeel van het project Kadeverbetering Heinoomsvaartkade is ook 50 m van de aansluitende Kromme Mijdrechtkade, welke alleen op hoogte niet voldoet.

Onderhavig uitgangspuntendocument is opgesteld ter vastlegging van de (geotechnische) uitgangspunten en randvoorwaarden ten behoeve van ontwerp van de kadeverbetering.

### 1.2 Ligging en begrenzing projectgebied

Het project Kadeverbetering Heinoomsvaartkade-Kromme Mijdrechtkade bestaat uit een verbetering van een deel van de kade langs de Heinoomsvaart (ongeveer 2 km) en van een deel van de kade langs de Kromme Mijdrecht (ongeveer 50 m), hierna gezamenlijk: de Kade. Deze twee delen zijn gescheiden door de Westveense brug over de westzijde van de Heinoomsvaart even ten noorden van de N463.

Het projectgebied is gelegen ten westen van Utrecht, direct ten oosten van Woerdense Verlaat. Het valt binnen de gemeente Nieuwkoop. Het project is gelegen op de grens van het beheersgebied van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht.

De bodemopbouw van de projectlocatie is als volgt te omschrijven:

Het pleistoceen zand bevindt zich op circa NAP-9 m. Daarboven ligt een dik pakket veen, plaatselijk onderbroken door een kleilaag. Lokaal is in het achterland een toplaag van circa een meter klei aanwezig. De kade zelf is nagenoeg geheel opgebouwd uit siltige, humeuze klei. Heel lokaal zijn sporen van een tussenzandlaag zichtbaar. Afgezien hiervan is er weinig variatie in de natuurlijk ondergrond.

Er zijn geen sporen van stroomgeulen aangetroffen; gezien het om een vaart gaat zijn deze ook niet te verwachten.

Een deel van het achterland is in gebruik geweest als vuilstort. Het is niet bekend of hiervoor destijds veen is afgegraven, en of en hoeveel de ondergrond hier is gezet. De vuilstort is naar zegen van de eigenaar ingepakt in geotextiel en afgedekt met circa 0,8 m zandige grond.





Figuur 1: Projectlocatie

### 1.3 Beschrijving van het waterstaatwerk (=huidige situatie)

De voorbereiding van de verbetering van het deel Heinoomsvaartkade, een regionale kering, is gestart in 2014. In fase 1 van dit project is een gedetailleerde toetsing uitgevoerd van de zuidelijke kade van de Heinoomsvaart. Resultaat van deze toetsing is dat, met uitzondering van kadevak F (ter hoogte van de voormalige vuilstort), de gehele kade is afgekeurd. De kering scoort op meerde plaatsen onvoldoende op hoogte, stabiliteit binnentalud en stabiliteit buitentalud.

Het deel Kromme Mijdrechtkade is een regionale waterkering ten westen van de Westveense brug bestaande uit een groene kering met een houten damwand welke is afgekeurd op hoogte. Tijdens de voorbereidingsfase is gekozen de verbetering van deze kade samen te voegen met de kadeverbetering van de Heinoomsvaartkade om overlast voor omwonenden te beperken en de efficiëntie te vergroten.

De waterkering is een groene kade, hij is geheel bekleed met gras. Het achterland ligt 1 a 2 m onder kruinhoogte. Taluds zijn gemiddeld 1:2, en plaatselijk steiler. De exacte maten verschillen per perceel. De kruinbreedte is in het algemeen 1,5 à 2 m.

Ter plaatse van de voormalige vuilstort steekt het achterland 2 tot 4 m boven het boezempeil uit. Hier is geen duidelijke kruin aan te wijzen.

Afwisselend is er een beschoeiing, een rietkraag, een combinatie daarvan of geen oeverbescherming aanwezig in het buitentalud.

De kade is een veenkade, gezien in de ondergrond direct onder de kade grote pakketten veen voorkomen.

In de kade is één waterkerende constructie aanwezig: het gemaal Oudendam. Het uitgangspunt is dat het gemaal voldoet en daarmee buiten de scope valt.

Daarnaast zijn een aantal waterkeringvreemde elementen aangetroffen, zoals steigers, bomen, hekken etc.



De kade langs de Heinoomsvaart is tijdens de toetsing opgedeeld in 11 vakken, A t/m K. Deze indeling zal voor de kadeverbetering grotendeels worden aangehouden, waaraan het kadevak langs de Kromme Mijdrecht wordt toegevoegd met kenmerk 0.

Het resultaat van de gedetailleerde toetsing uit 2014 voor de Heinoomsvaartkade met hieraan toegevoegd het stukje langs de Kromme Mijdrecht is samengevat in tabel 1.

Tabel 1; Resultaten toetsing 2014

Kadevak	Lengte [m]	HT	STPH	STBI	STBU	STMI
0	50	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
A	7	Voldoet niet*	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
B	18	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet
C	12	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
D	189	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
E	172	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet
F	785	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet
G	43	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet
H	345	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet
I	280	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet
J	113	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet niet	Voldoet
K	56	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet niet	Voldoet

\*Uit nadere analyse van de toetsing, blijkt kadevak A op hoogte te zijn afgekeurd op basis van hoogtemetingen in kadevak B. Op basis van dwarsprofiel 1 en nieuwe meetgegevens blijkt dat over tenminste 1,5 m een hoogte van NAP +0,32 m aanwezig is en voldoet kadevak A op hoogte en is hiervoor geen kadeverbetering benodigd.





Figuur 2; Kadevakincling



## 2. Algemene randvoorwaarden en uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de algemene randvoorwaarde en uitgangspunten behandeld voor de kadeverbetering.

### 2.1 Normering van betreffende kade

De kade is genormeerd als een IPO klasse II kade. Dit betekent dat de overschrijdingsfrequentie 1:30 per jaar is. De bijbehorende schadefactor is 0,85. In basis zal een schematiseringsfactor worden gehanteerd van 1,2. Indien verlaging van de schematiseringsfactor voordelen oplevert zal de schematiseringsfactor conform de leidraad voor het betreffende kadevak worden bepaald.

### 2.2 Legger- en toetshoogte kade

De toetshoogte van de kade bedraagt NAP+0,05 m.

In de legger van de regionale waterkeringen is vastgelegd dat bovenop de toetshoogte een waakhoogte benodigd is van 20 cm. Tezamen vormen zij de wettelijk minimaal benodigde leggerhoogte van NAP +0,25 m, welke bestuurlijk is vastgesteld op 2 maart 2011.

#### 2.2.1 Achtergrondzetting

De verwachte bodemdaling tijdens de planperiode betrof in het toetsrapport 20 mm per 3 jaar. Daarmee zou de achtergrondzetting voor de gestelde planperiode van 10 jaar op 67 mm komen. Uit vergelijking van de metingen uit 2014 met de recente inmeting, komt een gemiddelde achtergrondzetting van 9,6 mm/ jaar, circa 1 cm/ jaar. De achtergrondzetting voor de gestelde planperiode van 10 jaar komt hiermee op 10 cm. De minimale ontwerphoogte exclusief zetting door ophoging kan hiermee vastgesteld worden op NAP +0,35 m.

### 2.3 Eisen

De belangrijkste projectdoelstelling is:

- De Kade beschermt het achterland maximaal tegen wateroverlast uit de Heinoomsvaart en Kromme Mijdrecht.

De volgende systeemeisen zijn gesteld aan de kadeverbetering:

1. De Kade dient water blijvend te keren.
2. De kadeverbetering dient dusdanig uitgevoerd te zijn dat de Kade geen blijvende negatieve effecten heeft op de flora en fauna in de directe nabijheid van de waterkering.
3. De kadeverbetering dient dusdanig uitgevoerd te zijn dat de Kade na oplevering minimaal 10 jaar op hoogte<sup>1</sup> is en minimaal 30 jaar stabiel is.
4. De Kade dient minimaal 5 schijnduikers te bevatten.
5. De Kade dient te kunnen worden onderhouden met bewezen of aantoonbaar geschikte methodes en met gebruikelijke of bij te leveren middelen.
6. De Kade dient bereikbaar te zijn voor onderhoudswerkzaamheden.
7. De Kade dient aan te sluiten op het landhoofd van de brug.

---

<sup>1</sup> Het gaat hier om de legger hoogte



## 2.4 Hydraulische randvoorwaarden

### 2.4.1 Boezempeil

Het streefpeil in de boezem is NAP-0,40 m.

Het maatgevend boezempeil is NAP+0,00 m.

Laagste boezempeil is gelijk aan streefpeil.

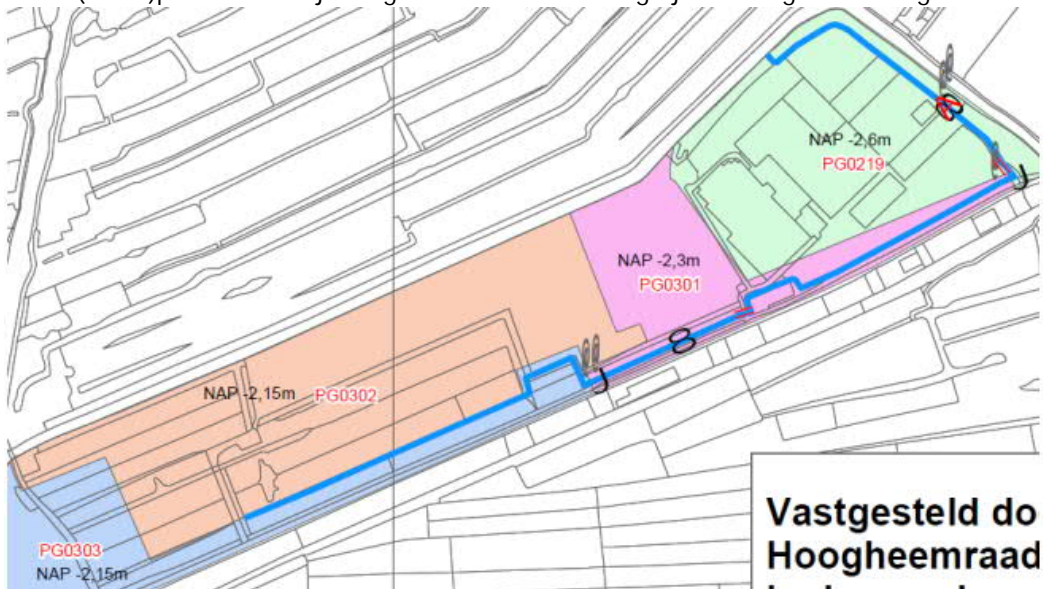
### 2.4.2 Peil na val

Buitenwaartste stabiliteit dient alleen getoetst te worden in de reguliere situatie. Dit uitgangspunt is in overeenstemming met het gestelde in "doc. DM53PRD-\_711884-v1-Rapportage toetsing RWK\_2012";

"Er hoeft voor kade Heinoomsvaart geen rekening te worden gehouden met variatie in het streefpeil, aangezien uit analyse is gebleken dat deze zeer klein is. Er hoeft eveneens geen rekening te worden gehouden met waterstandsval door calamiteit elders, aangezien in de nabijheid geen kades aanwezig zijn met een verschillend veiligheidsniveau van meer dan twee IPO-klasse."

### 2.4.3 Polderpeilen

Polder(streef)peilen welke zijn aangehouden in de toetsing zijn zoals afgebeeld in figuur 3.



Figuur 3; Fragment uit waterhuishoudkundige kaart behorende bij peilbesluit Oudendam 2009

Uit de digitaal beschikbare data via <http://hdsr.webgispublisher.nl> blijkt dat voor PG0303 nu een vast peil wordt gehanteerd van NAP -2,05 m. Het aan dit peilgebied grenzende kadevak voldoet alleen niet op hoogte. Het gewijzigde polderpeil heeft dus geen invloed.

### 2.4.4 Stijghoogten

De stijghoogte in de het eerste watervoerend pakket bedraagt op basis van de TNO Stijghoogtekaart circa NAP-3,8 m in het westelijk deel, aflopend naar circa NAP-4,1 m in het noordoosten, daarna weer oplopend naar circa NAP-3,9 m in het oosten.

In het TNO DINO loket zijn geen bruikbare peilbuismetingen binnen een straal van een kilometer gevonden, die de stijghoogte nauwkeuriger aan zouden kunnen geven.





Tijdens de toetsing is aangegeven dat er geen aanleiding is geweest om diepe peilbuizen te plaatsen.

#### 2.4.5 Ligging freatische lijn

Er zijn bij het grondonderzoek voor de toetsing drie raaien peilbuizen geplaatst om het verloop van de freatische lijn door de kade te schematiseren.

Gezien het seizoen waarin ze geplaatst en uitgelezen zijn, zijn ze met name representatief voor de situatie hoogwater. Per peilbuis zijn 5 of 6 metingen uitgevoerd.

Twee van de drie raaien geven een homogeen beeld: de freatische lijn ligt in kruin en talud circa een meter onder maaiveld, en gaat in de teen naar iets boven het polderpeil. De middelste raai geeft een afwijkend beeld, mogelijk door de nabijheid van de vuilstort en de afwezigheid van een teensloot.

#### 2.4.6 Situatie hoogwater

Het verloop van de freatische lijn voor de situatie hoog water is overgenomen uit het toetsrapport en is gebaseerd op de peilbuismetingen.

In het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken wordt uitgegaan van de gemiddelde gemeten freatische lijn, verhoogd met toeslagen voor hoog water en regenval. Voorgesteld wordt in dit geval een toeslag van 0,3m in rekening te brengen voor de binnenkruin en de teen.

Het verloop van de maatgevende freatische lijn voor de situatie hoog water wordt dan als volgt:

- in de buitenkruinlijn: maatgevend boezempeil
- in de binnenkruinlijn: maaiveld-0,85 m
- aan de teen: maaiveld-0,30 m
- ter plaatse van de teensloot / greppel: polderpeil

#### 2.4.7 Situatie droogte

Uit de toetsing is gebleken dat alleen kadevak J droogtegevoelig is, omdat hier op basis van het in 2014 uitgevoerde grondonderzoek het veen in het achterland tot aan het maaiveldoppervlak doorloopt en de kade hierdoor niet is voorzien van een voldoende dikke afdekkende kleilaag.

De ontbrekende kleilaag waardoor de kade droogtegevoelig is wordt mede bevestigd doordat er (met name in het oostelijk deel) scheuren in de kade zijn aangetroffen.

De freatische lijn in de situatie droogte is overgenomen uit het toetsrapport:

Voorgesteld wordt in het geval van droogte een toeslag van -0,5 m in rekening te brengen voor de binnenkruin en de teen.

Het verloop van de maatgevende freatische lijn voor de situatie hoog water wordt dan als volgt:

- in de buitenkruinlijn: gemiddeld boezempeil
- in de binnenkruinlijn: maaiveld-1,5 m
- aan de teen: maaiveld-1,10 m of gelijk aan polderpeil
- ter plaatse van de teensloot / greppel: polderpeil

#### 2.4.8 Waterspanningsverloop

De stijghoogtegegevens laten zien dat sprake is van een inziggingsgebied. Tussen de bovenkant van het pleistoceen zand en het polderpeil wordt lineair geïnterpoleerd.



## 2.5 Belastingen

### 2.5.1 Windbelasting

Op de kade zijn slechts lokaal enkele bomen aanwezig:

In het contract is proceseis nr. 2.6 opgenomen:

- Bomen dienen te blijven staan, tenzij het laten staan van deze bomen het functioneren van de kering belemmert of een risico vormt voor het functioneren van de kering.

In het contract is vastgelegd dat het waterschap reeds de eigenaren van de risicovolle bomen heeft verzocht deze te verwijderen. Windbelasting wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

### 2.5.2 Verkeers- en calamiteitenbelasting

Bij een groene kade wordt voor de eindsituatie rekening gehouden met een bovenbelasting van  $5 \text{ kN/m}^2$  met een breedte van 1,5 m

Het aanpassingspercentage<sup>2</sup> in de grondlagen als gevolg van de verkeersbelasting is 100% voor zand en 30% voor samendrukbare lagen.

Voor de uitvoeringsfase wordt gecontroleerd, welk gewicht op de kruin toelaatbaar is. Indien toelaatbaar wordt er met rupskranen gewerkt vanaf de kruin. Voor een rupskraan wordt uitgegaan van een maximale kruinbelasting van  $15 \text{ kN/m}^2$ , waarbij de kraan alleen geplaatst wordt op de onbelaste (nog niet opgehoogde) kade. In de uitvoeringsvoorschriften (werkplan) zullen de randvoorwaarden voor de belasting op de kade worden vermeld. In ieder geval zal worden aangegeven dat indien kranen op de kruin toelaatbaar zijn, deze buiten de werkuren van de kruin verwijderd zullen worden.

### 2.5.3 Schepen en drijvende voorwerpen

De Kromme Mijdrecht, Heinoomsvaart en de Geer worden veel gebruikt voor scheepvaart, met name recreatievaart.

Gezien de beperkte scheepsafmetingen wordt geen rekening gehouden met een aanvaarbelasting.

## 2.6 Muskusratten

Ter plekke van kadevak F wordt gaas in de kade geïntegreerd ter voorkoming van graafschade door muskusratten.

### 2.6.1 Schijnduikers

Op aanwijzen van de muskusratten expert worden 5 stuks schijnduikers in het ontwerp opgenomen.

---

<sup>2</sup> Dit is mate waarin de wateroverspanning als gevolg van het aanbrengen van een bovenbelasting gedissipeerd is.



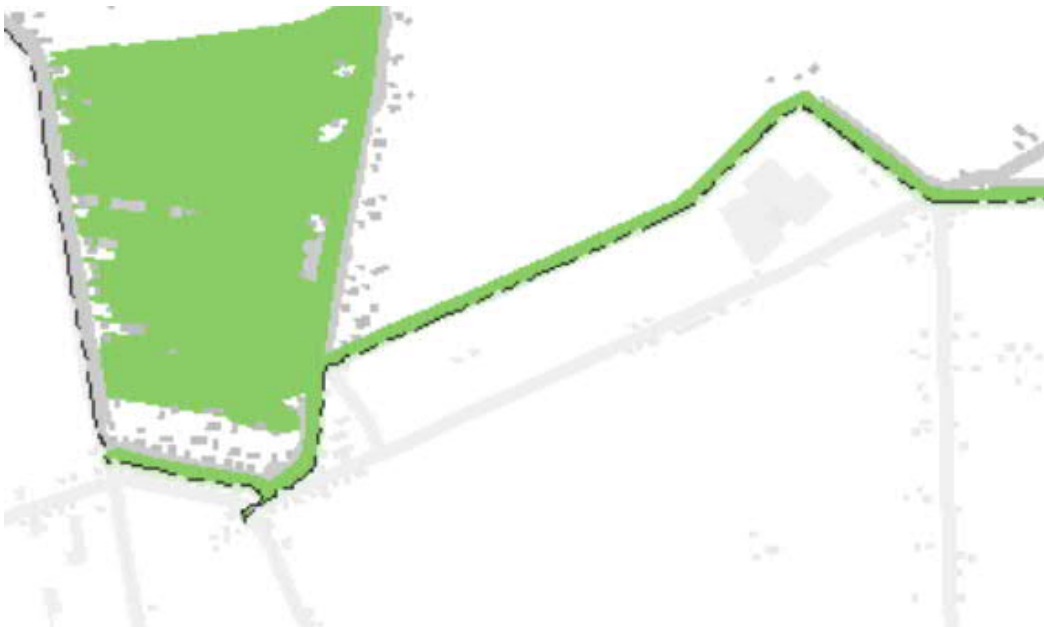
## 2.7 Flora en Fauna

In samenhang tussen literatuuronderzoek, veldverkenning en habitatbeoordeling kunnen de in de navolgende paragrafen vermelde conclusies met betrekking tot flora en fauna worden getrokken.

### 2.7.1 Vigerende regelgeving gebiedsbescherming

- Op de planlocaties kan uitsluitend met betrekking tot overwinterende Kolgans, Smient en Krakeend sprake zijn van regelgeving met betrekking tot Natura 2000.
- Met betrekking tot PAS zijn geen consequenties te verwachten.
- Het plangebied valt buiten het Natuurnetwerk Nederland.

Door het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) is aangegeven dat de Heinoomsvaart KRW-oppevlaktewaterlichaam is. Dit betekent dat wanneer de oever onverhard, oftewel begroeid is, dit een groene oever is. Voor groene oevers gelden strengere regels. Als men de groene oever van een beschoeiing, verharding of iets dergelijks wil voorzien, dan moet de lengte die hiermee verdwenen is worden gecompenseerd (door ergens anders waar geen groene oever is een groene oever aan te leggen). Een andere optie is om een speciaal type groene oever beschoeiing te gebruiken.



Figuur 4; Uitsnede AGV Keurbesluit 2011 KRW-oppevlaktewaterlichaam en Natura 2000-gebieden

Uit locatiebezoek blijkt dat de oever aan de zijde van AGV over de gehele lengte voorzien is van een beschoeiing. Daarnaast blijkt ook aan de zijde van HDSR over grote lengten een beschoeiing aanwezig te zijn, op diverse trajecten is deze vergaan.

Er wordt uitgegaan van toepassing van een beschoeiing, waarbij besloten is dat de eerste stap met betrekking tot de aanpak van mogelijk potentieel belangenconflict tussen HDSR en AGV intern wordt opgepakt door HDSR.



### 2.7.2 Bevindingen m.b.t. zoogdieren

- Grondgebonden soorten: voor ontheffingsplichtige soorten zijn in het werktraject géén specifieke gebruiksfuncties te verwachten.
- Vleermuizen: uitsluitend bij kap van bomen is mogelijk vleermuisgebruik (vaste verblijfplaatsen) te verwachten.

### 2.7.3 Bevindingen m.b.t. vogels

- Uitsluitend bij kap van bomen is controle op aanwezigheid en wellicht controle van de gebruikende vogelsoorten met jaarrond beschermde nesten vereist, en zo nodig aanvraag van ontheffing soortbescherming.  
Kap dient buiten het broedseizoen te worden uitgevoerd.
- Broedende water- en weidevogels in het werktraject mogen tijdens dat broeden niet worden verstoord.
- In de winterperiode mogen substantieel aanwezige aantallen pleisterende Kolgans, Smient en Krakeend niet door gemotoriseerd materieel worden verstoord (alternatief, aanvraag vergunning Natura 2000).

### 2.7.4 Bevindingen m.b.t. amfibieën en planten

Het aangegeven werktraject in het westelijk deel vergt onderzoek naar Heikikker, Rugstreeppad en Groenknolorchis. Aanwezigheid vergt aanvraag van ontheffing soortbescherming.

### 2.7.5 Uitsluitingen overige zwaardere beschermde soorten

Op basis van verspreiding en habitatbeoordeling kunnen effecten ten aanzien van overige ontheffings- en vergunningsplichtige soorten planten en dieren op basis van verspreiding en/of habitat en/of soort werkzaamheden, worden uitgesloten.

## 2.8 NGE

Op dit moment wordt een bureauonderzoek verricht naar de rol die NGE's spelen op het project Heinoomsvaartkade.

## 2.9 Archeologie

De heer Ernst-Jan Haselhoff van omgevingsloket Gemeente Nieuwkoop heeft op 1 augustus 2017 ons het volgende laten weten: "De archeologische verwachtingswaarde ter plaatse is zo laag dat pas onderzoek verricht dient te worden bij graafwerkzaamheden met een oppervlakte van 10.000 m<sup>2</sup> of meer. Daar is hier geen sprake van waardoor het niet noodzakelijk is archeologie te onderzoeken."

Hiermee concluderen wij dat archeologie geen rol van betekenis speelt op het project Heinoomsvaartkade en zien wij geen aanleiding voor verder onderzoek.

## 2.10 Kabels en leidingen

Met de gedane KLIC-melding kan geconcludeerd worden dat binnen het projectgebied op 3 plaatsen kabels & leidingen voorkomen. Dit zijn respectievelijk de volgende locaties:

1. Ter plaatse van de Amstelkade, aan beide zijden van de weg ter plaatse van de brug.
  - Stedin Datatransport;
  - Stedin Gas hoge druk;
  - Stedin Gas lage druk;
  - Stedin laagspanning;



- Stedin middenspanning;
  - Gemeente Nieuwkoop riool onder druk;
  - KPN datatransport;
  - Oasen water.
2. Aan beide zijden van de Lange Meentweg, ter plaatse van huisnummers 2 en 4.
- Stedin Datatransport
  - Stedin Gas hoge druk;
  - Stedin Gas lage druk;
  - Stedin laagspanning;
  - Stedin middenspanning;
  - Gemeente Nieuwkoop riool onder druk;
  - KPN datatransport;
  - Oasen water;
  - Provincie Zuid-Holland laagspanning;
  - Vitens water.
3. Vanaf de Lange Meentweg richting het gemaal in de lengte van het kadeprofiel (achter huisnr 4).
- Stedin laagspanning;
  - KPN datatransport.

Aan de hand van deze inventarisatie is er geconcludeerd dat onze werkzaamheden op één kabel direct invloed hebben en dit betreft de Stedin laagspanningskabel in de lengte van de kade. Dit komt doordat deze kabel bij ophoging van de kade over een behoorlijke lengte een grotere gronddekking krijgt en waardoor de kabel wellicht niet meer als 'onderhoudbaar' zou worden bevonden.

Er is een inschatting gemaakt van de te verwachten ophoging in het kader van de kadeverbetering, deze bedraagt 10 à 20 cm ter plaatse van de kabel. Hierover is contact opgenomen met Stedin.

Op 20-9-2017 is van Stedin de volgende formele reactie ontvangen:

"Ik heb van de KLIC-desk een mail van u ontvangen over de werkzaamheden die jullie willen gaan verrichten. Ik heb even contact gezocht met de onc elektra en die gaat akkoord met het aanbrengen van de maximaal 10 a 20cm klei."

De overige kabels & leidingen in het projectgebied spelen enkel een rol wanneer wij ter plaatse hiervan graafwerkzaamheden gaan uitvoeren. Deze worden niet verwacht.

## 2.11 Bodemverontreiniging

Historisch gebruik van kade duidt op geen verdenking van bodemverontreiniging.



### 3. Geometrische uitgangspunten

#### 3.1 Inmetingen

Ter voorbereiding op het ontwerp en uitvoering van de kadeverbetering zijn er over de kade om de 50 m profielen ingemeten. Op basis van deze nieuwe profielen en de profielen uit 2014 zijn de representatief maatgevende dwarsprofielen per kadevak gekozen.

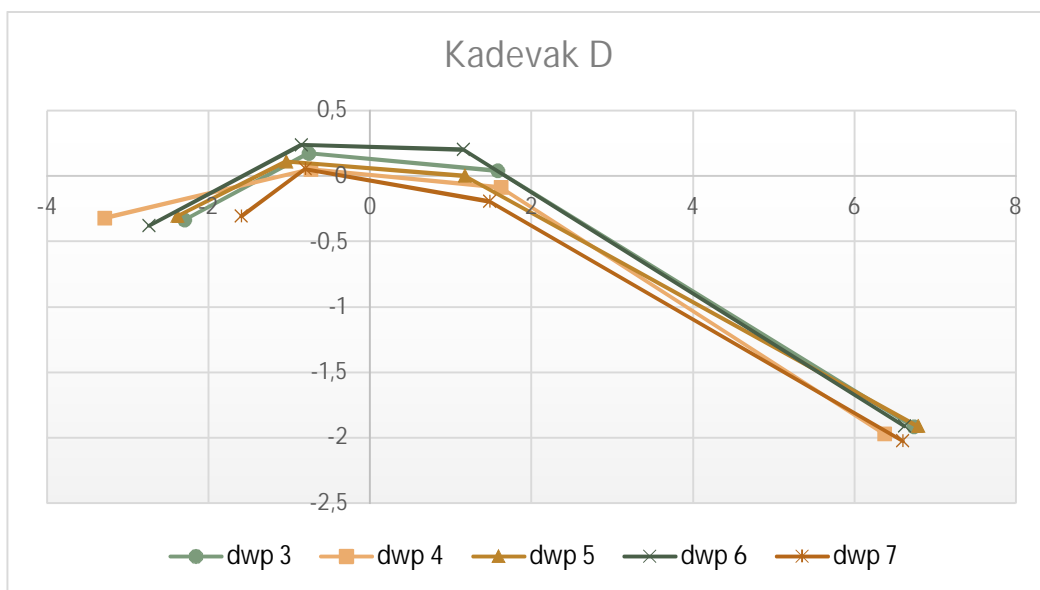
Daarnaast is er als aanvulling hierop een volledige 3D inmeting uitgevoerd ten behoeve van DTM. Deze 3D-meting is uitgevoerd met GPS. De nauwkeurigheid hiervan is ca. 2,5 cm in XYZ.

#### 3.2 Representatief (maatgevende) dwarsprofielen

Voor de kadevakken B en C is vanwege de beperkte lengte niet direct een representatief dwarsprofiel te bepalen/ingemeten. Op basis van DTM wordt het maatgevende representatieve profiel voor deze kadevakken bepaald. Profiel 2 ligt op de grens van kadevak B en C.

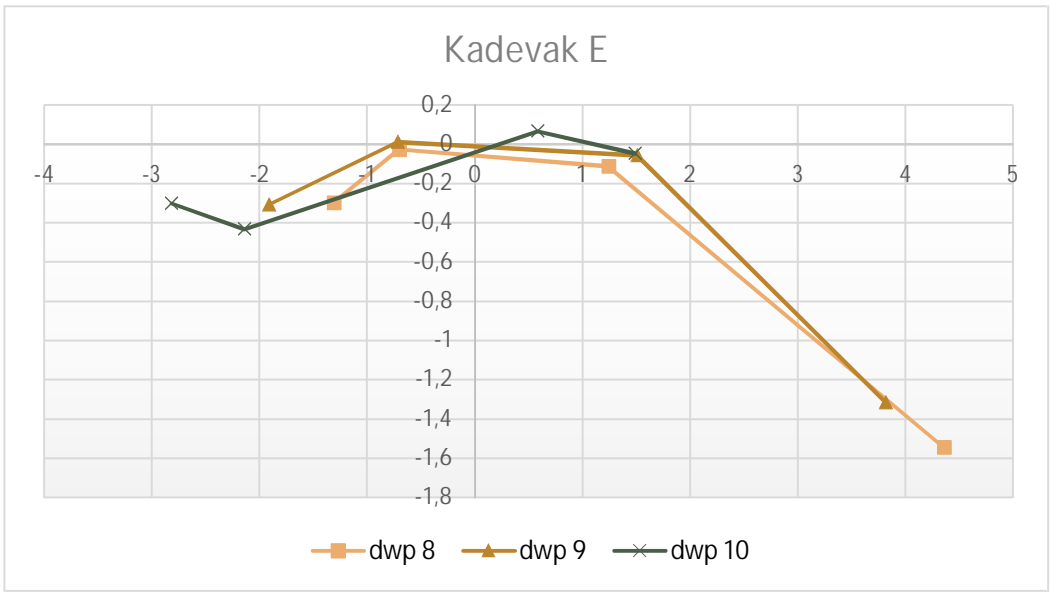
Voor de kadevakken D, E, H, I, J en K zijn de beschikbare profielen met elkaar vergeleken en is op basis hiervan gecontroleerd op het gekozen profiel ten tijde van de toetsing volstaat of dat een ander profiel representatiever is voor het kadevak, zie figuur 5 t/m figuur 10.

De maatgevende dwarsprofielen per kadevak zijn weergegeven in tabel 2

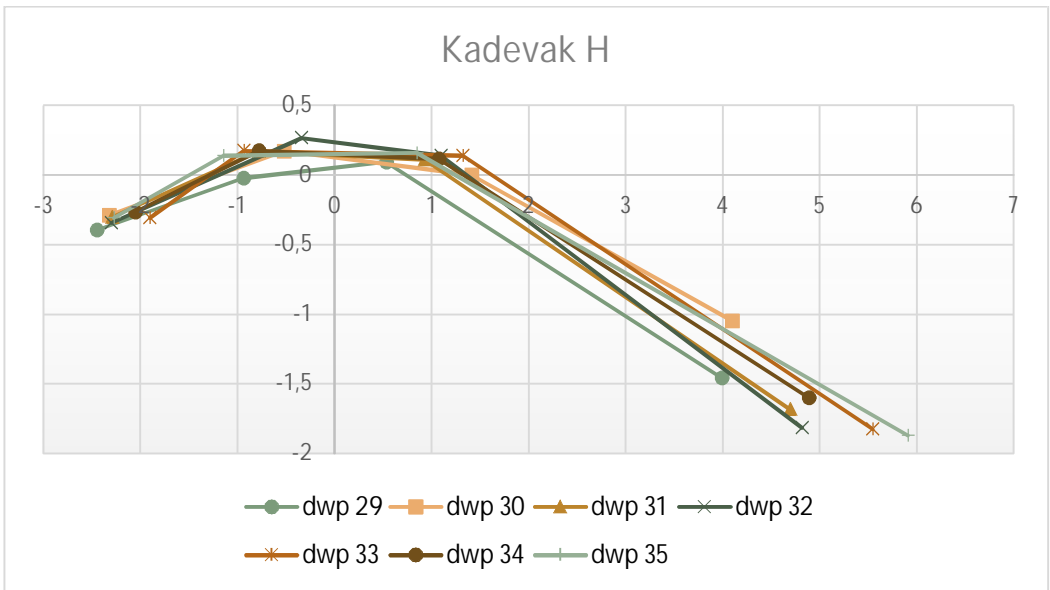


Figuur 5; Vergelijking profielen kadevak D



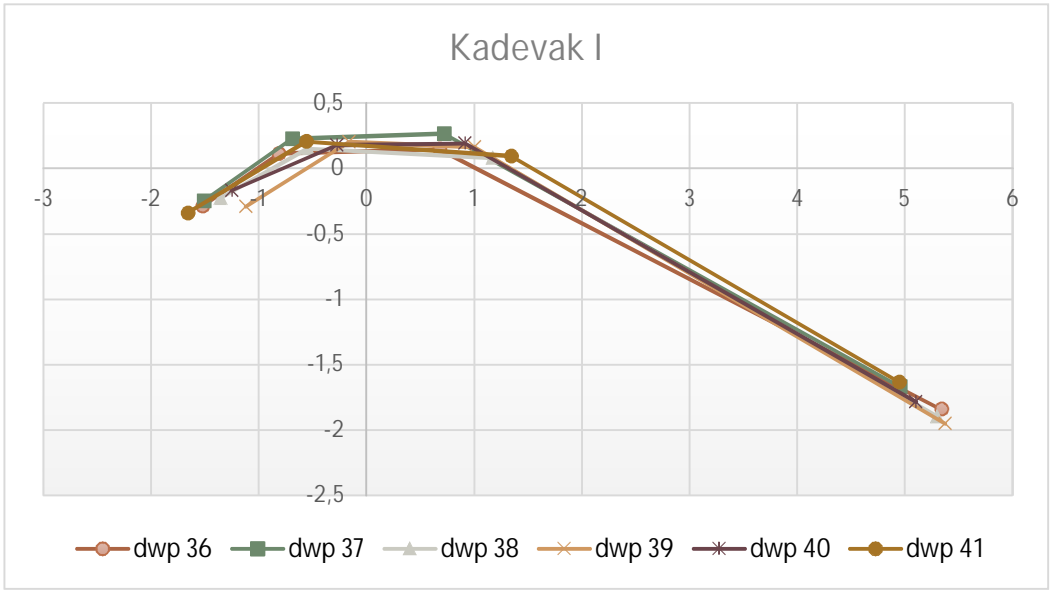


Figuur 6; Vergelijking profielen kadevak E

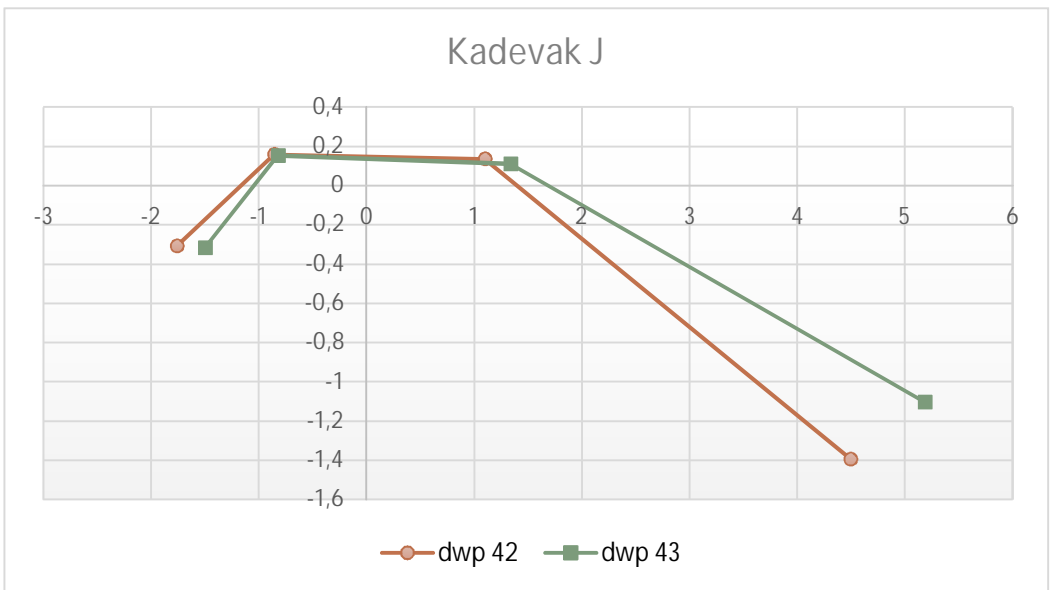


Figuur 7; Vergelijking profielen kadevak H





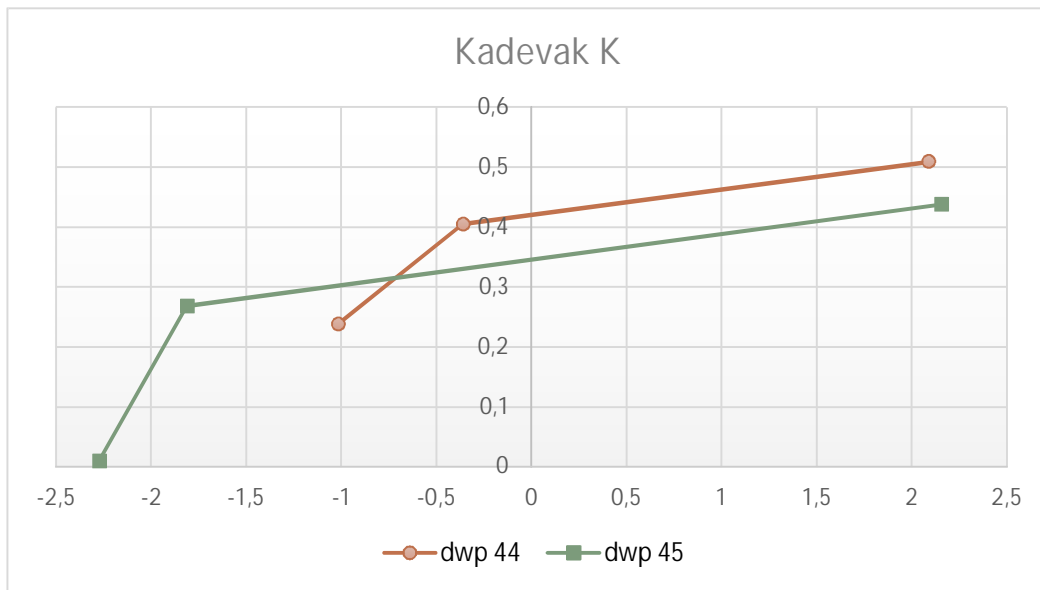
Figuur 8; Vergelijking profielen kadevak I



Figuur 9; Vergelijking profielen kadevak J







Figuur 10; Vergelijking profielen kadevak K

Tabel 2; Keuze maatgevende profielen ten behoeve van ontwerp

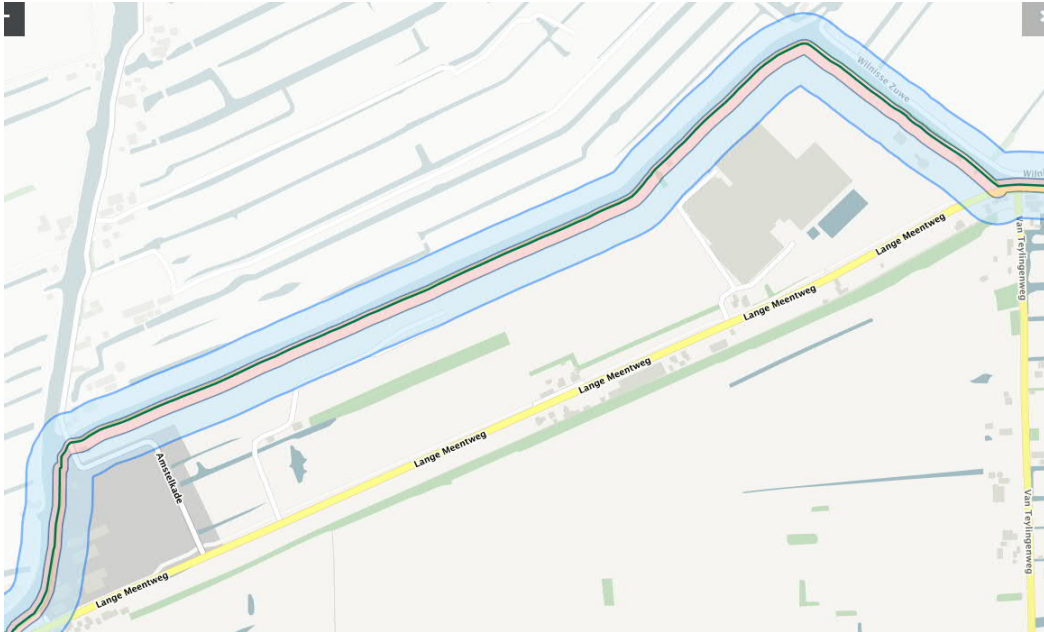
Kade- vak	Lengte [m]	Dwarsprofiel toetsing	Onderscheidende factor	Dwarsprofiel Ontwerp	Omschrijving
0	50	nvt	nvt	DWP0b	Laagste kruin
A	7	1 (= 1)	enige	1	nvt vak voldoet
B	23	2 (= 2)	enige	2 + Metr. 21	o.b.v. DTM
C	22	4 (= 6)	Laagste steunberm	3 + Metr. 35	o.b.v. DTM
D	219	4 (= 6)	Laagste steunberm	4 (+4)	Steilste talud
E	142	5 (= 9)	enige	5 (+8)	Laagste achterland
F	785	7 (= 20)	Weinig onderscheid	7 (+20)	nvt vak voldoet
G	43	10 (= 28)	enige	10 (+28)	enige
H	345	16 (= 38)	Laagste achterland/ steilste talud	12 (+32)	Laagste achterland/ steilste talud
I	280	16 (= 38)	Laagste achterland/ steilste talud	16 (+39)	Laagste achterland/ steilste talud
J	113	18 (= 42)	Laagste achterland	18 (+42)	
K	56	20 (= 44)	Dwp21 (= 45) niet goed toetsbaar ivm aanwezigheid keerwand	20 (+ 45)	Steilste buitentalud



### 3.3 Leggerprofielen

#### 3.3.1 Waterkering

In figuur 11 is de zonering en waterkering lijn BR weergegeven welke is vastgelegd in de vigerende legger vastgesteld in 2011.



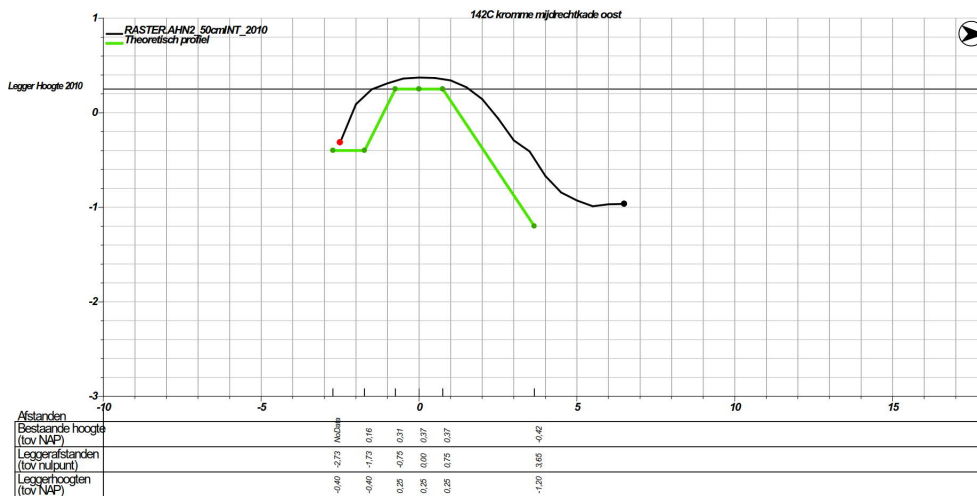
Figuur 11; Fragment digitaal beschikbare legger regionale waterkering via <http://hdsr.webgispublisher.nl>

Voor de ligging van de kade wordt de BR-lijn conform de legger aangehouden. Deze lijn vertegenwoordigt het hart kruin van de kade. Vanaf deze lijn dient over minimaal 0,75 m breedte richting boezem- en polderzijde de hoogte gewaarborgd te worden.

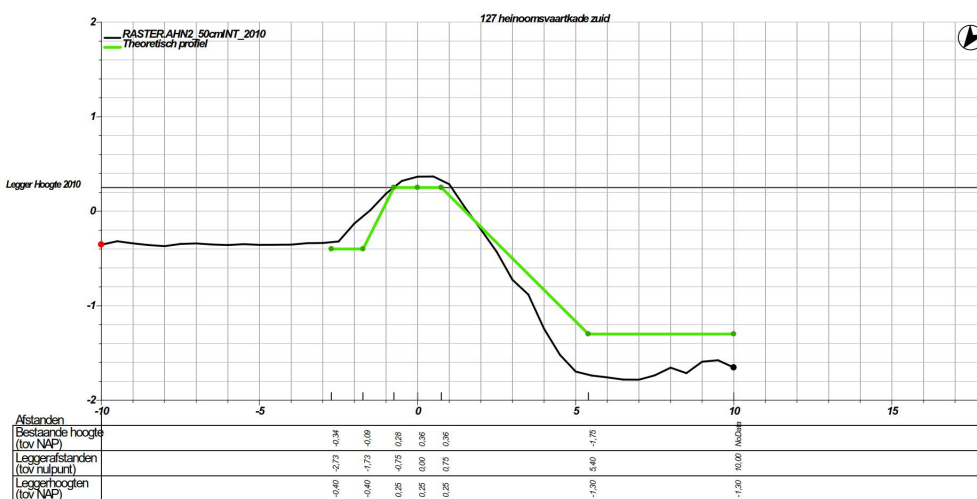
In figuur 12 en figuur 13 zijn de vigerende leggerprofielen van de te verbeteren kadetrajecten weergegeven.

De taludhelling conform de legger van het binnentalud van de Kromme Mijdrechtgade oost bedraagt 1:2. Bij de Heinoomsvaartkade zuid bedraagt deze 1:3. De helling van het buitentalud bedraagt bij beide kaden 2:3.





Figuur 12; Dwarsprofiel legger 142C Kromme Mijdrechtkade oost



Figuur 13; Dwarsprofiel legger 127 Heinoomsvaartkade zuid

De in de legger vastgelegde beschermingszone heeft een breedte van 50 m.

### 3.3.2 Boezem

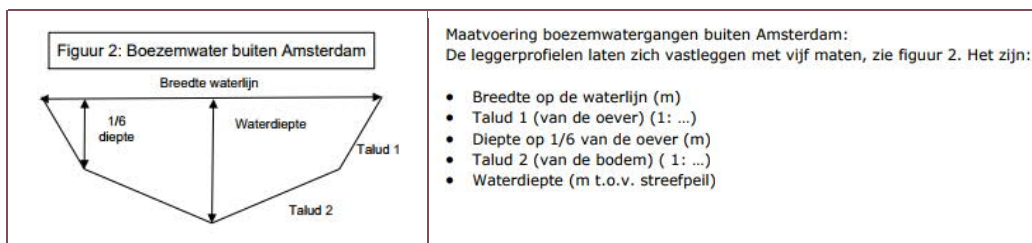
De boezem langs de te verbeteren kade is in beheer van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV).

In de "Leggerstaat van de Primaire wateren met daarin aanwezige werken van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht" is vastgelegd aan welke dimensies het onderwatertalud dient te voldoen. Het waterschap onderhoudt in beginsel het leggerprofiel van de wateren.





Figuur 14; Locatie Hydrovakken AGV



Figuur 15; Fragment Leggerstatenboek uitleg Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht

De vijf maten voor het leggerprofiel van de boezem bedraagt per hydrovak:

- Hydrovak 2000\_1907;
  - Breedte op de waterlijn 17 m
  - Talud 1, oever 1:2
  - Diepte op 1/6 van de oever NAP -1,66 m
  - Talud 2, bodem 1:8
  - Waterdiepte 1,90 m (Bodemhoogte NAP -2,30 m)
- Hydrovak 2000\_71;
  - Breedte op de waterlijn 16,95 m
  - Talud 1, oever 1:2
  - Diepte op 1/6 van de oever NAP -1,66 m
  - Talud 2, bodem 1:8
  - Waterdiepte 1,93 m (Bodemhoogte NAP -2,33 m)
- Hydrovak 2000\_72;
  - Breedte op de waterlijn 18,24 m
  - Talud 1, oever 1:2
  - Diepte op 1/6 van de oever NAP -1,47 m
  - Talud 2, bodem 1:8
  - Waterdiepte 1,79 m (Bodemhoogte NAP -2,19 m)

### 3.3.3 Poldersloten

Alle poldersloten hebben een taludhelling van 1:1,5. De waterdiepte van de "groene" sloten bedraagt 0,6 m, die van de "blauwe" 0,8 m, zie figuur 16.





Figuur 16; Fragment digitale legger Stichtse Rijnlanden oppervlaktewateren

### 3.4 Varianten kadeverbetering

Een groene (aarden) kade draagt het meeste bij aan de cultuurhistorische, landschappelijke, recreatieve en maatschappelijke waarden van de omgeving.

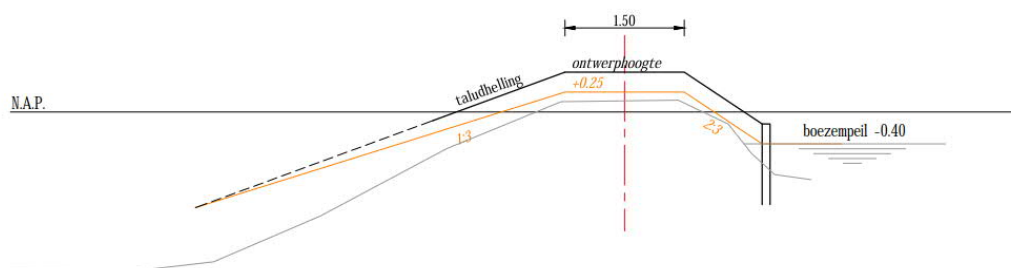
Op basis van de toetsing wordt voor het grootste deel een kadeverbetering verwacht bestaande uit het ophogen van de kruin.

Bij de kadevakken C, D, H en I dient naar verwachting ten gevolge van de ophoging het binnentalud lokaal verflauwd te worden tot minimaal 1:2,5. Hierbij wordt rekening gehouden met het leggerprofiel. Er wordt zorg gedragen dat het talud een dusdanige helling heeft, dat het leggerprofiel binnen het ontwerp valt, zie figuur 17. Uit ervaring is deze taludhelling goed onderhoudbaar.

In kadevak J is verflauwing van het binnentalud tot 1:3 naar verwachting niet voldoende en wordt mede door de lage ligging van het achterland een dunne berm (dikte 0,6 m en breedte 6 m) als kadeverbetering verwacht.

Voor het buitentalud wordt een beschoeiing toegepast, in combinatie met door AGV eventueel herstellen van het leggerprofiel van de boezem wordt voor de kadeverbetering getoetst of dit voldoende is om de macrostabiliteit buitenwaarts te waarborgen.

De variant van een kadeverbetering in grond past bovendien binnen de scope van tijd, geld en kwaliteit. Er worden in de basis geen andere varianten beschouwd.



#### Principeprofiel versterking

Figuur 17; Principeprofiel kadeverbetering



## 4. Geotechnische uitgangspunten

In onderhavig hoofdstuk worden de specifieke geotechnische uitgangspunten vastgelegd.

### 4.1 Grondonderzoek

#### 4.1.1 Beschikbaar bij toetsing

In tabel 3 is per kadevak aangegeven welk grondonderzoek er beschikbaar was bij de toetsing.

Tabel 3; Beschikbaar grondonderzoek per kadevak tijdens toetsing

Vak	kruin		teen/achterland	
	sonderingen	boringen	sonderingen	boringen
0			VN-28142 DKM3	B3A, B3
E	S1	PB1, pb2, MB1	S2	PB3, MB2
G	S7		S8	
H	S9	pb4, pb5, MB6	S10	pb6, MB5
I	S11, S13		S12, S14	
J	S15	pb7, pb8, MB7	S16	pb9, MB8

Het beschikbare grondonderzoek is als Bijlage II

#### 4.1.2 Aanvullend

Aangezien het beschikbare grondonderzoek zeer beperkt was, en dit van grote invloed kan zijn op het ontwerp van de kadeverbetering, is er een aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Het aanvullend grondonderzoek is afgestemd op de gedetailleerde toetsresultaten.

Aangezien de veiligheidsfactor voor de macrostabiliteit buitenwaarts sterk afhankelijk is, van welke grondsoort op de bodem van de boezem wordt gemodelleerd, zijn er in het aanvullend grondonderzoek 9 waterbodemboringen uitgevoerd.

Daarnaast zijn er 14 diepsonderingen tot circa mv -10 m gemaakt, zodat er met uitzondering van kadevak F om de circa 50 m langs de kade een sondering beschikbaar is.

Naast de 9 waterbodemboringen zijn nog 11 handboringen in de binnenteen uitgevoerd om meer zekerheid te verkrijgen over de bodemopbouw en het volumiek gewicht.

Het aanvullend grondonderzoek is als Bijlage III toegevoegd.

In tabel 4 is per kadevak aangegeven welk grondonderzoek beschikbaar is. Enkele onderzoekspunten liggen op de grens van twee kadevakken, deze worden bij de bepaling van de maatgevende bodemopbouw eveneens in beschouwing genomen.



Tabel 4; Beschikbaar grondonderzoek per kadevak ontwerp

Vak	boezem		kruin		teen/achterland	
	boring	sonderingen	boringen	sonderingen	boringen	
0		DKP101		VN-28142 DKM3	B3A, B3	
A	Locatie ter plaatse van brug Amstelkade (voldoet)					
B	WB01					
C	WB01	DKM102			HB101	
D	WB02	DKM104		DKM103, DKM105	HB102	
F	Locatie ter plaatse van voormalige vuilstort (voldoet)					
E	WB03	S1, DKP106	PB1, pb2, MB1	S2	PB3, MB2, HB103	
G	WB04	S7		S8		
H	WB05, WB06	S9, DKM108, DKM110	pb4, pb5, MB6	S10, DKM107, DKM109	pb6, MB5, HB104, HB105, HB106, HB107	
I	WB07	S11, S13, DKM112		S12, S14, DKP111, DKM113	HB108, HB109, HB110	
J	WB08	S15	pb7, pb8, MB7	S16	pb9, MB8	
K	WB09	DKP114			HB111	

## 4.2 Bodemopbouw

De representatieve bodemopbouw per kadevak is bepaald op basis van de resultaten van het reeds beschikbare grondonderzoek en het aanvullende grondonderzoek.

De bodemopbouw bestaat in zijn algemeenheid uit dat op het pleistoceen zand een laag basisveen ligt, die op sommige plaatsen direct overgaat in hollandveen. Op andere plaatsen zit hier een dunne laag siltige klei tussen. Het hollandveen reikt in het achterland vrijwel tot aan maaiveld. De dijk is opgebouwd uit siltige klei, en in het achterland is soms een toplaag van klei, soms van zand aangetroffen, afhankelijk van het gebruik van het perceel.

Op grond van grondonderzoeksresultaten uit de omgeving werd verwacht dat er een tussenzandlaag aanwezig zou zijn op NAP-3 m à NAP-4 m diepte. Hiervan zijn slechts lokaal sporen aangetroffen.

### 4.2.1 Kadevak 0

De gegevens van de toetsing zijn niet bekend. Er is aangegeven dat kadevak 0 alleen niet voldoet op hoogte. Er dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd. Hiervoor is met name de bodemopbouw ter plaatse van de kruin van belang. Op basis van de eenvoudige toets kan de macrostabiliteit binnenwaarts als ruim voldoende worden beschouwd en behoeft deze ten gevolge van de ophoging niet getoetst te worden.



Tabel 5; Bodemopbouw kadevak 0

Grondsoort	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig	+0,19 (mv)	+0,04 (mv)
zand	-1,1	-0,26
Klei, zandig		-2,4
Klei humeus	-2,4	
Klei, siltig	-3,2	-3,3
Klei, humeus	-3,7	
zand	-4,3	-4,0
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-4,5	-4,2
Klei, siltig,		-5,7
Veen, mineraalarm (hollandveen)		-6,1
Veen, kleiig (basisveen)	-8,1	-8,0
(Pleistoceen) zand	-9,1	-9,0

#### 4.2.2 Kadevak A

Kadevak A voldoet en hiervoor is dus geen ontwerp benodigd. De bodemopbouw is dus niet van belang.

#### 4.2.3 Kadevak B

De macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) voldoet op basis van de eenvoudige toetsing. Voor het ontwerp is dus hoogte en buitenwaartse stabiliteit (STBU) van belang.

Door de beperkte lengte van kadevak B en omdat het een tuin betreft is geen grondonderzoek in dit kadevak uitgevoerd. De bodemopbouw is bepaald op basis van het grondonderzoek ter plaatse van kadevak 0 en C.

Dus voor de bodemopbouw in kadevak B wordt verwezen naar tabel 6 in de volgende paragraaf.

Bij de toetsing STBU is veen aangehouden vanaf NAP -3,0 uit de waterbodemboring blijkt dit iets hoger te liggen. Echter ter plaatse van de kruin weer lager, wat logisch is door de optredende zetting door de aanleg en op hoogte houden van de kade.

Op basis van toetsresultaat STBU in kadevak C en de aangetroffen bodemopbouw is de aangehouden geometrie is kadevak B voor STBU maatgevend.

#### 4.2.4 Kadevak C

De bodemopbouw ter plaatse van kadevak C is weergegeven in tabel 6 en gebaseerd op het uitgevoerde grondonderzoek. In de toetsing is kadevak C gelijk gesteld aan kadevak D. Op basis van het nu uitgevoerde grondonderzoek blijkt dit voor de maatgevende ondiepe grondlagen correct. De geometrie zal bepalen zijn voor de macrostabiliteit.





Bij de toetsing is het kadevak op hoogte afgekeurd. De STBI en STBU voldeed in de toetsing net aan, mede door de geschematiseerde bodemopbouw met dijkmateriaal/ klei achterland tot circa NAP -2,8 m. Op basis van de resultaten van het aanvullend grondonderzoek kan worden geconcludeerd dat dit correct is en dat de grondparameters iets gunstiger zijn dan aangehouden bij de toetsing. Wel blijkt in de kade veen aanwezig te zijn, wat iets ongunstiger is dan aangehouden. Toch wordt verwacht dat kadevak C op STBI voldoet. Voor de STBU zal de geometrie van het buitentalud bepalend zijn.

Tabel 6; Bodemopbouw kadevak C

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		-0,01 (mv)	-1,66 (mv)
Veen, mineraalarm (hollandveen)		-0,9	
Klei, zandig	-1,7	-2,1	
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-2,8	-3,4	-2,8
Veen, kleiig	-5,9	-6,0	-6,2
Veen, kleiig (basisveen)		-7,8	
(Pleistoceen) zand		-8,9	

#### 4.2.5 Kadevak D

De in kadevak D aangetroffen bodemopbouw is in tabel 7 weergegeven. Voor kadevak D geldt met betrekking tot het toetsresultaat hetzelfde als bij kadevak C. STBI zal voldoen evenals STBU tenzij lokaal een dwarsprofiel een andere geometrie laat zien van het buitentalud.

Tabel 7; Bodemopbouw kadevak D

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,05 (mv)	-1,66 (mv)
Veen, mineraalarm (hollandveen)		-1,7	
Klei, zandig	-1,7	-2,1	
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-2,8	-3,5	-2,8
Klei, zandig		-6,4	-5,2
Klei, siltig humeus		-6,8	
Veen, kleiig	-6,3	-7,2	-5,4
Veen, kleiig (basisveen)		-7,8	-7,5
(Pleistoceen) zand		-8,9	-8,7



#### 4.2.6 Kadevak E

Het kadevak is tijdens de toetsing afgekeurd op hoogte en STBU. STBU komt grotendeels door de modellering van veen ter plaatse van het buitentalud. Uit aanvullend grondonderzoek is naar voren gekomen, dat dit niet correct is. Er is klei aanwezig dit is gunstig voor de STBU.

Tabel 8; Bodemopbouw kadevak E

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,08 (mv)	-1,66 (mv)
Klei, siltig, humeus	-1,8	-1,8	-1,4
Klei, humeus		-2,5	
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-2,5	-3,0	-2,8
Veen, kleiig			-4,9
Veen, mineraalarm (hollandveen)			-6,4
Klei, siltig humeus	-5,1	-5,5	-7,1
Veen, kleiig (basisveen)		-7,7	-7,7
(Pleistoceen) zand		-8,5	-8,5

#### 4.2.7 Kadevak F

Kadevak F voldoet op basis van eenvoudige toetsing op alle toetssporen. Er worden in dit kadevak maatregelen genomen tegen afkalving van het buitentalud en schade door muskusratten.

Voor de bodemopbouw ten behoeve van de beschoeiingsberekening wordt die van tabel 8 aangehouden. Voor de beschoeiing is deze vergelijkbaar met die in tabel 9.

#### 4.2.8 Kadevak G

In tabel 9 is de in kadevak G aangetroffen bodemopbouw weergegeven. Uit het aanvullend grondonderzoek is naar voren gekomen dat de siltige kleilaag, klei zandig alleen ter plaatse van de kruin en teen voorkomt. Dit is ongunstig voor de STBU, deze voldeed bij de toetsing al niet. Daarnaast is uit het aanvullend grondonderzoek naar voren gekomen dat de siltige klei in de teen een lager volumiek gewicht heeft dan in de toetsing aangenomen. Dit komt doordat de grondlaag humeuzer is. Het kleiige materiaal ter plaatse van de kruin is vermoedelijke aangebracht en verschilt van het kleiige materiaal dat in de teen is aangetroffen eveneens in het begin van het aansluitende kadevak H. Deze grondlaag wordt niet meer waargenomen op grondonderzoek in vak H richting kadevak I.



Tabel 9; Bodemopbouw kadevak G

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,27 (mv)	
Veen, kleiig		-1,4	-1,1 (mv)
Klei, zandig		-2,1	
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-1,7	-2,7	-1,8
Klei, siltig, humeus			-2,6
Veen, mineraalarm (hollandveen)			-4,4
Klei, humeus	-6,3	-6,3	-8,3
Veen, kleiig (basisveen)		-7,0	-8,6
(Pleistoceen) zand		-8,5	-9,9

#### 4.2.9 Kadevak H

Zoals reeds in de vorige paragraaf aangegeven komt in de bodem richting kadevak I, de dieper gelegen siltige kleilaag niet meer voor. In tabel 10 is de maatgevende bodemopbouw voor kadevak H weergegeven. Lokaal ter plaatse van WB05 is een klei-/ sliblaag op de bodem aanwezig. Dit is positief voor de STBU. Hier kan echter niet vanuit worden gegaan omdat deze op de aangrenzende waterbodemboringen niet aanwezig is. Het dijkmetaal dat tijdens de toetsing van STBU is geschematiseerd is dus niet over de volledige lengte van kadevak H aanwezig, dit is ongunstig voor de STBU (tenzij ongedraineerd wordt gerekend).

In de toetsing is de STBI net aan voldoende. Uit het aanvullende grondonderzoek komt een iets andere bodemopbouw en een meer humeuze samenstelling van het dijkmetaal. Hierdoor kan de veiligheidsfactor voor de STBI lager uitvallen, waardoor voor het kadeverbeteringsontwerp meer nodig is. Door het aanvullend grondonderzoek is het wel mogelijk dat de schematiseringsfactor van 1,3 kan worden verlaagd, waardoor de consequenties eventueel meevallen.

Tabel 10; Bodemopbouw kadevak H

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,20 (mv)	
Veen, kleiig		-1,1	-1,7(mv)
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-1,1	-2,0	-2,0
Klei, humeus	-6,8	-6,8	-6,8
Veen, kleiig (basisveen)		-7,3	-7,5
(Pleistoceen) zand		-9,0	-9,0



#### 4.2.10 Kadevak I

Ten tijde van de toetsing is kadevak I gelijk gesteld aan kadevak H. In verband met de lengte worden voor het ontwerp beide kadevakken apart beschouwd. Het grondonderzoek ter plaatse van de kruin vertoont voor het dijksemateriaal relatief wat variatie. In relatie tot de toetsing geldt voor kadevak I hetzelfde als bij kadevak H. Ter plaatse van WB07 is voor de STBU een positieve bodemopbouw vastgesteld. Op basis van de aangrenzende waterbodemboringen en grondonderzoek ter plaatse van de kruin kan geconcludeerd worden dat dit een lokale afwijking is. Het geconstateerde is ongunstig ten opzichte van de toetsing, maar kan wel een positieve bijdrage hebben aan de schematiseringsfactor.

Het klei achterland dat in de toetsing STBI is aangehouden, blijkt niet aanwezig; dit is ongunstig. Doordat STBI net aan de veiligheidsnorm voldeed, kan het zijn dat het kadevak door het aanvullende grondonderzoek toch niet voldoet of het moet mogelijk blijken te zijn om de schematiseringsfactor te verlagen.

In tabel 11 is de maatgevende bodemopbouw voor kadevak I weergegeven.

Tabel 11: Bodemopbouw kadevak I

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,18 (mv)	
Veen, kleilig		-1,4	-2,0 (mv)
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-1,1	-2,8	-2,2
Klei, siltig, humeus	-6,9	-6,9	-6,7
Veen, kleilig (basisveen)		-7,5	-7,2
(Pleistoceen) zand		-8,9	-9,0

#### 4.2.11 Kadevak J

De tijdens de toetsing gemodelleerde waterbodembodem blijkt correct te zijn. De STBU heeft dus een heel lage veiligheidsfactor. De dieper gelegen siltige kleilaag is wel aanwezig maar is wel humeuzer dan verondersteld.

Tabel 12: Bodemopbouw kadevak J

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,24 (mv)	
Veen, kleilig		-1,2	-1,3 (mv)
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-1,4	-2,4	-1,5
Klei, siltig, humeus	-5,4	-5,0	-5,1
Veen, kleilig (basisveen)		-7,5	-7,5
(Pleistoceen) zand		-8,5	-8,3



#### 4.2.12 Kadevak K

Ter plaatse van kadevak K is ter plaatse van het achterland een opslagterrein aanwezig. Daarbij zijn er L-wanden (keerelementen) tegen de kade aan geplaatst. Deze hebben een positieve bijdrage voor de STBI. De STBU kan echter nadelig worden beïnvloed, helemaal indien een te zware belasting op het opslagterrein komt. De begrenzing van de belasting zal op basis van berekeningen vastgesteld dienen te worden.

Ter plaatse van kadevak K is ter plaatse van de boezem een significante hoeveelheid zand aangetroffen. Dit kan veroorzaakt zijn door de aanleg van de keerwanden.

Kadevak K is tijdens de toetsing in 2014 alleen afgekeurd op STBU. Dit komt naar verwachting door de veenlaag die ter plaatse van de waterbodembodem is geschematiseerd. Het aangetroffen zand werkt positief voor de STBU.

Tabel 13: Bodemopbouw kadevak K

Grondsoort	Boezem [bk m tov NAP]	Kruin [bk m tov NAP]	teen/achterland [bk m tov NAP]
Klei, zandig		0,43 (mv)	
zand	-1,4	-1,5	(mv)
Klei, humeus		-2,3	
Veen, kleilig			-2,3
Veen, mineraalarm (hollandveen)	-4,4	-3,9	-3,9
Klei, siltig, humeus		-6,0	-6,0
Veen, kleilig		-7,0	
Veen, kleilig (basisveen)		-7,7	-7,5
(Pleistoceen) zand		-8,6	-8,6

#### 4.3 Grondparameters

In het aanvullend grondonderzoek zijn diverse volumieke gewichtbepalingen uitgevoerd, alsmede gloeiverliezen en handvin. De resultaten van dit labonderzoek zijn gebruikt ter ondersteuning van de grondsoort bepaling. En ter onderbouwing van een eventueel lokaal aanwezige afwijking.



## 4.3.1 Toetsing 2014

Laag- numme r	Grondsoort	volumiek gewicht		karakteristieke ondergrenswaarde		rekenwaarde	
		(onverz) kN/m <sup>3</sup>	(verz) kN/m <sup>3</sup>	cohesie kN/m <sup>2</sup>	hoek van inwendige wrijving °	cohesie kN/m <sup>2</sup>	hoek van inwendige wrijving °
1	klei achterland	15	15	0	22.5	0	19.8
2	zand achterland	18	20	0	27	0	23.9
3	dijkmateriaal	16.7	16.7	3.1	31.6	2.6	28.1
4	veen	9.6	9.6	0	26.5	0	23.4
5	tussenlaag zand	niet geschematiseerd					
6	siltige klei		15	0	27	0	23.9
7	basisveen		12	2.5	15	1.9	13.1
8	pleistoceen zand		20	0	30	0	26.7

Tabel 6: grondparameters

Figuur 18; Aangehouden grondparameters tijdens gedetailleerde toetsing 2014

## 4.3.2 Aanvullend laboratorium

In tabel 14 zijn de grondparameters die uit het aanvullend grondonderzoek kunnen worden afgeleid weergegeven. Het hogere soortelijk gewicht van veen ten opzichte van de toetsing is dat ten tijde van de toetsing niet het verzadigde volumieke gewicht is bepaald. Door de gloeiverliezen kunne relatief betrouwbare soortelijke dichtheden van het veen worden bepaald, hierdoor is het mogelijk de verzadigde volumieke gewichten te bepalen.

Tabel 14: Grondparameters uit aanvullend laboratoriumonderzoek

Grondsoort	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_{u,rep}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Veen, mineraalarm (hollandveen)	9,3	10,3	12,2
Veen, kleiig	10,8	11,3	12,0
Klei humeus	12,0	12,2	10,3
Klei, siltig, humeus	14,1	14,3	11,7
Klei, zandig/ toplaag	17,0	18,2	29,8
Klei zandig	16,0	16,0	10,8

## 4.3.3 Soortelijke gewichten droogte

Uit het aanvullend grondonderzoek is gebleken dat de kadevakken H t/m J droogtegevoelig zijn. Voor de toetsing van de STBI droogte zijn de in tabel 15 weergegeven volumieke gewichten aangehouden.



Tabel 15: Volumieke gewichten boven grondwaterstand voor toetsing droogte

Grondsoort	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Veen, mineraalarm (hollandveen)	2,0
Veen, kleilig	4,0
Klei, zandig/ toplaag	15,2

#### 4.3.4 Proevenverzameling

Sinds januari jongstleden beschikt het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden over een proevenverzameling Regionale waterkeringen (Rapport Anteagroup, projectnummer 0407709.00, definitief revisie 1.0, 31 januari 2017).

In onderstaande figuren zijn de resultaten van de proevenverzameling weergegeven. De grondparameters zijn weergegeven per type berekening.

Tabel 4-7 samendrukkingsparameters voor zettingsberekeningen (verwachtingswaarden)

grondsoort	aantal monsters	$\gamma_{verz}$	$C'_p$	$C_p$	$C'_s$	$C_s$	$c_v$	POP
kolom STOWA database			234	231	243	240	257	
veen, mineraalarm	32	10,2	6,4	25,2	38,8	160,4	7,4 <sup>a</sup> -8	12
veen, kleilig	11	11,5	7,0	25,4	89,9	174,0	4,8 <sup>a</sup> -8	24
klei, humeus	16	12,6	9,1	31,5	56,5	211,6	1,1 <sup>a</sup> -8	22
klei, siltig	58	15,8	18,1	58,1	167,8	392,4	2,6 <sup>a</sup> -8	28
klei, zandig	21	17,5	28,1	63,3	268,7	595,5	5,5 <sup>a</sup> -7	43
zand	n.v.t.	20,0	400	1.600	$\infty$	$\infty$	>>	-

In de tabel is:

$\gamma_{verz}$	verwachtingswaarde volumiek gewicht van de verzadigde grond	[kN/m <sup>3</sup> ]
$C'_p$	primaire samendrukkingsconstante boven de grensspanning	[-]
$C'_s$	secundaire samendrukkingsconstante boven de grensspanning	[-]
$C_p$	primaire samendrukkingsconstante beneden de grensspanning	[-]
$C_s$	secundaire samendrukkingsconstante beneden de grensspanning	[-]
$c_v$	verticale consolidatiecoëfficiënt (trap 5, methode Taylor)	[m <sup>2</sup> /s]
POP	Pre Overburden Pressure	[kPa]

Figuur 19; Grondparameters ten behoeve van zettingsberekeningen



Tabel 4-8 grondparameters voor ontwerp van damwanden en beschoeiingen (karakteristieke waarden)

grondsoort	volumegewicht verzadigd	volumegewicht aardvochtig	hoek van inwendige wrijving	cohesie	lage horizontale beddingsconstanten		
	$\gamma_{verz, kar}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{av, kar}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [-]	$k_{h,1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$k_{h,2}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$k_{h,3}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
veen, mineraalarm	10,00	10,00	15,1	0,00	1.000	500	250
veen, kleilig	10,85	10,85	14,6	0,00	1.000	500	250
klei, humeus	12,80	12,80	36,2	0,00	2.000	800	500
klei, siltig	15,95	15,95	30,7	2,41	3.000	1.500	750
klei, zandig	17,65	17,65	32,7	1,64	4.000	2.000	800
zand	21,00	19,00	32,5	0,00	12.000	6.000	3.000

In de tabellen is:

$\gamma_{verz, kar}$	volumiek gewicht van de verzadigde grond	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma_{av, kar}$	volumiek gewicht van de aardvochtige grond	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\phi'$	effectieve hoek van inwendige wrijving	[°]
$c'$	effectieve cohesie	[-]
$k_{h,i}$	lage horizontale beddingsconstanten, afhankelijk van de vervorming conform tabel 3.15 van CUR 166 [Lit. 8].	[kN/m <sup>3</sup> ]

Figuur 20; Grondparameters ten behoeve van beschoeiingsberekeningen

De in de proevenverzameling aangegeven grondparameters voor de beschoeiingsberekening zijn voor veen zeer conservatief. De verschillen met de schuifsterkteparameters voor stabiliteit zijn groot en niet in verhouding met elkaar. Hierdoor is de beschoeiing zelfs met palen van 12 m niet stabiel te rekenen. AGV heeft voor het ontwerp van de beschoeiing aan de overzijde van de Heinoomsvaart grondparameters gehanteerd met voor veen en veen kleilig een cohesie van 2 à 4 kPa. Dit komt overeen met gemiddelde waarden die ook uit de proeven van HDSR naar voren zijn gekomen.

### 1.1 Karakteristieke waarden

De karakteristieke sterkte eigenschappen (5% ondergrens) van de ondergrond in het beheergebied van AGV zijn opgenomen in Tabel 1. Binnen de proevenverzameling is onderscheid gemaakt tussen verschillende klassen op basis van het natte volumiek gewicht ( $\gamma_{nat}$ ) en het watergehalte (W).

Grondsoort	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]		W [%]	2% rek		5% rek	
				$c'_{kar}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'_{kar}$ [°]	$c'_{kar}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'_{kar}$ [°]
Veen	<10,8	of	>300	1,88	17,28	1,66	29,87
Klei	10,8 - 13,5	en	<300	3,96	17,52	4,60	28,36
	13,5 - 15,0			4,63	20,43	5,05	28,62
	15,0 - 17,0			2,51	25,59	0,00	35,10
	>17,0			1,20	28,95	0,11	35,52

Tabel 1: Karakteristieke waarden (5% ondergrens) van de regionale proevenverzameling met sterkteparameters van de ondergrond in het beheergebied van AGV, september 2016.

Figuur 21; Grondparameters AGV ten behoeve van beschoeiingsberekeningen (2% rek)





Tabel 16: Grond(sterkte)parameters voor damwanden en beschoeiingen

Grondsoort	$\phi$ [°]	c [kPa]
Veen, mineraalarm	15,1	$0,86 * 2,33 = 2,0$
Veen, kleiig	15,3 ( $0,91 * 0,30 = 0,273$ )	$0,86 * 2,59 = 2,23$
Klei, humeus	36,2 → 22,5	0 → 2,0
Klei, siltig	30,7	2,41
Klei, zandig	32,7	1,64
Klei, siltig humeus	25	2

Tabel 4-3 resulterende gemiddelde en karakteristieke schuifsterkte-parameters

grondsoort	verwachtingswaarde verzadigd volume gewicht	beziijk criterium	gemiddeld			karakteristiek			variatie coëfficiënt	
			$\gamma_{verz}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\tan(\phi')$ [-]	$\phi_{gem}'$ [°]	$c_{gem}'$ [kPa]	$\tan(\phi')$ [-]	$\phi_{kar}'$ [°]	$c_{kar}'$ [kPa]	$\tan \phi'$ [-]
veen, mineraalarm	10,2	40% rek	0,52	27,3	2,22	0,48	25,6	0,70	0,05	-
veen, kleiig	11,5	40% rek	0,46	24,7	4,63	0,42	22,5	0,90	0,00	-
klei, humeus	12,6	25% rek	1,24	51,1	0,30	0,81	39,1	0,64	0,06	-
klei, siltig	15,8	25% rek	0,64	32,7	3,38	0,64	32,7	0,61	0,00	-
klei, zandig	17,5	25% rek	0,68	34,1	4,51	0,66	33,4	0,60	0,01	-
zand <sup>[1]</sup>	20,0	-	-	-	-	0,72	32,5	0,00	0,10	-

<sup>[1]</sup> Parameters zijn gebaseerd op tabel 2b uit NEN 9997-1 [Lit. 6]

Tabel 4-4 materiaalfactoren en rekenwaarden schuifsterkte-parameters

grondsoort	verwachtingswaarde verzadigd volume gewicht	materiaalfactor		rekenwaarde	
		$\gamma_{verz}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{m(\tan(\phi))}$ [-]	$\gamma_{m(c)}$ [-]	$\phi_d'$ [°]
veen, mineraalarm	10,2	1,20	1,50	24,8	0,47
veen, kleiig	11,5	1,20	1,50	19,1	0,60
klei, humeus	12,6	1,15	1,20	35,2	0,54
klei, siltig	15,8	1,15	1,20	29,2	0,50
klei, zandig	17,5	1,15	1,20	29,8	0,50
zand <sup>[1]</sup>	20,0	1,15	-	29,0	0,00

<sup>[1]</sup> Parameters zijn gebaseerd op tabel 2b uit NEN 9997-1 [Lit. 6]

Figuur 22; Grondparameters ten behoeve van stabiliteitsberekeningen\*

\*De rekenwaarde voor de hoek van inwendige wrijving voor veen ( $\phi_d'$ ) bedraagt 21,8 in plaats van 24,8.

#### 4.4 Verschil grondparameters toetsing, proevenverzameling en aanvullend

Op het gebied van de sterkteparameters is er een verschil aanwezig tussen de gehanteerde waarden tijdens de toetsing en de proevenverzameling. Aangezien de proevenverzameling conform de laatste richtlijnen is opgesteld is het wenselijk deze aan te houden voor het kadverbeteringsontwerp, mede met het oog op de resultaten van het aanvullende grondonderzoek.



De volumieke gewicht bepalingen uit het aanvullend grondonderzoek wijken af van de waarden uit de toetsing en die van de proevenverzameling.

Uit het aanvullend grondonderzoek blijkt dat er een relatief grote variatie in de samenstelling van het dijkmateriaal aanwezig is. Daarbij was het grondonderzoek ten tijde van de toetsing beperkt wat betreft aantal onderzoekslocaties. Om deze redenen wordt geadviseerd om voor het ontwerp de schuifsterkte-parameters uit de proevenverzameling te hanteren en de verzadigde volumieke gewichten conform het aanvullende labonderzoek van de locatie-specifieke monsters.

Dit is OUT-scope, de resultaten van het aanvullend grondonderzoek zijn zowel positief als negatief, de consequenties van deze wijzigingen zullen volgen uit het op te stellen ontwerp voor de kadeverbetering

#### 4.5 Ophoogmateriaal

Voor het ophoogmateriaal zijn de in grondparameters aangehouden.

Tabel 17; Grondparameters uit aanvullend laboratoriumonderzoek

Grondsoort	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_{rep}$ [°]	$c'_{rep}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'_d$ [°]	$c'_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Erosiebestendige klei	17	17	20	2	17,6	1,7

#### 4.6 Hoogte (= zettingen)

De benodigde hoogte aan het eind van de planperiode van 10 jaar bedraagt NAP +0,25 m. De aanleghoogte van de kadeverbetering bedraagt NAP +0,25 m vermeerderd met de achtergrondzetting gedurende de planperiode van 0,067 m en de optredende zetting gedurende 10 jaar ten gevolge van het ophogen van de kade tot de aanleghoogte.

De optredende zetting gedurende 10 jaar ten gevolge van de aanleghoogte zal berekend worden met behulp van het programma D-Settlement van Deltares. Per kadevak zal een maatgevend dwarsprofiel en bodemopbouw worden bepaald. Tezamen met de toe te passen zettingsparameters uit de proevenverzameling zal dit resulteren in een berekende zetting.

Het zettingsmodel van Koppejan zal worden gebruikt in combinatie met het consolidatiemodel conform Darcy.

#### 4.7 Stabiliteit binnenwaarts (STBI)

In het kader van het ontwerp worden de profielen gecontroleerd op zowel eindstabiliteit<sup>3</sup> (ontwerpprofiel) als uitvoeringsstabiliteit<sup>4</sup> (aanlegprofiel) van het binnentalud. Daarbij wordt de eindstabiliteit getoetst aan de bij de norm behorende schadefactor (0,85) vermenigvuldigt met de schematiseringsfactor. Voor de uitvoeringssituatie wordt getoetst aan een uitvoeringsstabiliteit van (0,85-0,1 =) 0,75 vermenigvuldigt met de (per vak vastgestelde) schematiseringsfactor.

<sup>3</sup> uitgeconsolideerde situatie

<sup>4</sup> stabiliteit direct na aanvullen, waarbij ervan uit is gegaan dat de totale benodigde aanvulling "in één keer" wordt aangebracht



Per profiel wordt een nadere beschouwing gemaakt teneinde te bepalen of aan de genoemde aanvullende eisen aan de uitvoeringsstablieit wordt voldaan. Daarbij is de volgende werkwijze gevolgd:

- De stablieit in de huidige situatie wordt berekend
- Indien blijkt dat de uitvoeringsstablieit hoger is dan de toelaatbare uitvoeringsstablieit en de stablieit in de huidige situatie, dan is geen nadere ontwerpanalyse nodig.
- Indien blijkt dat de berekende uitvoeringsstablieit lager is dan de stablieit in de huidige situatie dan is wel een nadere ontwerpanalyse nodig. Er dient dan een aanpassing op het ontwerp en/of de uitvoeringsfasering te worden bepaald zodanig dat aan de gestelde eisen wordt voldaan.

Bij de bepaling van de uitvoeringsstablieit zal vooralsnog alleen gekeken worden naar de zone 1 cirkels.

De stablieit van het binnentalud wordt berekend met behulp van het programma D-Geo Stability conform de glijcirkel-methode van Bishop.

#### 4.8 Stablieit buitenwaarts (STBU)

De stablieitsanalyse voor het buitentalud wordt eveneens door middel van een glijcirkelanalyse volgens de methode Bishop uitgevoerd. De lengte van de beschoeiingspalen zullen hierin als "forbidden line" worden gemodelleerd.

De hart-op-hart-afstand van de beschoeiingspalen wordt afgestemd op de kleinste straal van de kritieke glijcirkel die onder het schot van de beschoeiing door kan gaan.

Het ontwerp van de beschoeiing zal worden getoetst met behulp van het programma D-Sheetpiling en de vigerende houtnorm waarbij gebruik wordt gemaakt van de in de vorige paragrafen genoemde grondparameters.

