

# Onderzoek Gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten



# Colofon

## Auteurs

Sebastiaan Bosma  
Thijs Langwerden  
Sem Oosse  
Jasper van de Ven

## In opdracht van

Hoogwaterbeschermingsprogramma Rijkswaterstaat  
Yvo Provoost, adviseur waterbouw

Lectoraat Sustainable Flood Defense in River Systems  
Jeroen Rijke, lector

## Begeleiding

Harrie van Rosmalen  
Docent geotechniek en waterbouw Van Hall Larenstein

Jeroen Rijke  
Lector Sustainable Flood Defense in River Systems

## Uitgave

Velp, januari 2017

Onderzoek

# Gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten



Rijkswaterstaat  
*Ministerie van Infrastructuur en Milieu*





# Voorwoord

Het projectteam van de minor Sustainable River Engineering van Hogeschool Van Hall Larenstein presenteert u het onderzoeksrapport 'Gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten'. Het onderzoeksrapport is geschreven door een projectteam bestaande uit vier projectleden die allemaal van een andere opleiding of onderwijsinstelling afkomstig zijn. Het projectteam bestaat uit Sebastiaan Bosma (Van Hall Larenstein, Realisatie Tuin- en Landschapsarchitectuur), Thijs Langwerden (Van Hall Larenstein, Land- en Watermanagement GWW), Sem Oosse (Hogeschool Zeeland, Deltamanagement) en Jasper van de Ven (Avans Hogeschool, Civiele Techniek – Watermanagent).

Binnen dijkversterkingsprojecten is het aanleveren van de geschikte kleisoorten om de dijk mee op te bouwen een grote kostenpost. Het aanleveren van de klei leidt tot overlast en schades in de omgeving van het project. Daarnaast zorgen al de transportbewegingen voor een hoge CO<sub>2</sub>-uitstoot. Rijkswaterstaat heeft extra geld beschikbaar gesteld om overlast bij dijkversterkingsprojecten te beperken. Het toepassen van gebiedseigen grond geeft hier invulling aan. Het onderzoeksteam gaat opzoek naar mogelijke oplossingen om het werken met gebiedseigen grond te stimuleren.

Het projectteam heeft het adviesrapport in een periode van tien weken opgesteld. Door de uitstekende motivatie van het projectteam hebben zich gedurende het proces weinig tegenslagen voorgedaan. Gedurende het proces is het projectteam bijgestaan door Yvo Provoost (Rijkswaterstaat, adviseur waterbouw), Jeroen Rijke (Van Hall Larenstein, Lector Sustainable Flood Defense in River Systems) en Harrie van Rosmalen (Van Hall Larenstein, docent geotechniek en waterbouw). Wij bedanken hen voor de ondersteuning die zij ons gedurende het project hebben gegeven. Eveneens willen wij alle experts van de waterschappen, Rijkswaterstaat, aannemers en kennisinstututen die we hebben mogen interviewen bedanken voor de open instelling, de verkregen informatie en hun interesse in ons onderzoek.

Velp, 20 januari 2017

Sebastiaan Bosma

Thijs Langwerden

Sem Oosse

Jasper van de Ven



# Samenvatting

Uit de laatste toetsingsronde uit 2011 bleek dat dertig procent van de Nederlandse primaire waterkeringen niet voldoen aan de huidige veiligheidsnormen. Er moet flink worden geïnvesteerd om deze keringen op orde te krijgen. Ruim 750 kilometer van deze keringen zijn opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Binnen dit programma werken Rijkswaterstaat en de waterschappen intensief samen om dijkversterkingen slimmer, sneller en beter aan te pakken.

Binnen dijkversterkingsprojecten is het aanleveren van grond en klei de grootste kostenpost. Deze grondstoffen moeten worden aangevoerd omdat de grond in het projectgebied niet voldoet aan de strenge eisen die er aan worden gesteld om de veiligheid te kunnen waarborgen én toetsen. Naast het feit dat de kosten van een dijkversterkingsproject sterk oplopen als de grond moet worden aangevoerd, zorgen de vele transportbewegingen (meestal per vrachtwagen) die hierbij komen kijken voor veel overlast in de omgeving. Denk hierbij aan schades aan huizen en wegen, geluidsoverlast, trillingen en gevaarlijke verkeerssituaties. Daarnaast leiden de vele transportbewegingen tot een hoge CO<sub>2</sub>-uitstoot. Rijkswaterstaat is bereid om extra geld te investeren om de hierboven beschreven problematiek te verminderen.

Het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingen in Nederland is niet eenvoudig. De gebruikte grond, met name klei, moet voldoen aan strenge technische en milieukundige eisen. De wet- en regelgeving staat niet toe om net niet geschikte gronden te gebruiken, omdat deze niet getoetst kunnen worden en de veiligheid dus niet kan worden gewaarborgd. Het komt slechts zelden voor dat deze geschikte grondsoorten aanwezig zijn in het projectgebied. Wanneer de juiste grondsoorten wel aanwezig zijn is het lastig deze goed te ontgraven. De grondslag kan sterk verschillen over korte afstanden, zowel horizontaal als verticaal. Dat maakt het gescheiden ontgraven ingewikkeld. Daarnaast komt er bij dijkversterkingen binnen het HWBP slechts een beperkte hoeveelheid grond vrij omdat voor het versterken van een dijk alleen maar grond benodigd is. Dit is in tegenstelling met bijvoorbeeld Ruimte voor de Rivier projecten, waar juist veel grond vrijkwam.

Het doel van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van de effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans in dijkversterkingsprojecten. Er wordt daarbij gekeken naar de kosten, de technische en juridische haalbaarheid en het milieu. Om dit doel te behalen wordt er in het onderzoek antwoord gegeven op de volgende hoofdvraag: "Wat zijn de effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de kosten, het milieu, de technische en de juridische haalbaarheid van dijkversterkingsprojecten in Nederland?"

In het onderzoek wordt gekeken naar verschillende dijkversterkingsprojecten in Nederland met allemaal een andere ondergrond. Er wordt gekeken naar de dijkversterking Westdijk – Eemdijk-Noord in het Utrechtse veengebied, de Emanuelpolder in het Zeeuwse zeekleigebied en de Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum op de zandige gronden in Noord-Limburg. Er wordt in het onderzoek enkel gekeken naar deze projecten. Uiteindelijk ontvangt de opdrachtgever een onderzoeksrapport waar deze casusprojecten worden uitgewerkt en een memo met daarop de belangrijkste conclusies.

Het onderzoek is opgedeeld in twee delen. Om te beginnen is er een theoretisch kader opgesteld waarin informatie is opgenomen welke relevant is voor een

dijkversterkingsproject. Zo is er gekeken naar de wet- en regelgeving, dijkopbouw, grondopbouw van Nederland, omgevingsfactoren, etc. Deze informatie is verkregen door middel van bureauonderzoek en het afnemen van interviews met experts uit het werkveld. Er zijn zowel experts van overheidsorganen, aannemers als kennisinstituten geïnterviewd.

Na afronding van het theoretisch kader is er gestart met het uitwerken van de drie genoemde casusgebieden. Per casusgebied zijn er gesprekken gehouden met betrokken partijen. Op basis van de hieruit verworven informatie is bekeken waar er binnen het project mogelijkheden lagen om de grondbalans (meer) sluitend te krijgen.

Het grootste probleem binnen het HWBP is dat er maar beperkt grond vrijkomt. Het is daarom van belang dat projecten waar veel grond bij vrijkomt worden gekoppeld dijkversterkingsprojecten. Hier moet in de contractfase van het project al onderzoek naar worden gedaan. Desnoods worden bepaalde projecten naar voren geschoven om toch een koppeling te kunnen vormen. Het is hierbij wel van belang dat de plannings van beide projecten aan elkaar worden afgestemd. Dat kan echter wel voor problemen zorgen. Wanneer het ene project vertraging oploopt, heeft dit directe gevolgen op het andere project. Er ligt een goede mogelijkheid om het verwijderen van de hoogwatervrije terreinen langs de rivieren te koppelen aan dijkversterkingsprojecten. Het verwijderen van deze terreinen zorgt enerzijds voor waterstandsverlaging doordat er minder opstuwing plaatsvindt. Anderzijds komt er bij het ontgraven van deze terreinen klei vrij die gebruikt kan worden in de dijkversterkingsprojecten.

Daarnaast komt uit het onderzoek naar voren dat er flexibeler om moet worden gegaan met de strenge klei-eisen. Tot op heden wordt klei die op één parameter net niet voldoet afgekeurd, omdat de veiligheid niet kan worden gewaarborgd. Het moet mogelijk worden om door het ontwerp aan te passen (bijvoorbeeld: dikker kleipakket aanbrengen) toch met gebiedseigen grond te mogen werken. Daarnaast moet er worden gekeken of het mogelijk is om deze strenge klei-eisen functioneler te maken. Nu staat of valt de kwaliteit van de klei op het niveau van een aantal parameters die samen een lineaire lijn vormen. Wanneer een van de parameters onder deze lijn vallen, voldoet de klei niet. Er is de vraag vanuit de opdrachtgevers om een bandbreedte te ontwikkelen zodat meer klei goedgekeurd kan worden. Mogelijk kan er een relatie worden ontwikkeld tussen de bandbreedte en het ontwerp van de dijk. Dat wil zeggen dat de dikte van de kleilaag afhankelijk is van de plek in de bandbreedte.

Ook kan er, net als bij Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum, een eigen toetsingskader worden ontwikkeld. Op deze manier kan er worden aangetoond dat de gebruikte grond voldoet aan de gestelde eisen. Dit is echter wel een bureaucratisch en tijdrovend knelpunt. Het kost veel tijd en geld om dit op een goede manier te regelen. Vandaar dat dit niet bij ieder project een geschikte oplossing is.

Ook in de contractvorming is het mogelijk om het werken met gebiedseigen grond te stimuleren. Met behulp van het ontwikkelen van een EMVI-criterium dat zich richt op het werken met gebiedseigen grond. Er kan bij de inschrijving een fictieve korting worden gekregen wanneer er met gebiedseigen grond wordt gewerkt. Dit criterium kan procentueel worden opgebouwd.

Een andere mogelijkheid is om te werken met alliantieprojecten. Zo wordt er een bepaalde relatie gecreëerd tussen de opdrachtgever en de opdrachtnemer

waarbinnen er ruimte is om af te wijken van de strenge klei-eisen door bijvoorbeeld het ontwerp aan te passen. Eveneens is het in deze contractvorm eenvoudiger om koppelingen te leggen met projecten, omdat de opdrachtnemer dichter bij de opdrachtgever staat en dus kortere lijntjes heeft naar andere projecten. Ter aanbeveling geeft het onderzoeksteam mee dat er onderzoek moet worden gedaan naar het koppelen van projecten. Er moet worden onderzocht hoe dit het best contractueel vast kan worden gelegd en wie de risico's draagt bij eventuele vertragingen. Daarnaast moet er onderzoek worden uitgevoerd hoe de klei-eisen functioneler kunnen worden gemaakt. Het moet eenvoudiger worden om net niet toepasbare klei te kunnen gebruiken.





# Inhoudsopgave

	Voorwoord	
	Samenvatting	
1.	Inleiding	13
2.	Theoretisch kader	17
2.1	Gesloten grondbalans	18
2.2	Geologie van Nederland	19
2.3	Constructieve dijkopbouw	20
2.4	Alternatieve grondtoepassingen	26
2.5	Wet- en regelgeving	27
2.6	Stakeholdersanalyse	29
3.	Uitwerking casusgebieden	33
3.1	Selectiecriteria casusgebieden	34
3.2	Referentiestudie Ooijen-Wanssum	36
3.3	Dijkversterking Emanuelpolder	42
3.3.1	Toetsing aan selectiecriteria	42
3.3.2	Achtergrond	44
3.3.3	Ontwerp	46
3.3.4	Uitvoering	47
3.3.5	Meekoppelkansen	47
3.3.6	SWOT-analyse	48
3.4	Dijkversterking Westdijk	50
3.4.1	Toetsing aan selectiecriteria	50
3.4.2	Achtergrond	52
3.4.3	Ontwerp	52
3.4.4	Uitvoering	54
3.4.5	Meekoppelkansen	54
3.4.6	SWOT-analyse	56
4.	Conclusie en aanbeveling	59
4.1	Conclusie	60
4.2	Aanbeveling	65
	Bronvermelding	67
	Bijlagen	71
I	Bijeenkomstverslag Projectbureau Ooijen-Wanssum	73
II	Bijeenkomstverslag Deltares	74
III	Bijeenkomstverslag F.L. Liebregts	76
IV	Bijeenkomstverslag Rijkswaterstaat Utrecht	78
V	Bijeenkomstverslag waterschap Rivierenland	80
VI	Bijeenkomstverslag Aannemerscombinatie Moeder Maas	82



# 1. Inleiding

De Nederlandse primaire waterkeringen worden periodiek getoetst om te bepalen of deze voldoen aan de opgestelde veiligheidsnormen. Uit de laatste toetsingsronde van 2011 is gebleken dat ruim 30% van de waterkeringen niet aan de huidige norm voldoet. Dit betekent dat er flink geïnvesteerd moet worden op de primaire keringen weer op orde te brengen. Een deel van deze opgave is reeds verwerkt in diverse uitvoeringsprogramma's. Circa 750 kilometer van de afgekeurde keringen zijn opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Binnen dit programma werken het Rijk en de waterschappen intensief samen om dijkversterkingen slimmer, sneller en beter aan te pakken (Boorsma, 2014).

## Aanleiding

Binnen projecten omtrent dijkversterkingen is veel geld gemoeid en één van de grootste kostenposten is grond. Deze kostenfunctie kan grofweg worden opgedeeld in de aanschaf- en transportkosten. De tegenwoordig geaccepteerde grondsoorten voor dijkversterking worden steeds moeilijker leverbaar. Dit leidt tot grotere transportafstanden, verhoging van de kosten en vertraging van het project. Het gebruiken van niet-gebiedseigen grond zorgt ervoor dat vrachtverkeer grote afstanden moet afleggen om deze grond op de juiste plek te lossen. Dit transport zorgt voor overlast voor mens en natuur. Het verminderen van dit transport per as komt tevens ten goede aan de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Daarnaast kan het geld dat momenteel wordt gependend aan de verwerving van de geschikte grondsoorten drastisch worden vermindert als men bij dijkversterkingen gebruik maakt van gebiedseigen grond.

## Probleem

Gebruik maken van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingen in Nederland is geen eenvoudige opgave. Het materiaal moet voldoen aan strenge technische en constructieve eigenschappen, deze grondsoorten zijn over het algemeen niet direct beschikbaar binnen het betreffende plangebied. In het venige westelijk rivierengebied zijn minder geschikte grondsoorten voorhanden dan in het Friese of Zeeuwse zeeleigebied. Ook kan de hoeveelheid grond een probleem zijn. Binnen het HWBP zijn de meeste rivierdijktrajecten afgekeurd op de faalmechanismen piping en macrostabiliteit. De oplossingen voor deze faalmechanismen kosten veel grond. Deze hoeveelheid grond moet dan wel beschikbaar zijn in het gebied.

## Onderzoeksvragen

Om een antwoord te kunnen geven op de probleemstelling is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

- *Wat zijn de effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de kosten, het milieu, de technische en de juridische haalbaarheid van dijkversterkingsprojecten in Nederland?*

Om antwoord te geven op de hoofdvraag, zijn verschillende deelvragen opgesteld. Deze deelvragen worden in onderstaande volgorde beantwoord in het adviesrapport.

- *In hoeverre hebben stakeholders invloed op het toepassen van een gesloten grondbalans in dijkversterkingsprojecten?*

- *Hoe kan de grond worden gebruikt zonder de omgeving (mens, natuur en landschap) te schaden?*
- *In hoeverre is de geografische locatie in Nederland bepalend voor het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten?*
- *Wat doet het toepassen van een gesloten grondbalans met de uitvoerbaarheid van het project? Zowel in het voortraject als in de daadwerkelijke uitvoering.*
- *Wat doet het toepassen met van een gesloten grondbalans met de kosten van een dijkversterkingsproject? Zowel gekeken naar het voortraject als naar de uitvoering.*
- *In hoeverre kan het gebruik van gebiedseigen grond zorgen voor een meerwaarde van het dijkversterkingsproject? En wat zijn de mogelijke negatieve aspecten?*
- *In hoeverre is de wet- en regelgeving kijkend naar transporteren en verwerken van grond beperkend in het gebruik van de grond in het projectgebied?*
- *Welke mogelijke risico's kunnen er optreden bij het toepassen van een gesloten grondbalans en wat zijn de gevolgen hiervan?*

### Doel

Het doel van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van de effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de kosten, technische haalbaarheid en juridische haalbaarheid van dijkversterkingsprojecten.

### Leeswijzer

In dit onderzoeksrapport wordt allereerst in **hoofdstuk 2** het theoretisch kader uitgewerkt. Hierin wordt de definitie van een gesloten grondbalans beschreven. Daarnaast wordt er gekeken naar de verschillende bodemtypes in Nederland. Ook wordt de opbouw van een dijk omschreven en wordt er gekeken naar alternatieve grondtoepassingen zoals het opwaarderen van grond. Verder wordt er aandacht besteed aan de Nederlandse wet- en regelgeving. Er wordt afgesloten met een analyse naar de betrokken partijen binnen een dijkversterkingsproject. In **hoofdstuk 3** worden er op basis van het in hoofdstuk 2 beschreven theoretisch kader een drietal casusgebieden uitgewerkt. Allereerst wordt de keuze voor de casusgebieden onderbouwd gevolgd door een uitwerking van alle gebieden op basis van ontwerp, uitvoering en meekoppelkansen. Er wordt afgesloten met een SWOT-analyse voor de gebieden. **Hoofdstuk 4** bestaat uit de conclusie, discussie en aanbevelingen. De verschillende deelvragen en de hoofdvraag worden beantwoord. Het onderzoek wordt geëvalueerd en er worden enkele aanbevelingen gegeven voor vervolg onderzoeken.





# 2



# Theoretisch kader



In dit hoofdstuk wordt het theoretisch kader gemaakt op basis waarvan het vervolg van het project wordt gebaseerd. In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar de definitie van een gesloten grondbalans. Daarnaast wordt de bodemopbouw van Nederland beschreven en wordt gekeken hoe dijken worden opgebouwd. Verder wordt er gekeken of er alternatieve mogelijkheden zijn om grond te gebruiken bij dijkversterkingsprojecten en wordt de Nederlandse wet- en regelgeving omtrent dijkbouw beschreven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een algemene stakeholdersanalyse voor dijkversterkingsprojecten.

## 2.1 Gesloten grondbalans

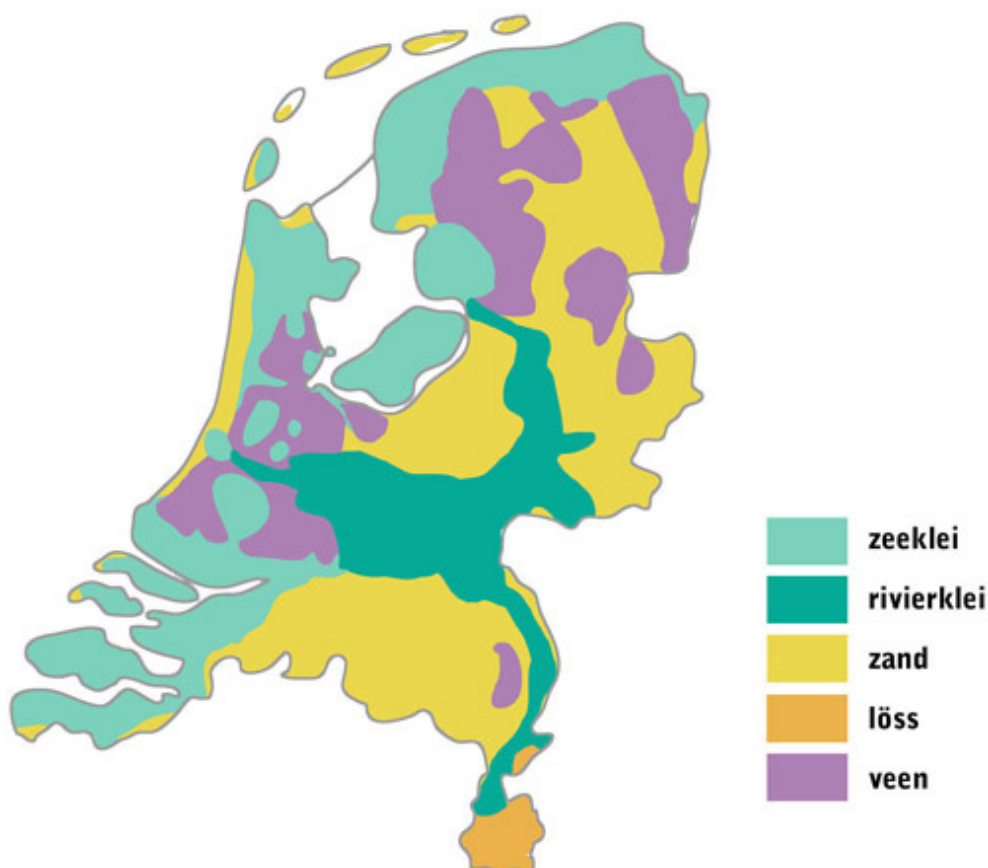
Onder een grondbalans wordt de rekensom verstaan van aan- en af te voeren grond. Wanneer deze grondstromen in evenwicht zijn, is er sprake van een gesloten grondbalans. Dit wil grofweg zeggen:

hoeveelheid te deponeren grond – hoeveelheid af te graven grond = 0 m<sup>3</sup>

In de praktijk uit zich dit bijvoorbeeld in de af te graven humeuze bovengrond (ongewenste grond) en aan te voeren ophoogzand (gewenste grond) bij burger- en utiliteitsbouwprojecten.

In het kader van het onderzoek naar het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten komt het uitwisselen van grond niet aan bod. Het uitgangspunt is dat de aan te voeren gewenste grondsoorten worden verworven binnen het werkgebied van het dijkversterkingsproject. De grondstromen verlaten zodoende het werkgebied niet. Het streven naar een gesloten grondbalans wordt dus bereikt door 'gebiedseigen grond' toe te passen.

Figuur 2.01  
Bodemkaart van  
Nederland (Van de  
Wittenboer, z.j.)





## 2.2 Geologie van Nederland

Bij het werken met een gesloten grondbalans is de opdrachtnemer afhankelijk van de gebiedseigen grond in een specifieke omgeving. Omdat iedere grondsoort verschillende (constructieve) eigenschappen heeft is het van belang globaal te bekijken in welke omgeving het dijkversterkingsproject zich bevindt. Dit is immers de aanbodkant van het te gebruiken materiaal.

De geschiktheid van grondsoorten hangt er voornamelijk vanaf in welke mate deze samendrukbaar en waterdoorlatend zijn wat bepaald wordt door de samenhang van de grondsoort.

- Onsamenhangende gronden, ook wel niet-cohesieve gronden genoemd. Deze gronden zijn weinig samendrukbaar en goed doorlatend, bijvoorbeeld zand en grind.
- Samenhangende gronden, ook wel cohesieve gronden genoemd. Deze gronden zijn vaak sterk samendrukbaar en slecht doorlatend, bijvoorbeeld klei, leem, veen en löss. (Zwanenburg & Backhausen, 2014)

Er is een grote diversiteit aan grondsoorten in Nederland, daarom is gekozen voor het maken van onderscheid in hoofdgroepen. Deze sterk vereenvoudigde indeling (figuur 2.01) bestaat uit zandgronden, kleigronden, veengronden en lössgronden.

### Zandgronden

Zandgronden beslaan het grootste deel van Nederland en komen voornamelijk in het oosten van het land voor. Zand is een onsamenhangend sediment dat is opgebouwd uit afzonderlijke korrels van tussen de 0,063 en 2 millimeter, waardoor de waterdoorlatendheid behoorlijk groot is. Echter is zand slecht samendrukbaar wat het geschikt maakt als fundatiemateriaal. Als bekleding van een dijk is het vanwege de hoge waterdoorlatendheid niet geschikt.

### Kleigronden

Kleigronden komen van nature voor langs de kust en in het rivierengebied en laat zich dan ook verdelen in zee- en rivierklei. De eigenschappen van klei worden gegeven door de plaatvormige lutumdeeltjes die een maximale grootte hebben van 0,002 millimeter. Deze deeltjes verstopen de poriën waardoor een zekere waterdichtheid ontstaat. Doordat klei erg samenhangend, weinig waterdoorlatend en niet erg gevoelig voor erosie is, dient het als geschikt materiaal voor de bekleding van dijken. Klei is wel gevoeliger voor zetting dan zand, wat het als fundatie minder geschikt maakt.

### Veengronden

Veengronden komen vooral in het westen en noorden van het land voor. Veen is ter plaatse ontstaan uit resten van plantaardig materiaal en dus niet uit minerale deeltjes. Veen is een samenhangende grondsoort die slecht doorlatend is en zeer sterk kan worden samengedrukt. Dit maakt het zeer zettingsgevoelig en daardoor niet geschikt als funderingsmateriaal.

### Lössgronden

Lössgronden komen enkel voor in Zuid-Limburg waar geen bedijkte rivieren voorkomen. Lössgronden leveren daarom geen aandeel in dijkversterkingsprojecten en worden om deze reden niet verder behandeld in dit rapport. (Van Heerden, 2014)



## 2.3 Constructieve dijkopbouw

In het onderzoek wordt er gekeken naar de primaire waterkeringen van Nederland. Deze zijn te onderscheiden in zeedijken en rivierdijken. Deze twee typen dijken hebben zowel overeenkomsten als verschillen in de opbouw ervan. In deze paragraaf worden beide typen keringen bekeken. Er wordt gekeken naar de opbouw van de dijken. Welke grondsoorten zijn er voor nodig en welke eisen hangen hieraan vast? Daarnaast wordt er ook gekeken naar de verschillende soorten bekledingen die kunnen worden toegepast. Hierbij wordt ook gekeken naar de eisen die aan de bekleding hangen. Tot slot worden de verschillende mogelijkheden gegeven die gebruikt kunnen worden om de kering stevig genoeg te krijgen wanneer er door bijvoorbeeld bebouwing te weinig ruimte is om de kering geheel van grond op te bouwen.

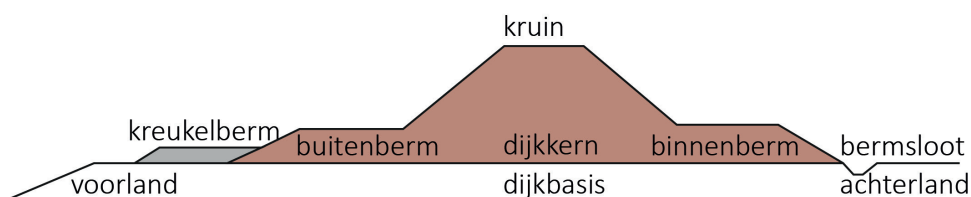
### Soorten dijken

Het verschil tussen zee- en rivierdijken zit hem in de manier waarop ze worden belast door het water. Een rivierdijk wordt gedurende relatief lange periodes aan hoogwater blootgesteld. De aandacht bij rivierdijken is dus voornamelijk gericht op de elementen die betrekking hebben op piping, binnenwaartse macrostabiliteit en microstabiliteit.

Zeedijken worden op een andere manier belast. Het gaat hierbij voornamelijk om relatief kortdurende belastingen die voornamelijk uit golfaanvallen bestaan. Er wordt bij een zeedijk dus voornamelijk aandacht besteed aan het buitentalud, de kruinhoogte en de bekleding.

In figuur 2.02 is een principeprofiel weergegeven dat zowel voor een zeedijk als een rivierdijk kan worden gebruikt.

**Figuur 2.02**  
Principeprofiel zee-/  
rivierdijk exclusief  
bijzondere elementen  
(aangepast van TAW,  
2001)



In het dwarsprofiel zijn de volgende elementen te onderscheiden:

Elementen met betrekking tot de ondergrond:

- vooroever en voorland;
- dijkbasis;
- achterland.

Constructieve elementen:

- kreukelberm (zee- of meerdijk)/plasberm (rivierdijk);
- buitenberm (incl. bekleding);
- buitentalud (incl. bekleding);
- dijkkern;
- kruin (incl. bekleding);
- binnentalud (incl. bekleding);
- binnenberm;
- berm/-dijksloot.

Al deze elementen samen zorgen ervoor dat de kruin op zijn plaats blijft en dus ook de juiste hoogte houdt. Als een van deze elementen niet in orde is, komt de hele functie van de dijk in gevaar.

In tabel 2.01 is inzichtelijk gemaakt welk element betrekking heeft op welk faalmechanisme.

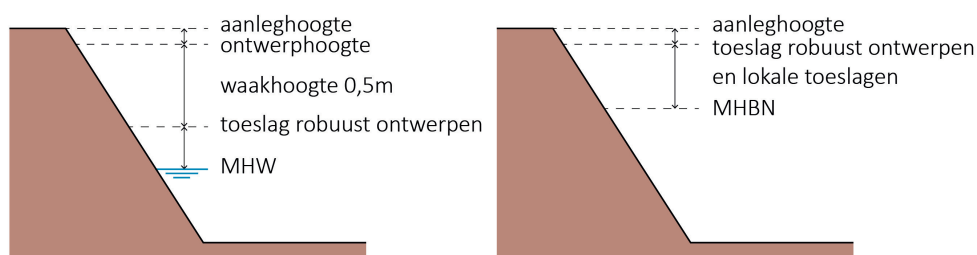
	zetting	golfoverslag	afschuiven buitentalud	afschuiven binnentalud	zettingsvloeiing	microstabiliteit	piping
kruin	X	X	X	X		X	
dijkkern	X	X	X	X		X	X
buitentalud		X	X			X	X
buitenberm		X	X			X	X
lage buitenberm			X			X	
binnentalud		X		X		X	X
overgangstalud		X	X			X	X
binnenberm				X		X	X
bermsloot				X		X	X
dijkbasis	X		X	X	X	X	X
voorland		X	X		X		X
achterland				X		X	X

Tabel 2.01  
Elementen  
faalmechanismen  
(aangepast van TAW,  
2001)

Een dijk bestaat uit een kern met daaromheen een ondoorlatende kleilaag. Om deze laag intact te houden wordt deze bekleed. De kern van een dijk bestaat doorgaans uit zand of klei. In principe kan vrijwel iedere grondsoort worden gebruikt in de kern van de dijk, zolang deze maar vormvast genoeg is (Huub de Bruijn, Deltares, 2016). Om deze kern wordt een kleilaag aangebracht om ervoor te zorgen dat er geen water door de dijk kan stromen. Aan deze kleilaag zijn strenge eisen gesteld. Er wordt voornamelijk getoetst op plasticiteit en erosiebestendigheid. Er zijn tot op heden geen functionele eisen om de te kijken of de klei wel of niet voldoet. De klei wordt tot op heden nog altijd gecontroleerd op basis van empirisch bepaalde gegevens. De kleilaag wordt afgedekt met een bekleding. Dit kunnen zowel harde als zachte bekledingen zijn. De verschillende bekledingen worden later in dit hoofdstuk nader toegelicht.

Iedere dijk moet op een stevige ondergrond worden opgebouwd om te voorkomen dat er teveel zetting optreedt waardoor de hoogte van de dijk in het geding komt. Afhankelijk van het type ondergrond moet er een ontwerp worden gemaakt. In het algemeen wordt er uitgegaan van de volgende structuren (figuur 2.03) om de hoogte van een dijk te bepalen. In deze figuur staan twee methodes om de ontwerphoogte te bepalen. De methode welke de hoogste uitkomst geeft wordt toegepast om de eigenlijke ontwerphoogte aan te passen.

**Figuur 2.03**  
Bepaling hoogte van een dijk (aangepast van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007)



MHW = Maatgevende HoogWaterstand

MHBN = Maatgevend Hydraulisch BelastingNiveau

### Klei

Klei wordt in dijken op twee verschillende manieren gebruikt, als deklaag of als kern. Wanneer klei als deklaag wordt gebruikt heeft deze als voornaamste functie om de doorlatendheid van de dijk te beperken. Daarnaast kan de kleideklaag ook de substraatfunctie voor de bekleding vervullen. De kleideklaag wordt namelijk beschermd met een gras- of steenbekleding.

Het type klei dat wordt gebruikt bepaalt mede het type bekleding dat op de dijk wordt toegepast. Wanneer er erosiebestendige klei wordt toegepast, kan er een bekledingstype worden toegepast dat minder erosiebestendig is. Andersom geldt hetzelfde, wanneer er weinig erosiebestendige klei wordt toegepast, is het van belang dat er een stevige bekleding wordt toegepast.

Klei die voor de kern wordt gebruikt heeft als belangrijkste functie zijn vormvastheid. Dit hangt zeer sterk samen met het watergehalte in de klei. Hoe lager het watergehalte, des te meer vormvast is de klei.

Er zijn in hoofdlijnen drie verschillende soorten klei die gebruikt kunnen worden voor de opbouw van dijken. Dit zijn:

1. Erosiebestendige klei
2. Matig erosiebestendige klei
3. Weinig erosiebestendige klei

Het onderscheid tussen deze categorieën is voornamelijk gebaseerd op de Atterbergse grenzen (vloeigrens en uitrolgrens) en het zandgehalte. Daarnaast wordt er ook gekeken naar het organische stofgehalte, zoutgehalte, kalkgehalte, verkleuringen en geur. Ook toxiciteit en milieueffecten zijn meegenomen. In tabel 2.02 zijn alle waarden behorende bij iedere erosieklasse beschreven.

Klei uit categorie 1 is het meest geschikt om te gebruiken als deklaag voor een dijk vanwege zijn erosiebestendigheid. Vaak wordt op deze categorie 1 klei een laagje klei van categorie 2 of 3 aangebracht omdat gras zich hierop beter kan wortelen. Deze categorieën klei ontleen hun erosiebestendigheid op deze manier aan het gras.

	vloeigrens	plasticiteitsindex	zandgehalte		organische stofgehalte	zoutgehalte	watergehalte deklaag	watergehalte kern	kalkgehalte
categorie I	> 45	< 0,73*(w <sub>i</sub> -20)	< 40	< 5	< 4	> 0,75	> 0,6	< 25	
categorie II	< 45	> 18	< 40	< 5	< 4	> 0,75	> 0,6	< 25	
categorie III	< 0,73*(w <sub>i</sub> -20)	< 18	> 40	< 5	< 4	> 0,75	> 0,6	< 25	

Tabel 2.02  
Waarden per erosieklasse (aangepast van TAW, 1996)

### Bekleding

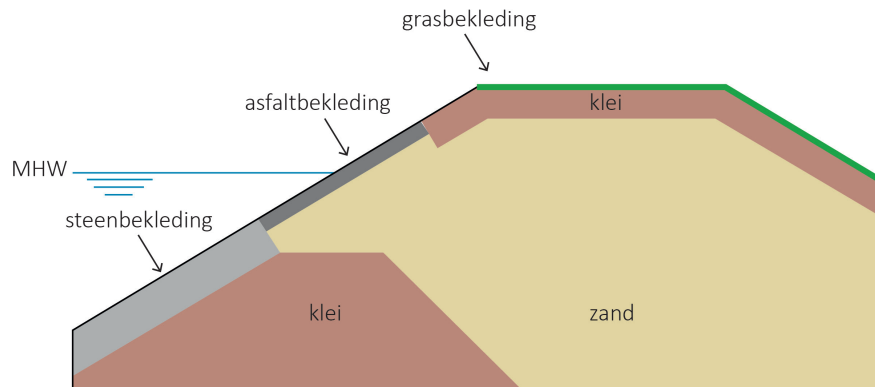
De bekleding van een dijk heeft verschillende functies. Deze zijn in tabel 2.03 te vinden.

primaire functie: <i>de waterkering beschermen zodat deze haar functie kan vervullen</i>	secundaire functie <i>waterbouwkundig</i>	secundaire functies <i>overig</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erosiebestendig</li> <li>materiaaltransport onderliggend materiaal</li> <li>weerstand tegen ongewenste vormverandering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>reductie van golfoploop</li> <li>waterdichtheid van de kering</li> <li>beperken van onderhoud</li> <li>verhogen macrostabiliteit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verkeer</li> <li>recreatie</li> <li>wonen</li> <li>ecologie</li> <li>agrarisch medegebruik</li> </ul>

Tabel 2.03  
Functies dijkbekleding (aangepast van Deltares, 2015)

In de meeste gevallen bestaat de functie van de bekleding uit een combinatie van een aantal van deze functies. In figuur 2.04 is te zien wat er allemaal tot de bekleding van een dijk wordt gerekend.

**Figuur 2.04**  
Bepaling hoogte van  
een dijk (aangepast van  
Deltares, 2015)



Volgens het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (TAW, 2001) zijn er een vijftal factoren die een rol spelen in de keuze voor een bepaald type bekleding. Het gaat om de volgende factoren:

- de doorlatendheid van de toplaag, bepalend voor de wijze van overdracht van de hydraulische belasting op de bekleding zelf en op het onderliggende grondlichaam;
- de minimaal benodigde bekledingsdikte met het oog op de geotechnische stabiliteit;
- de dikte en samenstelling van het filter;
- de stabiliteit grensvlak tussen filter en daaronder gelegen materiaal;
- wanneer is een kleilaag nodig, en hoe dik moet die zijn.

Er zijn verschillende manieren om een dijk te bekleden. De verschillende traditionele manieren zijn weergegeven in tabel 2.04. Deze tabel is afkomstig uit Handreiking Dijkbekledingen Deel 1: Algemeen, 2015.

In bijlage 1 van de Handreiking Dijkbekledingen Deel 1: Algemeen zijn alle verschillende bekledingstypen nader toegelicht.



	kenmerken	voorbeelden	kritieke parameters	faalmechanismen
losgestorte elementen	los gestort geen cohesie interactie mogelijk eenvoudig aan te leggen	natuursteen betonnen kubussen interlock elementen	taludheiling soortelijk gewicht steendiameter	stabiliteitsverlies verplaatsing van stenen materiaaltransport
flexibele natuurlijke aaneengesloten mat	versterking grond sterkte door natuurlijke groei	(versterkt) gras klei	sterkte vegetatie/cohesie beheer dichtheid verbindingen	erosie vervorming
verpakte bekledingen	verpakte kleinere elementen	geotextiele tubes schanskorven	sterkte verpakking gewicht	verplaatsing vulmateriaal vervorming bezwijken verpakking
coherente materialen: gezette bekledingen en blokkenmatten	interactie met andere gelijke elementen nauwkeurig gezet relatief glad	zuilen blokkenmat interlockstenen	toplaagdikte samenhang onderlaag doorlatendheid gewicht	oplichten vervorming afschuiving opsluitingen/overgangen materiaaltransport
plaatbekledingen (open/dicht)	lengte en breedte > dikte momenten + dwarskrachten inwendig verspreid	betonplaten	gewicht plaatdikte buigtreksterkte vermoeiingsweerstand stijfheid holten onder toplaag	oplichten breuk afschuiving
monoliete bekleding (open/dicht)	aaneengesloten hydraulisch doorlatend	open steenasfalt zandasfalt asfaltbeton	gewicht plaatdikte holten onder toplaag buigtreksterkte vermoeiingsweerstand	erosie vervorming opdrijven afschuiven

Tabel 2.04  
Functies dijkbekleding  
(aangepast van  
Deltares, 2015)

## 2.4 Alternatieve grondtoepassingen

In deze paragraaf wordt er gekeken naar oplossingen die gebruikt kunnen worden om net afgekeurde grond toch te kunnen gebruiken in een dijklichaam. In het vervolg van het rapport wordt er vanuit gegaan dat de hieronder genoemde technieken toe te passen zijn in het werkveld.

### Opwaarderen van grond

Bij deze techniek wordt slappe klei versterkt door er een vooraf gefabriceerd mengsel (GeoCrete), dat onder andere kalk bevat er doorheen te mengen. Het is tot op heden in meerdere dijkversterkingsprojecten gebruikt om de grond op deze manier op te waarderen. Echter heeft deze methode ook zijn keerzijde. Door het mengen van klei, kan deze klei niet langer getoetst worden volgens de klei-eisen (bijlage IV: Provoost, 2016).

### Onderlagen

Er wordt op dit moment onderzoek gedaan of het mogelijk is om andere onderlagen dan klei toe te passen voor steenzettingen. Hierbij valt te denken aan slakmengsels of mijnsteen. Er zijn op dit moment echter nog geen civieltechnische richtlijnen voor deze onderlagen (Projectbureau Zeeweringen, 2016).

### Omputten

Het kan voorkomen dat geschikte klei zich in diepere lagen onder het maaiveld bevindt. In dit geval kan worden besloten deze klei onder de toplaag vandaan te halen en de ontstane kuilen met een andere grondsoort op te vullen. Echter is deze klei uit diepere lagen vanwege zuurstoftekort niet direct toepasbaar. De klei dient eerst geruime tijd over een perceel worden uitgespreid waar het kan rijpen. De reden waarom dit niet vaak gebeurt is omdat men in dit proces afhankelijk is van ruimte, tijd en goed weer. Drie criteria die in Nederland erg lastig te combineren zijn (De Bruijn, 2016).

## 2.5 Wet- en regelgeving

Bij grondverzet zijn vele onderdelen van wetten, besluiten en regelingen van toepassing. In dit hoofdstuk worden enkele van deze documenten kort uiteengezet. Het betreft hier wet- en regelgeving die relevant zijn bij handelingen met grond bij projecten omtrent dijkversterkingen.

### Waterwet

De kern van de Waterwet is in feite het beheer van de Nederlandse watersystemen, waaronder waterkeringen, oppervlaktewater- en grondwaterlichamen (Kenniscentrum InfoMil, z.j.).

Volgens het eerste lid van artikel 2.1 is de toepassing van de Waterwet gericht op:

- a. het voorkomen en waar nodig beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste;
- b. het beschermen van en het verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen;
- c. vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Maatregelen die worden getroffen ten behoeve van het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten dienen aan de sluiten op de doelen uit de Waterwet die hierboven zijn opgesomd.

### Besluit bodemkwaliteit

Voor het van toepassen van grond zijn regels van toepassing die zijn opgenomen in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk). Dit is een besluit op grond van de Wet milieubeheer, de Wet bodembescherming en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Bodem+, 2011). Binnen het Bbk zijn er verschillende toetsingskaders voor de toepassing van grond of baggerspecie:

- generiek kader;
- gebiedsspecifiek kader.

Het generiek kader bestaat uit een toetsingskader dat is opgebouwd uit landelijke uniforme regels en normstelling. Het bevoegd gezag (gemeenten of waterkwaliteitsbeheerders) kan afzien van het generieke beleid. Dit kan een keus zijn door bijvoorbeeld de aanwezigheid van lokaal verhoogde achtergrondgehalten (SRE Milieudienst, 2012). Hiervoor stelt het bevoegd gezag een gebiedsspecifiek kader op.

Het Bbk maakt hergebruik van materiaal eenvoudiger, maar de voorwaarde is dat hergebruik functioneel moet zijn om onderscheid te kunnen maken met het storten van afvalstoffen (Sterk & De Boer, 2013). Partijen grond mogen alleen volgens de regels van het Besluit worden toegepast als sprake is van een 'nuttige toepassing'. Volgens artikel 36, onderdeel d, van het Bbk geldt de toepassing van grond in ophoging van waterbouwkundige constructies, met het oog op de hoogwaterveiligheid, als een nuttige toepassing. De toepassing van grond of baggerspecie moet daarentegen wel afgestemd zijn op de kwaliteit en de functie van de ontvangende bodem die zijn vermeld in het vigerende toetsingskader.

Op grond van artikel 63, lid 1 van het Bbk geldt er voor grootschalige toepassingen van grond en baggerspecie een bijzonder toetsingskader. Dit is geïntroduceerd doordat in het verleden uitvoeringsproblemen ontstonden bij de aanleg van grote grondlichamen door de kosten van schone grond.

Er is sprake van een grootschalige toepassing bij een volume van minimaal 5.000 m<sup>3</sup> met een laagdikte van minimaal twee meter. Middels het bijzondere toetsingskader kan toetsing van de kwaliteit en de functie van de ontvangende bodem achterwege gelaten worden.

Voor de grootschalige toepassingen gelden de volgende aanvullende eisen:

- de toe te passen grond en baggerspecie dient afgewerkt te worden met een leeflaag van minimaal 0,5 meter;
- de toe te passen grond en baggerspecie mogen de maximale waarden voor de klasse industrie niet overschrijden;
- de kwaliteit van de contactzone moet aansluiten op die van de omgeving of de functie van de bodem.

## 2.6 Stakeholdersanalyse

Een stakeholdersanalyse is een hulpmiddel om inzichtelijk te maken welke actoren van invloed zijn op een project en op welke manier zij betrokken zijn. Het doel van een stakeholdersanalyse is om de stakeholders te identificeren en een actieplan te maken om de stakeholders te managen (Lean Six Sigma, 2013). Deze stakeholderanalyse richt zich op de stakeholders binnen een dijkversterkingsproject van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

### Begrippen

Stakeholder: een belanghebbende die 'iets' van een organisatie verlangt (een belang heeft), dit kan een externe organisatie, persoon of instituut zijn (Lean Six Sigma, 2013).

Key stakeholder: een organisatie, persoon of instituut die het project kunnen maken of breken. Zonder hun medewerking is de uitvoering van het project onmogelijk (StakeholdersLab, z.j.).

Primaire stakeholders: worden direct beïnvloed of geraakt door het project. Hebben een rechtstreeks verband met het project (StakeholdersLab, z.j.).

Secundaire stakeholder: hebben een afgeleid belang. Hebben geen rechtstreeks verband met het project (StakeholdersLab, z.j.).

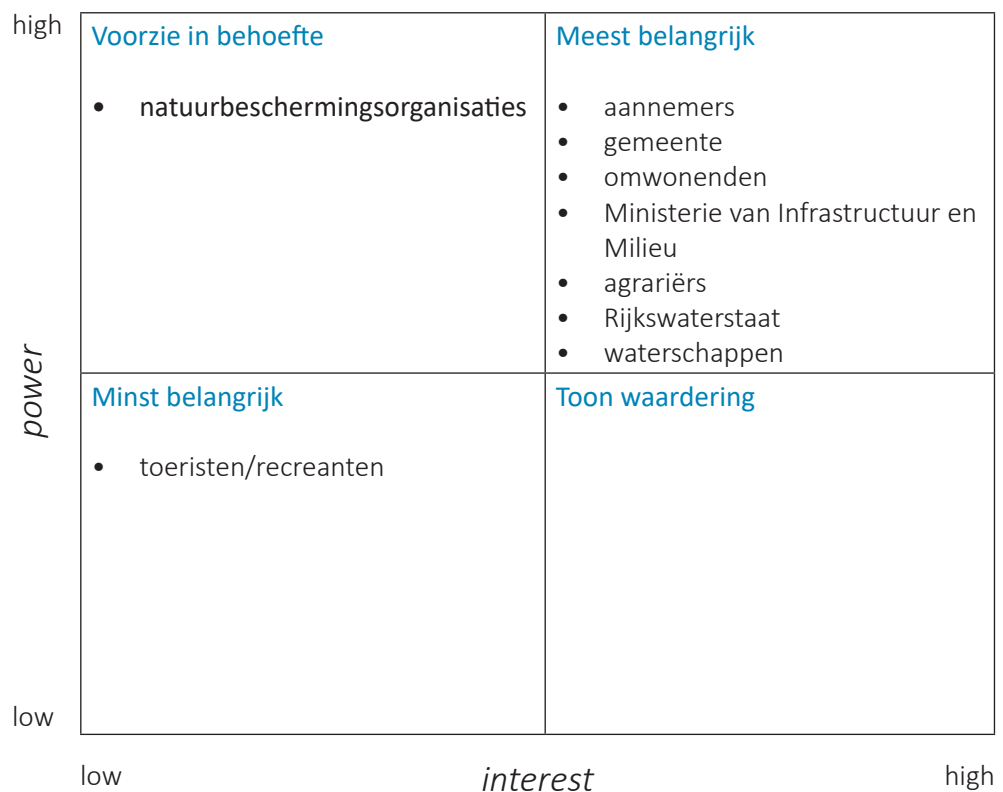
Algemene verdeling stakeholders in een dijkversterkingsproject binnen het HWBP:

Key stakeholders	Primaire stakeholders	Secundaire stakeholders
<ul style="list-style-type: none"><li>• gemeente</li><li>• provincie</li><li>• waterschappen</li><li>• Ministerie van Infrastructuur en Milieu</li><li>• Rijkswaterstaat programmabureau HWBP</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• aannemers</li><li>• bewoners</li><li>• agrariërs</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• toeristen/recreanten</li></ul>

Tabel 2.05  
Stakeholdersanalyse

Stakeholders binnen een dijkversterkingsproject hebben verschillende posities. Sommige stakeholders hebben veel macht en andere hebben juist meer interesse. Alle stakeholders zijn in te delen in vier categorieën: voorzie in behoefte, meest belangrijk, minst belangrijk en toon waardering. Deze worden dan in een power-interest grid toegevoegd. Met een power-interest grid wordt een snel overzicht gegeven van de positie van elke stakeholder binnen een project. In figuur 2.05 zijn alle stakeholder in een power-interest grid verwerkt.

**Figuur 2.05**  
Power-interest grid  
stakeholders







# 3



# Uitwerking casusgebieden



In dit hoofdstuk wordt voor drie casusgebieden bepaald of het werken met een gesloten grondbalans mogelijk is of mogelijk zou zijn geweest. Dit gebeurt op basis van het theoretisch kader uit hoofdstuk 2. De casusprojecten die worden behandeld zijn: gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum, dijkversterking Emanuelpolder en gijkversterking Westdijk.

## 3.1 Zoekcriteria casusgebieden

Voor de casusstudie is het van belang dat er verschillende representatieve casusgebieden worden onderzocht. Hiervoor zijn er voorafgaand aan de casusstudie enkele zoekcriteria opgesteld die leiden tot geschikte deelgebieden.

### Afgekeurde dijktrajecten

Aangezien onderhavig onderzoek voortkomt uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), is het van belang dat de casusgebieden elk een uitvoeringsproject zijn in het kader van het verbeteren van de hoogwaterveiligheid, voor zowel kust- als rivierengebied. Hierbij wordt gefocust op afgekeurde dijken, afgekeurde kunstwerken en overige afgekeurde waterkerende objecten vallen buiten de scope van het onderzoek. Daarnaast dient van het afgekeurde dijktracé de oplossingsrichting van de maatregel te zijn vastgesteld. Dit betekent dat het project in de planuitwerkingsfase of in de realisatiefase zit. Tevens behoren reeds opgeleverde projecten tot de mogelijkheid.

### Bodemopbouw

Het tweede criterium is de globale bodemopbouw van het betreffende gebied. Om het onderzoek zo breed mogelijk te houden, worden de casusgebieden geselecteerd op de aanwezigheid van zand, veen, zeeklei of een sterke variatie in verschillende bodemtypen. Op deze manier komen er drie locaties aan bod die verspreid zijn over Nederland en worden kansen en/of beperkingen per grondsoort behandeld. Bij dit zoekcriterium is de informatie van de Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50.000) leidend. Het bodemtype rivierklei wordt binnen dit onderzoek buiten beschouwing gelaten door de aanname dat rivierklei vrij 'algemeen toepasbaar' is bij dijkversterkingsprojecten. In verband met de relatief korte uitvoeringsperiode van dit onderzoek worden niet alle bodemsoorten behandeld.

### Faalmechanisme

De reden van het afkeuren van een dijktraject, oftewel het faalmechanisme, is tevens een criterium bij de selectie van casusgebieden. Bij het ophogen van een dijk of het aanleggen van een steunberm vindt er, bij traditionele dijkverbetering, meer grondverzet plaats dan bij bijvoorbeeld het vervangen van bekleding. In het kader van het onderzoek naar het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten is de mate van grondverzet wel degelijk van belang. Op basis hiervan wordt de selectie bepaald aan de hand van de volgende faalmechanismen:

- overloop;
- overslag;
- piping;
- micro-instabiliteit;
- macro-instabiliteit binnenwaarts;
- macro-instabiliteit buitenwaarts.

Dit betekent tevens dat de maatregelen voor het op orde stellen van de dijk bestaan uit de traditionele dijkversterkingsmaatregelen waarbij er gebruikt wordt gemaakt van grondoplossingen. Technische oplossingen en constructies, door middel van bijvoorbeeld damwanden en dijkvernageling, vallen buiten de scope van dit onderzoek.

### Beschikbare ruimte

Een andere randvoorwaarde is dat het casusgebied buiten de bebouwde kom ligt. Simpelweg omdat hier meer onbebouwd terrein aanwezig is, in tegenstelling tot stedelijk gebied. Het onbebouwd gebied biedt ruimte voor de zoektocht naar de geschikte grondsoort voor de dijkversterking. Daarnaast is er het praktische punt dat er van bebouwd gebied geen gegevens beschikbaar zijn op de Bodemkaart van Nederland. Tevens is er binnen bebouwd gebied over het algemeen weinig ruimte beschikbaar voor traditionele dijkverbetering.

### Projecten

De projecten die worden behandeld zijn gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum, dijkversterking Emanuelpolder en dijkversterking Westdijk. Echter is het project Ooijen-Wanssum in een dermate vroeg stadium dat deze enkel als referentiestudie is behandeld.



## 3.2 Referentiestudie Ooijen-Wanssum

De Maas stroomt onder andere langs de Noord-Limburgse dorpen Ooijen en Wanssum. Deze dorpen werden, net als de rest van Nederland, in 1993 en 1995 opgeschrikt door overstromingen. De economische schade na de overstromingen was enorm (Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum, 2016). Na deze overstromingen was het Rijk van mening dat er integrale beschermingsprogramma's dienden te komen. Op de korte termijn was dit echter nog geen oplossing op de veiligheid te garanderen. Vandaar dat er in 1996 enkele tijdelijke maatregelen werden getroffen. Zo werden er nooddijken aangelegd en werd de tien kilometer lange Oude Maasarm tussen Ooijen en Wanssum afgesloten. De Oude Maasarm stroomde voorheen altijd mee bij hoogwater. Vandaar dat de afdamming van de Oude Maasarm leidde tot flinke opstuwing van de Maas nabij Broekhuizen. Om deze reden werd het gebied achter de dijken aangemerkt als stroomvoerend en bergend winterbed van de Maas. De oplossingen waren namelijk toch tijdelijk en de Oude Maasarm moest in de toekomst weer meestromen om voor duurzame waterveiligheid te zorgen. Omdat het gebied werd aangemerkt als stroomvoerend en bergend winterbed werd er tussen Ooijen en Wanssum geen toestemming verleend voor nieuwbouw of uitbreiding van gebouwen. In het gebied bevindt zich de nodige (agrarische) bedrijvigheid. Daarnaast ligt er ook een haven. Het project Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum moet voor een definitieve oplossing zorgen voor de hoogwaterproblematiek. Wanneer deze problematiek is verdwenen ontstaan er diverse meekoppelkansen voor economische ontwikkeling, recreatie en natuur.

### Doelstellingen en maatregelen


Met het project Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum wil men een aantal doelstellingen behalen. Zo wil men het gebied beschermen tegen waterstanden die eens in de 250 jaar voorkomen. Daarnaast wil men door de maatregelen een waterstands daling van 35 centimeter bij hoogwater realiseren. Ook wil men de natuur en het landschap ontwikkelen. Een vierde doelstelling is het vergroten van de leefbaarheid in Wanssum. De vijfde en laatste doelstelling is het creëren van ruimte voor economische ontwikkeling.

Om deze doelstellingen te behalen heeft men een aantal maatregelen opgesteld. De eerste maatregel is het aanpassen en aanleggen van zo'n 21 kilometer kade. Daarnaast worden de kades voor de Oude Maasarm verwijderd. De volgende maatregel is het aanleggen van een hoogwatergeul bij Ooijen. Eenzelfde hoogwatergeul wordt ook aangelegd bij Wanssum. Beide hoogwatergeulen worden aangelegd in combinatie met natuurontwikkeling. De volgende maatregel is het afgraven van de Oude Maasarm. Ook dit vindt plaats in combinatie met natuurontwikkeling. Daarnaast worden er twee bruggen aangelegd voor de bereikbaarheid. Naast deze bruggen wordt er ook een nieuwe rondweg aangelegd rondom Wanssum. Deze weg bevat ook een brug over de haven van Wanssum. De laatste maatregel is het bieden van economische ontwikkelingsruimte doordat het gebied niet meer als stroomvoerend en bergend winterbed staat aangemerkt. In het totaal wordt er 2.800 meter harde en 18.850 meter groene kering aangelegd. De keringen worden geen standaarddijken zoals die in het rivierengebied bekend zijn. Het worden landschappelijk goed inpasbare, robuuste kades. Dit wordt aan de ene kant gedaan om het landschap in ere te houden, maar ook om de grote hoeveelheden grond die in het gebied vrijkomt binnen het gebied te kunnen verwerken. In het gebied wordt ongeveer 3.500.000 m<sup>3</sup> grond ontgraven. Op moment van schrijven is voor 3.100.000 m<sup>3</sup> grond een bestemming gevonden binnen het projectgebied. Voor de overige 400.000 m<sup>3</sup> lopen nog onderzoeken

waar deze in het gebied kan worden verwerkt. Wanneer de grondbalans uiteindelijk niet compleet gesloten is, heeft de aannemerscombinatie Mooder Maas nog als alternatief om de grond te verkopen aan particulieren in de omgeving. Zij kunnen de grond gebruiken voor bijvoorbeeld het ophogen van de tuin.



Figuur 3.01  
Topografische kaart  
Ooijen-Wanssum (GIS,  
2017)

 Tracé Maas binnen plangebied

## Situatie

Bij alle ontgravingen in het gebied komt ongeveer 3.500.000 m<sup>3</sup> grond vrij. Er worden verschillende grondsoorten ontgraven. Voornamelijk zand en klei. De klei die wordt ontgraven voldoet niet aan de eisen die benodigd zijn om de klei in keringen te gebruiken. De klei is te zanderig. Deze gegevens zouden betekenen dat de te ontgraven grond moet worden afgevoerd en dat er geschikte grond moet worden aangevoerd. Dit leidt er toe dat er enorm veel transportbewegingen (over de weg of over het water) plaatsvinden. Deze transportbewegingen leiden tot veel overlast voor de omgeving en de overige schepen op de Maas. Daarbij betekent dit een hoge CO<sub>2</sub>-uitstoot van alle vrachtwagens en de schepen. Ook is er in Nederland steeds minder klei beschikbaar en wordt de klei al steeds vaker uit het buitenland gehaald. Er moet dus worden gezocht naar een algemene oplossing om minder klei aan te moeten voeren bij dijkversterkingen.

## Oplossing

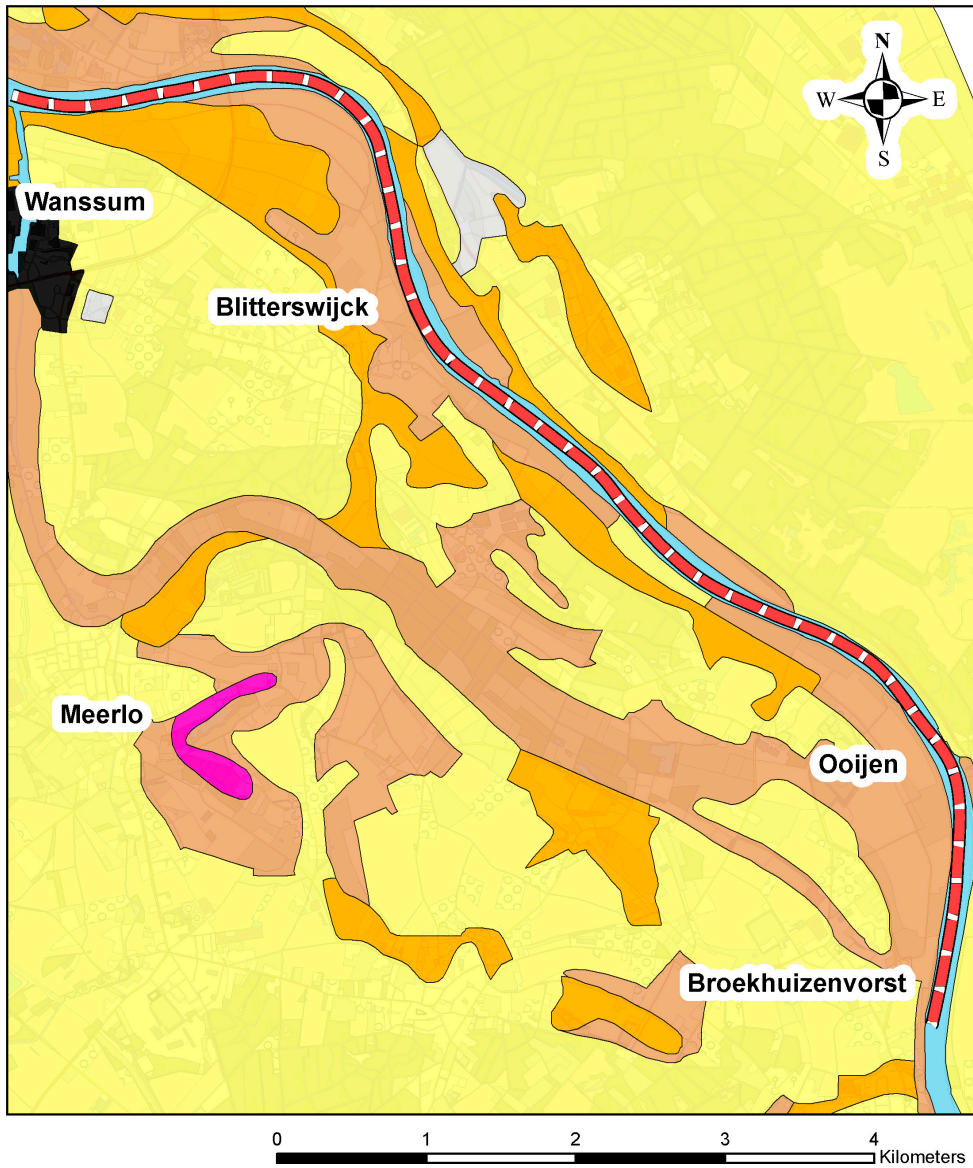
De aannemerscombinatie die het werk Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum gegund heeft gekregen is op zoek gegaan naar een manier om ervoor te zorgen dat de net niet geschikte klei uit het gebied toch gebruikt kan worden in de kades. Hiervoor is een strategisch plan opgesteld om ervoor te zorgen dat ze de steun van het waterschap krijgen.

Het plan van de aannemerscombinatie is om terrassen/kaden aan te leggen en deze vervolgens "in te pakken" met grond. Op deze manier ontstaan er grote kades die van nature al in het gebied voor komen. De kades die worden aangelegd lijken een beetje op de duinen langs de Nederlandse kust. Ze "bewegen" namelijk. Bij hoogwater kalft een deel van de kade af omdat deze bestaat uit klei die niet volledig geschikt is voor dijken. Na een hoogwater moeten de kades dus worden hersteld, vergelijkbaar met de zandsuppleties langs de Nederlandse kust. Bovenop deze kades is er ruimte voor landbouw. Op deze manier kan veel grond die, volgens de eisen niet geschikt is voor een dijk, in het gebied worden verwerkt. Daarnaast gaat er veel minder ruimte voor de landbouw verloren dan bij het op een traditionele wijze aanleggen van een dijk.









Doordat de kering bestaat uit grond die niet aan de strenge eisen voldoet, kan de kering niet getoetst worden volgens de reguliere toetsing. Hiervoor heeft de aannemerscombinatie een oplossing bedacht. Zij ontwikkelen een eigen toetsingskader voor deze specifieke situatie. Dit doen ze door verschillende proeven uit te voeren hoe de kades reageren op hoogwater. Deze proeven worden in samenwerking met Deltares uitgevoerd. Voor de aannemerscombinatie is het belangrijk dat in deze fase het waterschap nauw wordt betrokken. Zij zijn na oplevering verantwoordelijk voor de dijken en dus voor de veiligheid voor de omgeving. Het is van belang dat het waterschap achter de innovatieve denkwijze van de aannemerscombinatie staat. Hierbij helpt het vooraf opgestelde strategisch plan van de combinatie. Het maken van een eigen toetsingskader zorgt voor veel bureaucratische problemen. Hiervoor is in het projectbudget ruimte gemaakt en is in de risicoanalyse veel aandacht aan besteed.

Op dit moment is door het toepassen van deze denkwijze de grondbalans voor 90% gesloten. De aannemerscombinatie is voornemens om de grondbalans volledig sluitend te maken. Vandaar dat men op dit moment op zoek is naar percelen tussen de hoogwatergeul en de Oude Maasarm die mogelijk opgehoogd kunnen worden zodat ze kunnen dienen als hoogwatervrij terrein of ze hun huidige functie kunnen behouden.





Figuur 3.02  
Bodemkaart Ooijen-  
Wanssum (GIS, 2017)

- |  |   |
|--|---|
|  Tracé Maas binnen plangebied |  veen        |
|  niet geclassificeerd         |  zand        |
|  lichte zavel                 |  zoet water  |
|  stedelijk gebied             |  zware zavel |

Wanneer er nog grond overblijft na het ophogen van verschillende terreinen, wordt de grond verkocht aan particulieren in de omgeving door middel van een zogenaamd grondloket.

Om transport van grond binnen het projectgebied, dat ongeveer tien Maaskilometers beslaat, zoveel mogelijk te beperken wordt zoveel mogelijk gescheiden ontgraven onder begeleiding van een bodemexpert. Daarnaast is het totale projectgebied opgedeeld in vijf delen waarbinnen de grond wordt verplaatst. Het verplaatsen van grond tussen deze delen wordt zoveel mogelijk vermeden. Wanneer dit onverhoopt toch noodzakelijk is, wordt de grond per schip vervoerd om overlast zoveel mogelijk te voorkomen.

Het voordeel van dit project is dat er door het ontgraven van de nevengeul veel grond vrijkomt. De aannemerscombinatie heeft ook in het ontgraven van grond gespeeld met het ontwerp. In het eerste ontwerp zou er namelijk nog meer grond vrijkomen. Men heeft de hoeveelheid te ontgraven grond terug kunnen brengen doordat ze de weerstand van de nevengeul op andere plekken weg hebben gehaald om opstuwning te voorkomen. Zo hebben ze meerdere bomen gekapt waardoor de geul minder breed diende te worden. Bij dijkversterkingsprojecten moet worden gezocht naar koppelkansen met andere projecten waarbij veel grond vrijkomt zodat deze grond kan worden gebruikt. Wanneer er te veel grond vrijkomt bij dit project moet er worden gekeken hoe de hoeveelheid te ontgraven grond terug kan worden gebracht. Andersom geldt hetzelfde; wanneer er te weinig grond vrijkomt moet worden gekeken hoe de hoeveelheid te ontgraven grond kan worden vergroot. De ontwerpen moeten op elkaar worden aangepast om tot een ideaalplaatje te komen (bijlage VI: Schellekens, Kusters & Rensen, 2016)

### Conclusie

In het project Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum is het voortouw genomen om gebiedseigen grond te gebruiken. Daarvoor is buiten de traditionele kaders gestapt. Men heeft het aangedurfd om grond die niet volledig voldoet aan de strenge klei-eisen te gebruiken door een eigen toetsingskader te ontwikkelen. Om dit mogelijk te maken heeft de aannemerscombinatie een strategisch plan opgesteld om het waterschap en de omgeving mee te krijgen in het project. Ook levert het opstellen van een eigen toetsingskader de nodige bureaucratische problemen op. Hier is in de risicoanalyse van het project rekening mee gehouden. Daarnaast is er dusdanig met het ontwerp gespeeld dat het ook daarin mogelijk werd om buiten de traditionele aanleg van dijken is gedacht.



## 3.3 Dijkversterking Emanuelpolder

De Emanuelpolder is een gebied op Zuid-Beveland in de provincie Zeeland. Het dijktracé ter plaatse van deze polder is onderdeel van dijkkring 31 en is (voor het grootste deel) in eigendom en beheer van het waterschap Scheldestromen. De betreffende primaire kering is een grasdijk en beschermt het achterland tegen overstromingen vanuit de, aan de zuidzijde gelegen, Westerschelde. Het projectgebied is gelegen in de gemeente Reimerswaal.

### 3.3.1 Toetsing aan zoekcriteria

In deze paragraaf wordt het casusgebied getoetst aan de zoekcriteria die zijn opgesteld in paragraaf 3.1.

#### Afgekeurde dijktrajecten

Het dijktraject Emanuelpolder betreft een zeedijk dat is afgekeurd over een lengte van 2.600 meter. De toetsing van de dijktracé heeft plaatsgevonden in 2010 en het dijkversterkingsproject is in 2015 opgeleverd. De uitvoering van de Emanuelpolder is samen met het project Sint Pieterspolder samengevoegd in één contract. De dijkversterking was onderdeel van 'Project Zeeweringen' een samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat en waterschap Scheldestromen. Dit projectbureau heeft tussen 1997 en 2015 circa 325 kilometer aan zeeweringen verbeterd.

#### Bodemopbouw

Ter plaatse van de Emanuelpolder bestaat het gebied aan de binnendijkse zijde, volgens de Bodemkaart van Nederland (1 : 50.000) een zeekeleigebied dat bestaat uit kalkrijke poldervaaggronden. Een nadere blik op de bodemopbouw, met behulp van de ondergrondmodellen van DINOloket, laat zien dat de klei aan het maaiveld behoort tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren. Deze laag heeft een dikte die varieert tussen de drie en vijf meter. Het kleipakket wordt aan de onderzijde begrensd door een veenlaag van circa anderhalve meter behorende tot de Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket. Aan de buitendijkse zijde (schor van Waarde) liggen gors- en slikvaaggronden die behoren tot de niet gerijpte zeekeleigonden. De opbouw van de bodem is aan de buitendijkse zijde vrijwel identiek aan de binnendijkse zijde.

#### Faalmechanisme

Het dijktraject ter hoogte van de Emanuelpolder is afgekeurd op bekleding en overslag. De maatregelen om de dijk te herstellen bestaan uit traditionele dijkverbetering door middel van grondoplossingen.

#### Beschikbare ruimte

Het dijktraject bevindt zich in zijn geheel buiten de bebouwde kom. Binnendijks ligt de Emanuelpolder, een agrarisch gebied met voornamelijk bouwland (wintertarwe, aardappelen, mais). Aan de buitendijkse zijde ligt de 'Schor van Waarde'.



Figuur 3.03  
Topografische kaart  
Emanuelpolder (GIS,  
2017)

□ Dijktracé Emanuelpolder

0 1 2 3 4 Kilometers

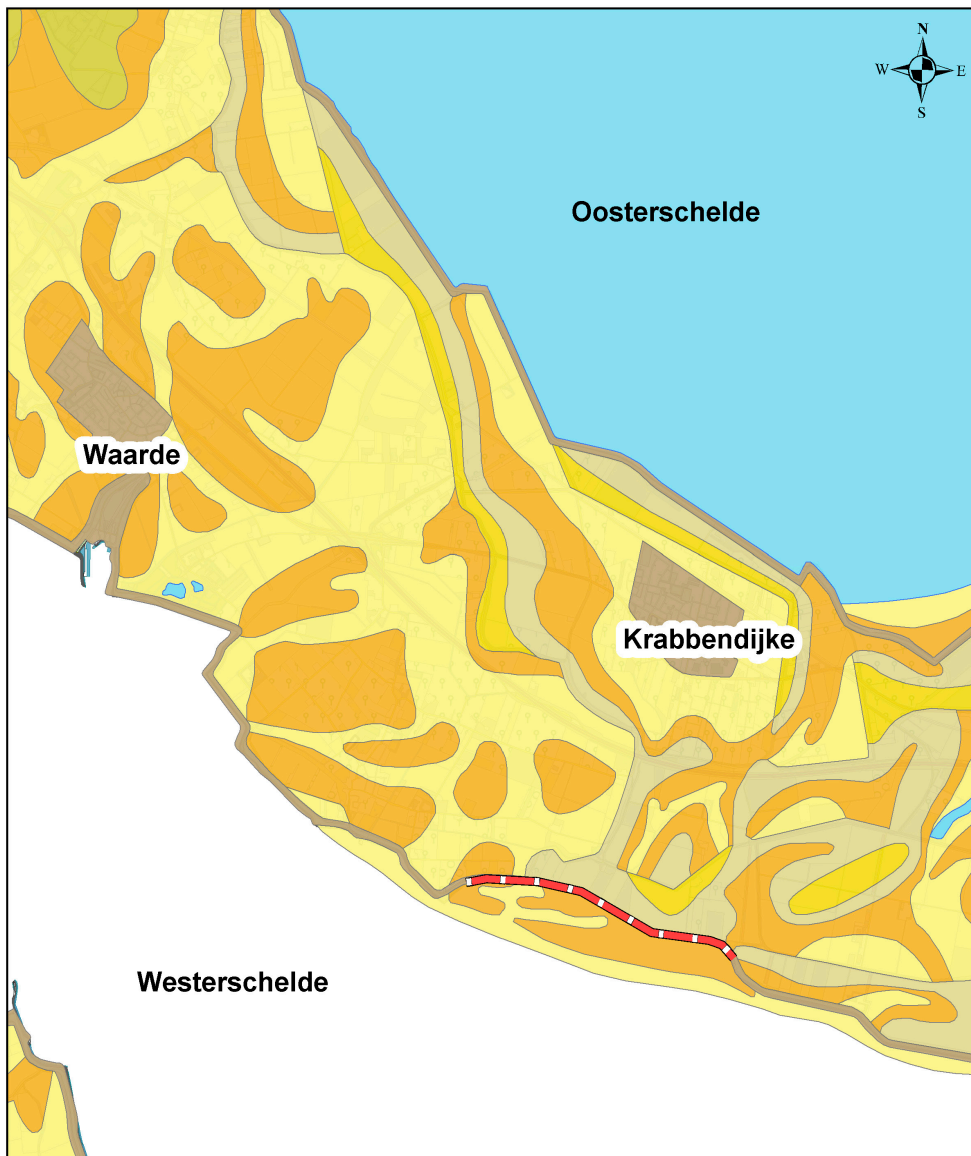
### 3.3.2 Achtergrond

Bij het dijkversterkingsproject Emanuelpolder was reeds het idee geopperd om gebiedseigen grond toe te passen in de betreffende dijk, in Zeeland is immers voldoende potentieel geschikte klei te vinden. Een optie die vaker wordt toegepast, is het gebruiken van klei uit het voorland. Het oog viel op het schor dan net aan de andere kant van de dijk lag. Het schor draagt de naam 'schor van Waarde'. In dezelfde periode startte Provincie Zeeland een initiatief om, ten behoeve van schorherstel in de Westerschelde, schorren te verlagen. Dit plan voor schorverjonging was een uitgelezen kans om vrijkomende klei uit het schor te gebruiken voor de dijkverbetering.

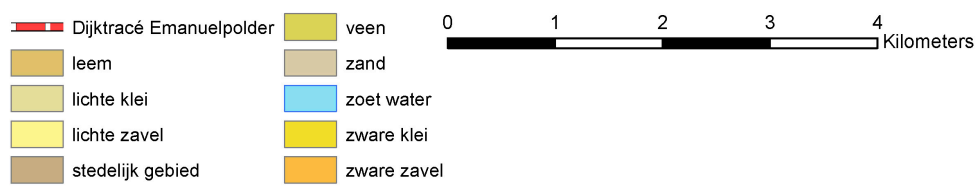
Het schor (buitendijkse begroeide landaanwas) is aangewezen als 'Beschermd Natuurmonument' en heeft op basis van de Natuurbeschermingswet een beschermde status. Het schor van Waarde vormt een patroon van vertakkende krekens. Op het voorliggend slik zijn in 2003 twee strekdammen aangelegd ten bescherming van het blootleggen van het verdronken dorp Valkenisse. Door de aanwezigheid van het verdronken dorp is het schor van Waarde deels aangewezen als archeologisch rijksmonument. Het schor van Waarde heeft een grote ecologische waarde door de locatie en omvang van het schor (ca. 140 hectare). Daarentegen is de vegetatie weinig divers door de vrij hoge ligging van het schor (Van der Tuijn, 2013). Door deze te verlagen valt er winst te behalen voor zowel het dijkversterkingsproject als voor de ecologische waarde van het schor van Waarde. Vervolgens is er een traject van bodemonderzoeken gestart om te beoordelen of de vrijkomende voldoet aan de maatgevende parameters voor toepassing in een dijklichaam. De toetsing van de erosiebestendigheid van de klei had een positieve uitkomst. De onderzochte monsters voldoen aan de eisen, conform de Standaard RAW 2010, die behoren tot erosiebestendigheid klasse 1 (Omegam Laboratoria, 2014).

Naast de civieltechnische eigenschappen van de klei, is tevens de milieuhygiënische kwaliteit van de klei van het schor onderzocht. De resultaten van het milieuhygiënisch bodemonderzoek tonen aan dat enkele monsters, op basis van het te hoge gehalte aan minerale olie, de classificatie 'niet toepasbaar' toegekend hebben gekregen (Omegam Laboratoria, 2013). De overige monsters hebben uit dit onderzoek de klasse Industrie gekregen. Op basis van deze gegevens is het toepassen van de klei uit het voorland afgeketst. Het is geen geheim dat de waterkwaliteit van de Westerschelde niet van hoog niveau is, dus de uitkomst van het onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van het schor kwam niet als een grote verrassing (bijlage IV: Provoost, 2016).

Bij het dijkversterkingsproject Emanuelpolder was de planning leidend. Emanuelpolder was het laatste project van Project Zeeweringen, en de afgesproken termijn voor de looptijd van Project Zeeweringen liep op zijn einde. Om Project Zeeweringen op te leveren was er te weinig tijd om een nader bodemonderzoek uit te voeren op het schor van Waarde (bijlage IV: Provoost, 2016). In verband met het tekort aan tijd is er geen verder onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de 'ongeschikte grond' alsnog toe te passen. Vervolgens is de benodigde klei voor de dijkversterking van elders aangevoerd.



Figuur 3.04  
 Bodemkaart  
 Emanuelpolder (GIS,  
 2017)





### 3.3.3 Ontwerp

De dijkversterking is afgekeurd op bekleding en overslag. De drie belangrijkste ingrepen in het dijktraject zijn het verbreden van het buitentalud, verbreden van de kreukelberm, verbreding en verhoging van de kruin en de aanleg van een nieuwe grasmatt (figuur 3.05).

#### Teenconstructie

In de nieuwe situatie wordt geen steenconstructie toegepast. Voor de dijk wordt 1,00 meter van het schor weggegraven en vervangen door een horizontaal kleipakket met een dikte van 1,00 meter. Dit wordt gedaan om een eventuele ontgrondingskuil van teruglopend water te voorkomen. De breedte van dit kleipakket bedraagt tenminste 3,0 meter (Vliet, 2013).

#### Verbreden van het buitentalud

Bovenop de oorspronkelijk categorie 1 klei wordt 80 centimeter categorie 2 klei aangebracht (Projectbureau Zeeweringen, 2013).

#### Verbreden van de berm

In de berm van het buitentalud wordt de oorspronkelijke categorie klei vervangen en wordt er nieuwe categorie 1 klei aangebracht. Daaroverheen wordt een 50 centimeter dikke categorie 2 kleilaag aangebracht (Projectbureau Zeeweringen, 2013).

#### Verbreden van de kruin

Naast het buitentalud wordt ook de kruin van de dijk verbreed. De kruin van de dijk wordt verbreed naar ongeveer drie meter. Ook wordt de kruin met ongeveer een halve meter verhoogd. (Projectbureau Zeeweringen, 2013).

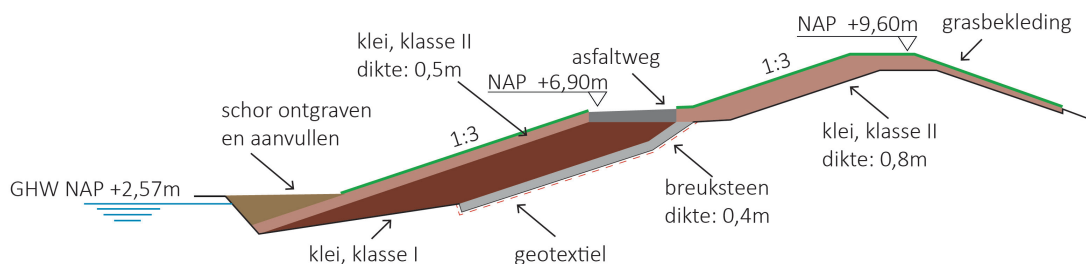
#### Geotextiel

Op verschillende plekken in het dijktraject wordt ook geotextiel toegepast. Dit gebeurt dan in de buitenberm. Het geotextiel is drie meter breed en wordt beschermt door een funderingslaag van 40 centimeter (Projectbureau Zeeweringen, 2013).

#### Bekleding

De grasmatt wordt verwijderd en daarna opnieuw ingezaaid (Projectbureau Zeeweringen, 2013).

**Figuur 3.05**  
Principeprofiel  
dijkversterking  
Emanuelpolder  
(aangepast van  
Projectbureau  
Zeeweringen, 2014)





### 3.3.4 Uitvoering

Om de dijk bij de Emanuelpolder te versterken is er in totaal circa 90.000 m<sup>3</sup> klei aangevoerd. Deze klei bestaat uit circa twee derde categorie 1 en een derde deel categorie 2. Ongeveer 65% van de aangevoerde klei komt vanuit Olzendepolde, Yerseke. Op deze locatie is grond vrijgekomen bij het bouwrijp maken van akkers voor de uitbreiding van een bedrijventerrein (Wisse, 2015). De grond was geschikt om toe te passen in de dijk en zodoende heeft de gemeente Reimerswaal deze, op initiatief van de aannemer, verkocht (Sinke, 2015).

De circa 60.000 m<sup>3</sup> is door middel van vrachtwagens getransporteerd over een route die zo min mogelijk overlast veroorzaakt. Deze transportroute van 25 kilometer leidde onder andere via de A58. In het kader van het toepassen van gebiedseigen grond en het beperken van overlast is dit, gezien de transportafstand, een goed alternatief geweest. Daarnaast is het een vrij voordelige oplossing geweest. De gemeente Reimerswaal heeft zo'n € 125.000,- ontvangen voor de hoeveelheid klei (Sinke, 2015), dit betekent ruim € 2,- per kuub.

Daarentegen is de overige 35% van de aangevoerde klei afkomstig van locaties met een transportafstand in de range van 40 kilometer – 120 kilometer, waaronder drie verschillende locaties in België. Uitgaande van de hoeveelheid te vervoeren klei en het transport per as (laadvermogen van 22 m<sup>3</sup>) betekent dit ruim 2.700 transportbewegingen met bijbehorende belasting van het milieu. Wanneer deze ± 30.000 m<sup>3</sup> wordt vermenigvuldigd met de marktprijs van ± € 15,- per kuub (J. den Breejen GWW, 2015) komen de kosten voor het leveren van de klei neer op € 450.000,-.

Aangezien het versterken van het dijktraject Emanuelpolder in totaal 4,9 miljoen (Sondervan, 2014) heeft gekost, betreffen de kosten van het aanvoeren van de benodigde klei ca. 12% van het totaal.

### 3.3.5 Meekoppelkansen

Er waren een aantal mogelijkheden om de 'ongeschikte' grond op het schor van Waarde alsnog toe te passen. Ten eerste had een intensiever bodemonderzoek een beter inzicht gegeven in de daadwerkelijke kwaliteit van de klei op het schor. De aangetoonde gehalten aan minerale olie (dat leidde tot de classificatie 'niet toepasbaar') betreffen een overschrijding van de klasse Industrie in de range van ca. 8% – 14,5%. Een nader onderzoek (horizontaal en verticaal afperken) had uit kunnen wijzen wat de verspreiding van de verontreiniging was. Op deze manier had er rond de verontreinigde grond gegraven kunnen worden. Enkele mogelijkheden zijn:

- Fijner grid, meer boringen op dezelfde onderzoekslocatie;
- Geen mengmonsters samenstellen;
- Zintuiglijke waarnemingen veldwerkers (olie-water pan).

Een duidelijk nadeel van een intensiever bodemonderzoek zijn de extra kosten en de extra tijd die een dergelijk onderzoek in beslag neemt. Daarentegen is een extra onderzoek hoogstwaarschijnlijk wel rendabel, aangezien de kosten voor het leveren van de klei dermate hoog zijn.

Bovendien kan men op basis van het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) grond met de klasse Industrie toepassen in nuttige en functionele werken (bijvoorbeeld dijkversterkingen). Voor dit soort 'grootschalige toepassingen' geldt het toepassen

van grond met een minimaal volume van 5.000 m<sup>3</sup> en een laagdikte van minstens 2,00 meter. Bij de dijk ter plaatse van de Emanuelpolder is klei toegepast in een maximale laagdikte van ca. 1,50 meter tot 1,80 meter. Het aanpassen van het ontwerp, dus het vergroten van de laagdikte met 0,20 meter tot 0,50 meter, had ervoor kunnen zorgen dat in ieder geval de grond met klasse Industrie toegepast had kunnen worden.

Een populaire term in de dijkbouwwereld is 'klimaatdijk'. Een klimaatdijk is een dijk die hoger is dan het theoretische dijkprofiel. Een klimaatdijk biedt veiligheid voor een langere tijd en ruimte voor andere functies als woningbouw en recreatie (Van den Reek, et al., 2008). Als er meer en beter onderzoek was gedaan naar de bodemkwaliteit van de schor van Waarde was het mogelijk geweest om het ontwerp van de dijk groter/robuuster te maken. Een grote, robuuste klimaatdijk had goed verkocht kunnen worden aan de omgeving en de overheid. Ook had het gebruik van gebiedseigen grond gezorgd voor een reductie van het vrachtverkeer en had zo niet alleen kilometers gespaard, maar ook aanschaf van grond en het beperken van overlast.

Uiteraard kleven er ook nadelen aan het toepassen van gebiedseigen grond. De onderlinge afstemmingen voor het koppelen en het uitvoeren van de projecten vergen een extra investering qua tijd en geld. Daarnaast is er slechts een beperkte werkperiode beschikbaar voor de werkzaamheden in verband met het stormseizoen, de flora-en faunawetgeving (o.a. broedseizoen) en de bouwvak.

### 3.3.6 SWOT-analyse

In deze SWOT-analyse wordt uitgelegd wat de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen zijn voor het gebruiken van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingsproject Emanuelpolder. Deze SWOT-analyse geldt ook als conclusie voor casusgebied Emanuelpolder.

#### Strengths

De klei in het schor van Waarde voldoet civieltechnisch aan de klei-eisen. Dit maakt het schor tot een ideale meekoppelkans binnen het projectgebied. Een andere kracht van het projectgebied is dat het dunbevolkt is en dat de constructieve opbouw van de grond (zeeklei) ideaal is voor het bouwen van dijken. Daarnaast is dijktraject Emanuelpolder goed te bereiken per vrachtwagen.

#### Weaknesses

De grootste zwakte van het gebied is dat de grond op het schor van Waarde niet voldoet op verschillende milieuhygiënische parameters. Dit zorgt ervoor dat de klei als ongeschikt wordt beschouwt als dijkversterkingsmateriaal.

#### Opportunities

Bij het afgraven van het schor van Waarde komt er genoeg grond vrij om dijkversterkingsproject Emanuelpolder te complementeren. Het probleem zit hem echter in de milieuhygiënische kwaliteit van de grond. Door tijdsnood kon de klei in het schor van Waarde echter niet grondig genoeg worden getest. Als er meer tests waren uitgevoerd was er een completer beeld geweest en was er hoogstwaarschijnlijk wel klei gevonden die milieuhygiënisch voldeed. Deze klei

kan dan toegepast worden tijdens het dijkversterkingsproject. Dit geeft de anders ongeschikte klei van het schor van Waarde een nieuwe functie. Door het gebruiken van gebiedseigen grond moet het ontwerp van de dijk worden aangepast. Een robuustere dijk creëert extra mogelijkheden voor infrastructuur en recreatie.

### Threats

Het koppelen van de schorverlaging en de dijkversterking brengt ook risico's met zich mee. Wanneer twee projecten worden gekoppeld worden deze afhankelijk van elkaar. Dit betekent dat als er één project zijn deadlines niet haalt het andere project ook stil ligt.

Daarnaast is de huidige wet- en regelgeving omtrent dijkversterkingen ook een obstakel voor het toepassen van gebiedseigen grond. De klei-eisen zijn niet functioneel genoeg en maken het haast onmogelijk om gebiedseigen grond op grote schaal toe te passen in zeekleigebieden.

## 3.4 Dijkversterking Westdijk

De Westdijk is een primaire waterkering die onderdeel is van dijkkring 45 in Utrecht. Het dijktracé beschermt de Gelderse Vallei tegen overstromingen vanuit het Eemmeer en het Nijkerkernauw. Op de kering ligt een asfaltweg die de kernen Eemdijk en Bunschoten-Spakenburg met elkaar verbindt. Het casusgebied valt binnen de grenzen van het werkgebied van waterschap Vallei en Veluwe en de gemeentegrenzen van de gemeente Bunschoten.

### 3.4.1 Toetsing aan zoekcriteria

In deze paragraaf wordt het casusgebied getoetst aan de zoekcriteria die zijn opgesteld in 3.1.

#### Afgekeurde dijktrajecten

De tussen 2001 en 2006 getoetste Westdijk is over een lengte van circa 2.000 meter afgekeurd is onderdeel van het HWBP-project 'Dijkverbetering Zuidelijke Randmeren en Eem'. Het project is momenteel in uitvoering en zal volgens de planning in juni 2017 opgeleverd zijn.

#### Bodemopbouw

Ter plaatse van de Westdijk bevindt zich aan de binnendijkse zijde, volgens de Bodemkaart van Nederland (1 : 50.000) een veengebied dat bestaat uit koop- en waardveengronden op veenmosveen. Dit veenpakket behoort tot de Formatie van Nieuwkoop en de dikte van deze laag varieert tussen de drie en vier meter. De Formatie van Nieuwkoop wordt aan de onderzijde begrensd door een zandpakket behorende tot de Formatie van Boxtel. De grond aan het maaiveld behoort tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, Zuiderzee Laag. Dit betreft een laag mariene afzettingen vanuit de voormalige Zuiderzee dat bestaat uit kalkrijke klei met een dikte van circa 0,5 meter.

#### Faalmechanisme

De Westdijk is afgekeurd op binnen- en buitenwaartse macrostabiliteit en op een enkele locatie alleen binnenwaarts. De maatregelen om de dijk in orde te brengen bestaan uit traditionele grondoplossingen door middel van het aanbrengen steunbermen.

#### Beschikbare ruimte

De Westdijk ligt in het buitengebied van zowel Eemdijk als Bunschoten-Spakenburg. De binnendijkse grond heeft een landbouwbestemming en het buitendijkse deel heeft de functie natuur. Even buiten de kern Bunschoten-Spakenburg zijn aan de Westdijk een jachthaven en een bungalow gesitueerd.



Figuur 3.06  
Topografische kaart  
Westdijk (GIS, 2017)

### 3.4.2 Achtergrond

Het deeltraject Westdijk – Eemdijk-Noord van het project Dijkversterking Zuidelijke Randmeren en Eem is bij de tweede toetsingsronde afgekeurd op zowel binnenwaartse als buitenwaartse stabiliteit. Dit wordt mede veroorzaakt door slappe ondergrond die bestaat uit dikke veenlagen.

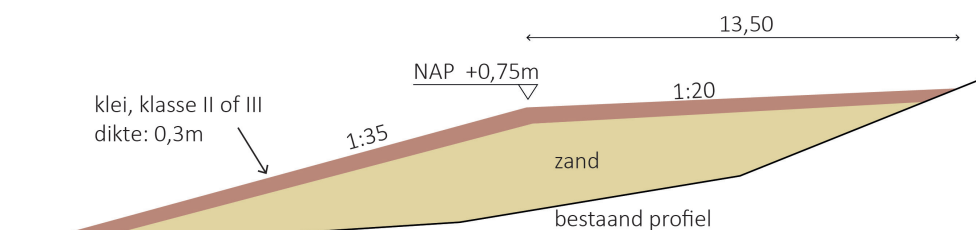
Om de dijk aan de normen te laten voldoen worden aan beide zijden van de dijk bermen aangebracht. Op sommige delen van de dijk is ook de hoogte onvoldoende en wordt de dijk opgehoogd. Dit is voornamelijk het geval in het bebouwde deel nabij de Eemdijk-Noord. Hier loopt de dijk vlak langs huizen en tuinen. Het deel bij de Westdijk is gelegen in het open veld waardoor het gebruik van ruimte nauwelijks een issue is. In dit rapport wordt enkel gekeken naar het werken met een gesloten grondbalans aan de Westdijk. Dit wordt gedaan omdat deze in het onbebouwde gebied ligt in tegenstelling tot de Eemdijk-Noord. Hier is de grond makkelijker te verkrijgen en te verwerken dan in het bebouwde gebied. In het gebied bevinden zich vele wielen naast de dijken. Deze zijn ontstaan door dijkdoorbraken in het verleden en zijn door de provincie Utrecht aangewezen als Aardkundig Monument.

### 3.4.3 Ontwerp

De ontworpen binnenberm heeft een breedte van 13,5 meter en een afschot van 1:20. De berm is opgebouwd uit een kern van zand en bekleed met een laag van 30 centimeter klei met een erosiebestendigheidsklasse van II of III (figuur 3.07).

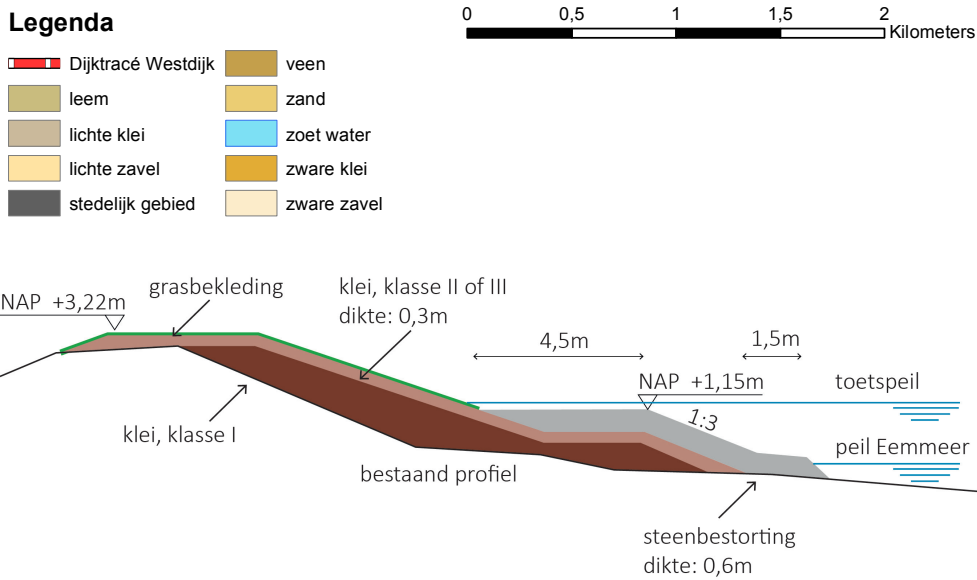
De buitenberm heeft een breedte van 4,5 meter. De kern van de berm is opgebouwd uit klei van erosiebestendigheidsklasse I en is bekleed met een laag van 30 centimeter klei met een erosiebestendigheidsklasse van II of III. Om de berm en het bovengelige talud te beschermen tegen golfaanval wordt een steenbestorting aangebracht en wordt het dijktalud voorzien van een goede grasmat (figuur 3.09). (RPS Nederland, 2016)

**Figuur 3.07**  
Principeprofiel  
binnendijk  
dijkversterking Westdijk  
(aangepast van RPS  
Nederland, 2016)





Figuur 3.08  
Bodemkaart Westdijk  
(GIS, 2017)



Figuur 3.09  
Principeprofiel  
buitendijk  
dijkversterking Westdijk  
(aangepast van RPS  
Nederland, 2016)



### 3.4.4 Uitvoering

Voor het versterken van het tracé van de Westdijk is er in totaal ca. 40.000 m<sup>3</sup> klei aangevoerd. Hiervan bestaat ruim de helft uit klei van categorie 1 welke is toegepast als kernmateriaal van de dijk. De andere 20.000 m<sup>3</sup> bestaat uit klei van zowel categorie 2 als categorie 3 en is toegepast in de toplagen van de te versterken dijk. Rekening houdend met een marktprijs van ± € 15,- per kuub (J. den Breejen GWW, 2015) komen de kosten van de te leveren klei neer op zo'n € 600.000,-.

Het materiaal bestaat uit grond dat bij verschillende projecten is vrijgekomen en is per schip aangevoerd. Deze projecten betreffen de Hemelrijkse Waard (ten noorden van Oss) en Park Lingezegen (tussen Arnhem en Nijmegen). De vaarroute bedraagt in beide gevallen zo'n 120 km. In dit geval zijn er dus uitvoeringsprojecten gekoppeld om de benodigde klei te verwerven. Daarnaast zorgt er transport per schip ervoor dat omgevingshinder enigszins beperkt wordt. De overlast door transport per as wordt niet compleet beperkt doordat er alsnog dumpers en/of vrachtwagens nodig zijn voor het laden en lossen van de schepen.

### 3.4.5 Meekoppelkansen

De bodem van het gebied is opgebouwd uit dikke lagen veen. Deze grondsoort is ongeschikt om te verwerken in dijken door het lage eigen gewicht en de zettingsgevoeligheid. In diepere lagen komen wel grondsoorten voor die geschikt zijn om een dijk mee op te bouwen.

Een manier om de geschikte grond te verkrijgen is het omputten van grond. Dan wordt de ongeschikte laag grond (in dit geval veen) afgegraven om vervolgens de geschikte lagen daaronder te ontgraven. Vervolgens wordt de ongeschikte grond teruggeplaatst. In dit geval is dat echter niet mogelijk omdat het gaat om zulke dikke veenpakketten. Er is echter dusdanig veel grondverzet nodig om dit te bewerkstelligen dat het economisch niet verantwoord is. Daarnaast bevindt de klei onder de veenlagen zich onder de grondwaterstand. Dit betekent dat de klei moet rijpen nadat het is ontgraven. Dit rijpen gebeurt onder invloed van goed weer en is daardoor een tijdrovend proces. Daarnaast is er ook veel ruimte nodig om het rijpen zo snel mogelijk plaats te laten vinden. Ondanks dat deze ruimte er in het gebied voldoende is, is dit ook geen geschikte oplossing. Wanneer er gewicht, in dit geval kleipakketten, wordt aangebracht op een veenachtige ondergrond gaat het veen inklinken. De aangebrachte pakketten verdwijnen tijdens het rijpen beetje bij beetje in de bodem. Waardoor er uiteindelijk slechts een beperkte hoeveelheid geschikt materiaal overblijft. Dit maakt het dus geen geschikte oplossing.

Omdat er voor de gekozen methode om de dijk te versterken enkel grond aangevoerd moet worden voor de aan te leggen bermen is het van belang dat er grond wordt aangevoerd van andere locaties. De enige grond die in het projectgebied vrijkomt is de grond die wordt ontgraven voor het verschuiven van kwelslootjes. Dit zijn echter slechts beperkte hoeveelheden en voornamelijk veenachtig materiaal. Om te voorkomen dat de grond (klei en materiaal om in de kern te gebruiken) van ver moet worden aangevoerd is er voor een dijkversterkingsproject veel te winnen door te bekijken of er bij projecten in de buurt (bouwrijp maken van gebieden, gebiedsontwikkelingsprojecten, etc.) veel grond vrijkomt. Deze projecten kunnen vervolgens aan het dijkversterkingsproject



worden gekoppeld, mits deze projecten tegelijkertijd kunnen worden doorlopen. De plannings moeten namelijk op elkaar worden afgestemd. Op het moment dat er bij het ene project grond vrijkomt wil de aannemer dit graag direct kunnen verwerken in het andere project. Het is dan niet eens noodzakelijk dat beide werken door dezelfde aannemer worden uitgevoerd. Er moet in de contractvorming worden opgenomen dat men de grond van een bepaalde locatie (bijvoorbeeld andere bouwplaats) moet worden gewonnen of naar moet worden afgevoerd.

Voor het project Westdijk – Eemdijk-Noord wordt gekeken of het mogelijk is om projecten van de verschillende gemeentes, provincies en waterschappen te koppelen aan de dijkversterking. Daarnaast wordt ook gekeken of het mogelijk is om meerdere delen van het project Zuidelijke Randmeren en Eem samen te nemen om op die manier tot een meer gesloten grondbalans te komen.

### Combineren projecten Zuidelijke Randmeren en Eem

Het combineren van de verschillende projecten van het project Zuidelijke Randmeren en Eem is een van de mogelijkheden om mogelijk een meer gesloten grondbalans te krijgen voor het project Westdijk – Eemdijk-Noord. Ware het niet dat er bij al deze projecten grond aangevoerd moet worden om de dijk te verstevigen. Daarnaast is het gehele projectgebied gelegen in een veenachtig gebied, zonder grote hoeveelheden geschikte grond. Deze optie valt dus af.

### Verdrogingsbescherming Valleilint

In de buurt van het projectgebied van de dijkversterking ligt het natuurgebied Valleilint (ten oosten van Nijkerk). Dit gebied is langzaam aan het verdrogen waardoor de gewenste natuur verdwijnt. Men wil deze natte natuur terug laten keren door verschillende maatregelen te treffen. Wat deze maatregelen exact zijn is nog niet duidelijk. Men wil deze maatregelen opstellen door in gesprek te gaan met de verschillende betrokken partijen. Het waterschap, dat het project voor 25% meefinanciert, kan er op inspelen dat er bepaalde maatregelen worden getroffen waarbij potentieel geschikte grond vrijkomt die voor dijken gebruikt kan worden. Op deze manier kan het natuurverbeteringsproject worden gekoppeld aan de dijkversterking en kunnen het aantal transportbewegingen voor beide projecten worden verminderd.

### Waterschap Zuiderzeeland

Het projectgebied van de dijkversterking ligt aan de Utrechtse kant van het Eemmeer. Aan de andere kant van het meer ligt Flevoland. In dit gebied bevindt zich veel klei. Er kan dus ook worden gekeken of het waterschap Zuiderzeeland projecten heeft die gekoppeld kunnen worden om op deze manier een (meer) gesloten grondbalans te realiseren.

### Oosterwold

Oosterwold is een agrarisch gebied gelegen tussen Almere en Zeewolde. Dit gebied staat op de agenda om opnieuw te worden ingericht. Deze nieuwe inrichting bestaat voornamelijk uit bebouwing. Deze bebouwing wordt op initiatief van de bewoners opgestart. Er is dus veel onzekerheid binnen het project. De vrijkomende grond bij het bouwrijp maken van de agrarische terreinen biedt potentieel een uitkomst voor de dijkversterking in het casusgebied.

### Andere mogelijkheden

Op dit moment zijn er geen geschikte projecten die hadden kunnen worden gecombineerd. Mogelijk zijn er nog projecten die net zijn uitgevoerd of die op de planning staan om te worden uitgevoerd. Als dit het geval is kan de planning van dat project worden aangepast aan de dijkversterking om een meer gesloten grondbalans te krijgen.

De meest kansrijke gebieden waar grond vrijkomt die gebruikt kunnen worden in dijkversterkingen zijn te vinden in Flevoland. Daarom is het van belang dat waterschap Vallei & Veluwe met waterschap Zuiderzeeland en provincie Flevoland in gesprek gaat om mogelijke koppelingen te kunnen maken in de toekomst.

### Zetting

Een ander groot probleem in veengebieden is de zetting van de grond. Grote delen van de aangebrachte, kwalitatief goede grond verdwijnt in de ondergrond doordat het veen gaat inklinken. Dit leidt er toe dat er grotere hoeveelheden grond moeten worden aangebracht dan bij een zelfde dijk op andere ondergronden.

Om dit probleem op te lossen kan er vanuit twee richtingen gedacht worden.

Aan de ene kant is het mogelijk om kwalitatief ongeschikte grond voor dijkversterkingen in het onderste deel van de kern aan te brengen. Deze grond verdwijnt door de zetting vervolgens in de ondergrond en heeft geen effect meer op de erosiebestendigheid van de dijk. Op deze manier kan er aan de ene kant ongeschikte grond worden weggewerkt en is er minder dure, geschikte grond nodig. Er ontstaat dus een win-win situatie.

Aan de andere kant ligt er ook een mogelijkheid om een techniek te ontwikkelen die ervoor zorgt dat er geen (of minder) zetting plaatsvindt in veenpakketten.

Mogelijk kan dit worden gerealiseerd door bepaalde (bouw)stoffen of bacteriën aan de grond toe te voegen. Er moet nader onderzoek worden uitgevoerd om te bekijken of dit mogelijk is

## 3.4.6 SWOT-analyse

Met behulp van een SWOT-analyse wordt gekeken wat de toekomstmogelijkheden en de kansrijke punten zijn voor het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingen in het veengebied. Deze conclusies worden getrokken op basis van het dijkversterkingsproject Westdijk – Eemdijk-Noord.

### Strengths

Doordat de zetting in veengebieden zeer groot is, is het goed geschikt om veel overtollige grond te verwerken. De dijk moet immers sterk overgedimensioneerd worden aangelegd om uiteindelijk de juiste kruinhoogte over te houden.

### Weaknesses

Wanneer er gewicht op een veenpakket wordt aangebracht klinkt het veen in. Dit leidt er toe dat een dijk altijd met een behoorlijke overhoogte moet worden aangebracht. Er moet dus meer grond worden aangebracht dan dat er op andere ondergronden nodig is. Daarnaast kan veen niet worden gebruikt in dijken vanwege de doorlatendheid en de matige stabiliteit. Dit maakt het moeilijk om binnen een veengebied te werken met gebiedseigen grond.

### Opportunities

Om de hoeveelheid geschikte grond voor dijkversterkingen die moet worden aangebracht te verminderen kan er worden gekeken door eerst een deel minder geschikte grond uit het gebied aan te brengen. Deze grond verdwijnt door de zetting van het veen onder het maaiveld en heeft geen directe functie in de dijk en hoeft dus ook niet aan dezelfde eisen te voldoen als de klei boven het huidige maaiveld. De enige voorwaarde aan deze grond is dat hij voldoende stabiliteit aan de dijk geeft.

Daarnaast is er ook nog de mogelijkheid om te onderzoeken of de veenpakketten kunnen worden versterkt door bijvoorbeeld (bouw)stoffen of bacteriën toe te voegen. Wanneer het veen stabiel wordt, hoeft er minder grond te worden aangebracht om de dijk op de juiste hoogte te brengen. Dit heeft een positief effect op de grondbalans.

Daarnaast ligt er een kans om het vrijkomende veen te verkopen aan de tuinbouwsector. Op deze manier genereert het project extra inkomsten.

### Threats

Wanneer de wet- en regelgeving omtrent dijkversterkingen wordt veranderd kan dit een nadelig effect hebben op het toepassen van gebiedseigen grond bij dijkversterkingen op veenachtige grond. Wanneer het wordt verboden om met behulp van toevoegingen veen op te waarden omdat het geen echte grondsoort is, is het in veenachtige gebieden vrijwel onmogelijk om met gebiedseigen grond te werken.

# 4





# Conclusie en aanbevelingen



In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag. Om antwoord te vinden op deze vraag zijn in het adviesrapport verschillende deelvragen behandeld. De antwoorden op deze deelvragen worden eveneens in dit hoofdstuk gegeven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

## 4.1 Conclusie

De hoofdvraag in dit onderzoeksrapport luidt als volgt: *“Wat zijn de effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de kosten, het milieu, de technische en de juridische haalbaarheid van dijkversterkingsprojecten in Nederland?”* Er wordt tot een antwoord op deze vraag gekomen door de verschillende deelvragen te beantwoorden.

De eerste deelvraag waar in het onderzoeksrapport antwoord op wordt gegeven is: *“In hoeverre hebben stakeholders invloed op het toepassen van een gesloten grondbalans in dijkversterkingsprojecten?”*. Uit de stakeholdersanalyse is naar voren gekomen dat bij dijkversterkingsprojecten, net als bij de meeste projecten, de stakeholders veel invloed hebben. De belangrijkste stakeholders zijn de overheidsorganisaties (Rijkswaterstaat, waterschap, provincie en gemeente). De overheden zijn verantwoordelijk voor onder andere de wet- en regelgeving en uitvoering van het opgestelde beleid. Bij dijkversterkingsprojecten waken zij over de veiligheid. Ze hanteren strenge toetsingscriteria waaraan dijken moeten voldoen. Ze beperken hiermee de mogelijkheden om met een gesloten grondbalans te werken.

Naast de overheidsorganisaties is de omgeving een belangrijke stakeholder. Voor hen geldt: iedereen wil in een veilig gebied wonen, maar men wil er zelf geen overlast aan ondervinden. Echter blijkt uit ervaring dat de omgeving bereid is om mee te werken aan een dijkversterkingsproject. Het betreft immers hun eigen veiligheid.

De volgende deelvraag die in het onderzoeksrapport wordt behandeld luidt als volgt: *“Hoe kan de grond worden gebruikt zonder de omgeving (mens, natuur en landschap) te schaden?”* Uit het gehele onderzoek komt naar voren dat het beperken van omgevingshinder wordt gerealiseerd door het aantal transportbewegingen terug te dringen. Dit kan door met een gesloten grondbalans toe te passen. Door het werken met een gesloten grondbalans nemen de werkzaamheden in het projectgebied flink toe. Hierdoor neemt de uitvoeringsduur van het project toe en wordt de planning complexer. De verlengde uitvoeringsduur zorgt voor een grotere kans om de natuur te beschadigen. Het werken volgens de richtlijnen van de Flora- en faunawet is daarom zeer belangrijk en dient gecontroleerd te worden om de natuur en het daarbij behorende landschap intact te laten.

Vervolgens is in het onderzoeksrapport antwoord gegeven op de vraag; *“In hoeverre is de geografische locatie in Nederland bepalend voor het toepassen van een gesloten grondbalans bij dijkversterkingsprojecten?”*. Uit het onderzoek komt naar voren dat de geografische locatie in Nederland een doorslaggevende factor is om een gesloten grondbalans toe te kunnen passen. Dit project focust zich op drie casusgebieden verspreid door Nederland: Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum in Limburg, dijkversterkingsproject Eemdijk in Utrecht en dijkversterkingsproject Emanuelpolder in Zeeland. Eén van de belangrijkste conclusies uit het onderzoek is dat het voorhanden zijn van de juiste grondsoort essentieel is voor het toepassen van een gesloten grondbalans. In het veenachtige gebied komt geen geschikte grond vrij om te gebruiken in een dijkversterkingsproject. Dit maakt het vrijwel onmogelijk om met een gesloten grondbalans te werken in deze gebieden. In het zeekeleigebied in Zeeland en het zanderige Limburg is de kans vele malen groter om met een (deels) gesloten grondbalans te werken.

Ook de vraag: *“In hoeverre is de wet- en regelgeving kijkend naar transporteren en verwerken van grond beperkend in het gebruik van de grond in het projectgebied?”* is in het onderzoeksrapport behandeld. Ten aanzien van het transporteren van grond zijn er weinig beperkingen. Dat is anders bij het verwerken van de grond. De grond moet voldoen aan civieltechnische en milieuhygiënische eisen voordat hij mag worden verwerkt in de dijk. Wanneer hij op een van deze vlakken niet voldoet wordt de grond als niet geschikt beschreven.

Wanneer blijkt dat de geschikte grondslag aanwezig is, is het van belang dat er wordt gekeken naar het volgende vraag: *“Wat doet het toepassen van een gesloten grondbalans met de uitvoerbaarheid van het project? Zowel in het voortraject als in de daadwerkelijke uitvoering.”*

Het toepassen van een gesloten grondbalans heeft veel invloed op de uitvoerbaarheid en de uitvoeringsduur van een project. In de huidige dijkbouwwereld is het gebruikelijk om de klei aan te schaffen bij een bedrijf dat de klei wint uit een bepaalde bron. Hierbij kan de aannemer met de keuringen aantonen dat de klei voldoet. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van gebiedseigen grond moet de aannemer aantonen dat de grond in het gebied geschikt is. De regels voor klei in dijken zijn uitermate streng en wanneer één of twee parameters niet voldoen is de klei volgens de regels onbruikbaar. Dit moet dan verantwoord worden tegenover de opdrachtgever en de waterschappen. Dit neemt veel tijd in beslag.

Daarnaast neemt de uitvoeringsduur toe doordat het werken met gebiedseigen grond zorgt voor extra graafwerkzaamheden. Ook moet er in het voortraject een strakke planning gemaakt worden. De geschikte klei moet op het juiste moment beschikbaar zijn om in de dijk te verwerken.

Om extra geschikte grond beschikbaar te krijgen, kunnen projecten worden gekoppeld. Het vinden of creëren van meekoppelkansen kost tijd en verlengt de doorlooptijd van het project. Wanneer er moet worden gezocht naar meekoppelkansen verlengt dit het voortraject. Ook in de uitvoering leidt het tot een vermindering van de uitvoerbaarheid van het project. De twee projecten die gekoppeld zijn, zijn afhankelijk van elkaar. Wanneer het ene project vertraging oploopt heeft dit direct gevolgen voor het andere project. De plannings zijn immers op elkaar afgestemd. Daarnaast kan de onderlinge samenwerking tussen de twee projecten tot conflicten leiden.

Doordat de uitvoeringsduur wordt vergroot, is de kans groter dat het project in de uitvoering in het gedrang komt met de beschikbare werkperiode (buiten het stormseizoen en het broedseizoen). Bij het maken van de planning moet hier rekening mee worden gehouden.

Inherent aan de uitvoering staan de kosten van het project. In het onderzoek is er aan de hand van de volgende vraag gekeken *“Wat doet het toepassen met van een gesloten grondbalans met de kosten van een dijkversterkingsproject? Zowel gekeken naar het voortraject als naar de uitvoering.”* naar de verandering van kosten wanneer een gesloten grondbalans wordt toegepast. De kosten van het project worden teruggedrongen wanneer er wordt gewerkt met een gesloten grondbalans. De winst wordt geboekt in het verminderen van het aantal



transportbewegingen en de aanschaf van de klei. De graafwerkzaamheden en de kosten in het voortraject nemen wel toe, maar dit staat in schril contrast met de besparingen.

In het vervolg van het onderzoek is gekeken naar de positieve en negatieve aspecten van het toepassen van een gesloten grondbalans. De voornaamste positieve gevolgen zijn het beperken van overlast in de omgeving, het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de kostenreducering. In tegenstelling tot deze gevolgen staat de verlengde uitvoeringsduur en de mogelijke conflicten bij het koppelen van projecten. Hierboven zijn de antwoorden op de volgende deelvraag weergegeven: *“In hoeverre kan het gebruik van gebiedseigen grond zorgen voor een meerwaarde van het dijkversterkingsproject? En wat zijn de mogelijke negatieve aspecten?”*

Tot slot worden risico's besproken aan de hand van de laatste deelvraag: *“Welke mogelijke risico's kunnen er optreden bij het toepassen van een gesloten grondbalans en wat zijn de gevolgen hiervan?”* Het eerste risico is de kwaliteit van het dijkversterkingsproject. Met de huidige klei-eisen is de kwaliteit van het dijkversterkingsproject gegarandeerd. Wanneer deze regels in de toekomst functioneler worden gemaakt zorgt dit voor een omschakeling in de dijkbouwwereld. Er moet weer ervaring opgedaan worden.

Een ander risico ontstaat bij het koppelen van projecten voor het creëren van een gesloten grondbalans. Wanneer twee projecten aan elkaar worden gekoppeld worden deze afhankelijk van elkaar. Als de klei bij het winpunt om wat voor reden dan ook niet vrij kan komen, ligt het dijkversterkingsproject stil.

Met behulp van het beantwoorden van de verschillende deelvragen kan een antwoord worden gegeven op de hoofdvraag: *“Wat zijn de effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de kosten, het milieu, de technische en de juridische haalbaarheid van dijkversterkingsprojecten in Nederland?”*.

### Kosten

Eén van de positieve effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de kosten van een dijkversterkingsproject is het verminderen van de transportkosten. Dit komt omdat de grond uit (de omgeving van) het projectgebied wordt gehaald. Naast de kostenbesparing die dit oplevert, wordt er ook een nieuwe grondbron aangeboord. Op dit moment worden de kleidepots in Nederland steeds schaarser. Dit zorgt ervoor dat er bij Nederlandse dijkversterkingsprojecten zowaar klei vanuit België wordt aangevoerd. Als er een manier wordt gevonden om gebiedseigen grond te gebruiken binnen de Nederlandse wet- en regelgeving kunnen de kosten, op lange termijn, flink worden teruggedrongen.

Er zijn ook financieel negatieve aspecten aan het gebruiken van een gesloten grondbalans. Zo dient er intensief bodemonderzoek te worden uitgevoerd om de exacte bodemopbouw (inclusief eventuele verontreinigingen) in het projectgebied in kaart te brengen. Dit kost meer tijd en dus meer geld. Daarnaast moet het delven van de grond met gepaste precisie worden uitgevoerd.

Concluderend voor de kosten geldt dat het toepassen van een gesloten grondbalans bij een dijkversterkingsproject meer financiële voordelen heeft dan nadelen. Ondanks de extra kosten voor het inzetten van expertise, delving van de grond en de extra planning wegen deze niet op tegen de kostenbesparing op transport en de aanschaf van klei.

### Milieu en omgeving

Het belangrijkste positieve effect van het toepassen van een gesloten grondbalans op het milieu is het verminderen van omgevingshinder. Bij het gebruiken van gebiedseigen grond tijdens een dijkversterkingsproject wordt het aantal transportbewegingen sterk teruggedrongen. Dit reduceert de hinder voor de omgeving en voorkomt conflicten met omwonenden en natuurorganisaties. De ecologische voetafdruk wordt verkleind. Door het verminderen van het vrachtverkeer, vermindert de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Hierdoor wordt het dijkversterkingsproject een stuk duurzamer wat alleen maar ten goede komt van mens en natuur.

De effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op het milieu van dijkversterkingen zijn eigenlijk alleen maar positief. De reductie van het transportverkeer zorgt voor een duurzamer dijkversterkingsproject en minder hinder voor de omgeving en de natuur.

### Technische haalbaarheid

Het belangrijkste effect van het toepassen van een gesloten grondbalans op de technische haalbaarheid is het accurater te werk gaan in de uitvoering. Bij het gebruiken van gebiedseigen grond is er vaak maar een klein gedeelte dat voldoet aan de klei-eisen. Hierdoor moet de beschikbare grond met precisie worden gedolven.

Een ander belangrijk effect op de technische haalbaarheid is de verandering van het dijkontwerp. Gebruik van gebiedseigen grond brengt een verandering te weeg op het gebied van de aanpak van dijkversterkingen. Een voorbeeld is het dijkontwerp. Door het gebruiken van gebiedseigen grond die net niet aan de eisen voldoet wordt de constructie robuuster doordat er grotere hoeveelheden grond wordt toegepast. Dit wordt nog niet toegepast in Nederland en dit zorgt ervoor dat de uitvoering goed gemonitord moet worden.

Ook zorgt het gebruiken van een gesloten grondbalans voor een langere uitvoeringsperiode. Dit maakt de kans groter dat de uitvoering in het gedrang komt met Flora- en faunawetten en het stormseizoen. Daarnaast kan de grond in een projectgebied alleen in een bepaalde periode worden ontgraven. Als de klei wordt geleverd hoeft hier geen rekening mee gehouden te worden. Doordat de algehele uitvoeringsperiode van het dijkversterkingsproject langer wordt, wordt de kans dat er iets mis gaat groter.

Het toepassen van een gesloten grondbalans heeft een groot effect op de uitvoerbaarheid. Er moet rekening worden gehouden met nieuwe uitdagingen op het gebied van dijkenbouw en de algehele uitvoeringsperiode van het dijkversterkingsproject neemt toe.

### Juridische haalbaarheid

De belangrijkste reden waarom veel gebiedseigen grond in een projectgebied wordt afgekeurd is de huidige wet- en regelgeving. Op dit moment wordt de civieltechnische kwaliteit van klei geclassificeerd met de Atterbergse grenzen. Deze grenzen zijn empirisch vastgesteld. Dit betekent dat als er één of twee parameters net niet voldoen de klei wordt afgekeurd. Dit is een flinke belemmering voor het gebruiken van gebiedseigen grond. Het beoordelen van klei moet op een andere

manier gebeuren om het gebruiken van gebiedseigen grond mogelijk te kunnen maken.

Naast de civieltechnische eigenschappen kan de milieuhygiënische kwaliteit van de grond een belemmering zijn voor de juridische haalbaarheid. Het Besluit bodemkwaliteit staat toe om in bepaalde gevallen grond (nuttig en functioneel) toe te passen met de klasse Industrie, maar de partij grond dient hiervoor wel aan bepaalde eisen voldoen. Bij een zogenaamde 'grootschalige toepassing' dient de partij grond of baggerspecie een volume te hebben van minimaal 5.000 m<sup>3</sup> en dient er een laagdikte van minimaal 2 meter te worden aangebracht. Binnen deze kaders is het overdimensioneren van een dijk (bijvoorbeeld een laagdikte van twee meter in plaats van de benodigde anderhalve meter) in feite niet mogelijk omdat de betreffende toepassing dan niet meer nuttig en/of functioneel is. Deze randvoorwaarden zijn opgesteld om een onderscheid te maken tussen het toepassen van een partij grond en het storten van een afvalstof.

Een ander probleem voor de juridische haalbaarheid is de huidige contractvorming. Deze geeft de aannemer te weinig ruimte om gebruik te maken van gebiedseigen grond. De reden hiervoor is dat de opdrachtgever zekerheid wil inbouwen. De opdrachtgever wil een goed functionerend eindproduct en legt daarom zo veel mogelijk vast in het contract. Het probleem is echter dat hierdoor de aannemer weinig tot geen ruimte krijgt om gebiedseigen grond toe te passen. In de toekomst moeten opdrachtgever en uitvoerder hechter met elkaar samenwerken. Een mooi voorbeeld hiervan zijn alliantieprojecten.

Het laatste effect op de juridische haalbaarheid is de planning. In de huidige dijkenbouw valt er nog veel te winnen op de planning. Er wordt nog te weinig gekeken naar meekoppelkansen. Als er vooraf meekoppelkansen worden gecreëerd (bijvoorbeeld het bouwrijp maken van een terrein en een dijkversterkingsproject) komt dit ten goede aan de duurzaamheid en de kosten van het project.

De effecten van het toepassen van een gesloten grondbalans op de juridische haalbaarheid zijn significant. Voor het op grote schaal kunnen gebruiken van een gesloten grondbalans dient de wet- en regelgeving worden aangepast. De regels omtrent dijkversterkingen dienen functioneler te worden om gebiedseigen grond op grotere schaal toe te passen.

## 4.2 Aanbeveling

Om het werken met een gesloten grondbalans tot een standaard te maken moet er nog het nodige vervolgonderzoek worden uitgevoerd. Hieronder een lijst met de zaken die nog aandacht behoeven:

- onderzoek naar de wijze waarop projecten worden gekoppeld (contractueel, risicoverdeling, etc.);
- onderzoek naar het functioneler maken van de klei-eisen;
- nieuwe toetsingskaders ontwikkelen.

### Hoogwatervrije terreinen

In 2016 hebben twee studenten aan Van Hall Larenstein onderzoek gedaan naar kansrijke hoogwatervrije terreinen in het winterbed van de Rijntakken. Het onderzoek geeft inzicht in welke mate het vergraven of afgraven van een hoogwatervrij terrein inzetbaar is als maatregel bij het behalen van waterstandsverlaging. De aanleiding hiervoor is dat de terreinen zorgen voor opstuwung terwijl de oude functie als standplaats voor steenfabrieken vervallen is. (Ongena & Relou, 2016)

Wanneer een dijkversterkingsproject zich afspeelt ter plaatse van een hoogwatervrij terrein, is er een goede mogelijkheid dat het verwijderen hiervan een geschikte meekoppelkans is. Dergelijke gebieden begeven zich van nature in het rivierkleigebied en er komt bij het verwijderen hiervan een aanzienlijke hoeveelheid grond vrij. Deze potentieel geschikte grond kan mogelijk rechtstreeks in het dijklichaam verwerkt worden en biedt daarom goede aanleiding dit bij een dijkversterkingsproject te onderzoeken. Er ontstaat een win-win situatie: de te ontgraven klei kan worden gebruikt in dijkversterkingsprojecten en het ontgraven van het terrein leidt tot een waterstands daling.



# Bronvermelding

- Beeldbank Verkeer en Waterstaat. (z.j.). Rijkswaterstaat. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <http://www.beeldbankvenw.nl/rijkswaterstaat/>
- Bodem+. (2011). Handreiking Besluit bodemkwaliteit. Den Haag: SenterNovem. Kenniscentrum InfoMil. (z.j.).
- Deltares. (2015). Handreiking Dijkbekleding deel 1 Algemeen.
- Handboek water. (z.j.) Opgehaald van Website van Kenniscentrum InfoMil: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/waterwet/>
- Heerden, F.A. van. (2014). Reader Geotechniek. Den Haag: KIVI.
- Helpdesk water. (z.j.). Programmadirectie Hoogwaterbescherming. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/programma'-projecten/programma/programmabureau/>
- Hoogheemraadschap Hollands Raadskwartier. (z.j.). Schade of klachten. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van [http://www.markermeerdijken.nl/markermeerdijken/schade-of-klachten\\_3133/](http://www.markermeerdijken.nl/markermeerdijken/schade-of-klachten_3133/)
- Hoogwaterbeschermingsprogramma. (z.j.). Governance. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <http://www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl/Programma/Een+introductie/Governance/default.aspx>
- Hoogwaterbeschermingsprogramma. (2015). Projectenboek 2016. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van [file:///C:/Users/ooss0\\_000/Downloads/HWBP%20Projectenboek%202016%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ooss0_000/Downloads/HWBP%20Projectenboek%202016%20(1).pdf)
- J. den Breejen GWW. (2015, juli 1). Producten en prijzen. Opgehaald van Website J. den Breejen: <http://www.jdenbreejen.nl/Prijslijst.html>
- Lean Six Sigma. (2013, 02 december). LSS: Stakeholderanalyse. Geraadpleegd op 09 november, 2016, van <http://www.raamstijn.nl/eenblogjeom/index.php/lean-six-sigma/2134-lss-stakeholderanalyse>
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (2007). Leidraad Rivieren.
- Omegam Laboratoria. (2013). Toetsing Bbk Kleionderzoek Schor te Waarde 2013. Amsterdam.
- Omegam Laboratoria. (2014). Analysecertificaat Kleionderzoek Schor te Waarde 2013. Amsterdam.
- Projectbureau Zeeweringen. (2013). Projectplan Emanuelpolder. Vlissingen.
- Relou, S., & Ongena, B. (2016). Een blik vooruit op hoogwatervrije terreinen.

- Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit. (2011). Beleidsblad Besluit bodemkwaliteit (grondstromen). Opgehaald van Bodemrichtlijn: <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/beleid/beleid-van-centrale-overheid/landelijk-beleid/beleidsblad-besluit-bodemkwaliteit-grondstromen>
- Rijksoverheid: Gemeenten. (z.j.). Taken van een gemeente. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gemeenten/inhoud/taken-gemeente>
- Rijksoverheid: Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (z.j.). Organisatie ministerie van Infrastructuur en Milieu. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/inhoud/organisatie-ienm>
- Rijksoverheid: Provincie. (z.j.). Taken provincie. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/provincies/inhoud/taken-provincie>
- Rijksoverheid: Waterschappen. (z.j.). Wat is een waterschap? Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/provincies/vraag-en-antwoord/wat-is-een-waterschap>
- RPS Nederland. (2016). Ontwerpnota dijklichaam dijkvak 1 & 2.
- SenterNovem. (2007). De bodemkwaliteitskaart en het Besluit bodemkwaliteit. Den Haag: SenterNovem.
- Sinke, J. (2015). Raadsvergadering gemeente Reimerswaal 02-06-2015. Kruiningen. Opgehaald van [http://player.companywebcast.com/gemreimerswaal/20150602\\_1/nl/player?start=3816cb4f-9f1c-4562-8b2e-38d565d8b110](http://player.companywebcast.com/gemreimerswaal/20150602_1/nl/player?start=3816cb4f-9f1c-4562-8b2e-38d565d8b110)
- Sondervan, C. (2014, juni 28). Dijkvak Waarde wordt op sterkte gebracht. Provinciale Zeeuwse Courant.
- Staatsbosbeheer. (z.j.). Over Staatsbosbeheer. Geraadpleegd op 16 november, 2016, van <https://www.staatsbosbeheer.nl/over-staatsbosbeheer/organisatie>
- StakeholdersLab. (z.j.). wat zijn stakeholders en waarom zijn ze belangrijk? Geraadpleegd op 09 november, 2016, van [http://www.stakeholderslab.nl/?page\\_id=2358](http://www.stakeholderslab.nl/?page_id=2358)
- Sterk, W., & De Boer, P. (2013). Grondverzet in Ruimte voor de Rivier. Rijkswaterstaat.
- TAW. (1996). Technisch rapport klei voor dijken.
- TAW. (2001). Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.



- Van der Tuijn, A. (2013). Projectplan Emanuelpolder. Hoofddorp: Arcadis.
- Vliet, C. v. (2013). Ontwerpnota Emanuelpolder. Vlissingen: Projectbureau Zeeweringen.
- Wisse, J. (2015, april 22). Klei toekomstig industrieterrein gebruikt voor dijkwerk bij Waarde. Provinciale Zeeuwse Courant.
- Wittenboer, S. van de. (z.j.). Grondbeginselen. Geraadpleegd op 14 november 2016, van <http://wroeten.nl/tuin/grondbeginselen/>
- Zwanenburg, C., & Backhausen, U. (2014). Reader Geotechniek. Den Haag: KIVI.



# Bijlagen

I	Bijeenkomstverslag Projectbureau Ooijen-Wanssum	73
II	Bijeenkomstverslag Deltares	74
III	Bijeenkomstverslag F.L. Liebregts	76
IV	Bijeenkomstverslag Rijkswaterstaat Utrecht	78
V	Bijeenkomstverslag Waterschap Rivierenland	80
VI	Bijeenkomstverslag Annemerscombinatie Moeder Maas	82



# I Bijeenkomstverslag

## Projectbureau Ooijen–Wanssum

17-11-2016  
Beatrixstraat 9, Meerlo

### Aanwezigen:

Riny van Deursen, omgevingmanager Projectbureau Ooijen-Wanssum

Sebastiaan Bosma

Thijs Langwerden

Sem Oosse

Jasper van de Ven

---

### Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum

Bij 'Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum' is hoogwaterveiligheid in feite een onderdeel van het grote geheel. Het project omvat circa tien Maaskilometers.

Bij het project Ooijen-Wanssum is de gesloten grondbalans voortgevloeid uit het EMVI-criterium 'voorkomen van overlast voor de omgeving'.

Er is veel grond dat vrijkomt door middel van het graven van verschillende nevengeulen. De vrijgekomen grond wordt functioneel toegepast in het project. Het overschot aan grond wordt gebruikt om de dijken 'in te pakken' zodat er terrassen gecreëerd worden. Er worden geen dijken gebouwd, maar terrassen. Dijken passen niet in het Limburgse landschap omdat de Maas geen zomer- en winterdijken kent.

Tevens is er gekeken naar het toepassen van geotextiel. Dit is uiteindelijk afgeketst aangezien de opdrachtgever vond dat er nog teveel onzekerheden zijn over het gebruik van geotextiel.

De verwachting is dat er geen knelpunten zijn met betrekking tot de milieuhygiënische kwaliteit van de grond.

De omgeving staat positief tegenover het project. Relatief weinig weerstand van particulieren. Dit komt onder andere doordat het hoogwater op de Maas van '93 en '95 nog in het geheugen van de omwonenden zit.

Voor meer details over kosten, technische aspecten en uitvoering worden we doorverwezen naar de uitvoerders van de aannemerscombinatie Mooder Maas.

# II Bijeenkomstverslag

## Deltares

24-11-2016  
Boussinesqweg 1, Delft

### Aanwezigen:

Huub de Bruijn, Senior Geotechnical levee specialist Deltares

Sebastiaan Bosma

Sem Oosse

Jasper van de Ven

---

### Projectgroep Hoogwaterbeschermingsprogramma:

Op het moment wordt er binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma een nieuwe projectgroep geïnitieerd. Deze projectgroep houdt zich bezig met het gebruiken van gebiedseigen grond bij dijkversterkingsprojecten.

### Opbouw van dijken:

De klei-eisen zijn erg streng voor de afdeklaag in een dijk.

De kern van een dijk mag eigenlijk uit vrijwel alles bestaan als het maar genoeg volume en gewicht heeft. Daarnaast mag de klei niet te nat zijn. Natte klei kan ervoor zorgen dat de dijk niet stabiel genoeg is.

Het gebruik van zand in de kern of de afdeklaag is verre van ideaal.

### Klei-eisen:

- De klei-eisen zijn empirisch vastgesteld. Dit betekent dat de grond wordt getest en daarna in een bepaalde categorie wordt ingedeeld;
- Het is beter om een functionele eis op te stellen. In het verleden is er al gekeken of het mogelijk was om de klei-eisen functioneler te maken. Dit lukte uiteindelijk niet;
- Sommige eisen kunnen al aangepast worden. Een voorbeeld is piping, waar het het intredepunt kan veranderen door de grond op bepaalde plekken dichter te maken;
- Een klei-eis die recent is aangepast is dichtheidsgraad van klei. Deze is aangepast van 0,75 naar 0,6.

### Opwaarderen:

- Het opwaarderen van grond is erg lastig. De huidige opwaardeertechnieken zijn nog steeds te duur, ingewikkeld en tijdrovend. Dit zorgt ervoor dat de aannemers er vaak van af zien;
- Daarnaast is het opwaarderen van grond erg lastig, omdat er geen functionele eisen zijn. Dit zorgt ervoor dat de eigenschappen van de opgewaardeerde grond erg moeilijk te definiëren zijn in de huidige klei-eisen;
- In België zijn ze volop aan het testen met kalkversterkte grond. Het probleem is dat dit nog steeds niet rendabel genoeg is;
- Een andere opwaardeertechniek is het rijpen van klei. Hierbij wordt klei die eigenlijk te nat is een paar maanden te drogen gelegd. Het probleem is dat dit ruim van te voren moet worden inpland en dat me afhankelijk is van het weer.

#### Gesloten grondbalans:

- Bij het gebruiken van een gesloten grondbalans is het belangrijk om in een gunstig gebied te zitten. In sommige gebieden is de juiste grond niet voor handen;
- Daarnaast kan de grond die in de directe omgeving van de dijk ligt niet worden gebruikt. Deze grond heeft namelijk een functie. Het beste is om verschillende projecten te koppelen. Denk aan de Ruimte voor de Rivier projecten waar aan de ene kant grond werd weggehaald (nevengeulen, verbreden van de vaargeulen) en waar aan de andere kant de dijken werden versterkt. Deze situatie is ideaal, want hier kan de grond binnen het projectgebied worden gehouden;
- Het ene dijkversterkingsproject hoeft niet met het andere te koppelen. Er kan ook worden gekeken naar andere projecten in de buurt waar veel grond bij vrijkomt (bv. bouw-/woonrijp maken van percelen);
- Koppelen is altijd een must. Anders kan er nooit genoeg grond verzameld worden voor de grotere dijkversterkingsprojecten.

#### Problemen gesloten grondbalans:

- Contractvorming. In de huidige contracten bepaalt de aannemer hoe het project wordt uitgevoerd. Aannemers kijken altijd naar de veiligste en goedkoopste oplossing. Een gesloten grondbalans kost toch nog steeds te veel tijd en geld;
- Planning. Als er gebruik wordt gemaakt van een gesloten grondbalans moet de planning optimaal zijn. Huidige dijkversterkingsprojecten houden geen rekening met koppelkansen;
- Moderne tijd. Vroeger moesten alle dijken versterkt worden met gebiedseigen grond. Tegenwoordig kan heel makkelijk de juiste kwantiteit en kwaliteit grond worden besteld. Dit zorgt ervoor dat opdrachtgevers en uitvoerders minder snel de neiging hebben om te kijken naar andere opties.



# III Bijeenkomstverslag

## F.L. Liebregts

07-12-2016  
Eemdijk 29b, Eemdijk

### Aanwezigen:

Kees Groeneveld, technisch manager F.L. Liebregts

Sebastiaan Bosma

Thijs Langwerden

Sem Oosse

Jasper van de Ven

---

Het dijkverstekingsproject werd eerst uitgevoerd door de aannemerscombinatie Liebregts en Vries & Van De Wiel. Door onderlinge problemen zijn de partijen uit elkaar gegaan en maakt Liebregts het project nu alleen af.

Bij het project komt enkel grond vrij door het verplaatsen van de kwel sloten. Dit is vrijwel uitsluitend veen, volume bedraagt zo'n 20.000 à 25.000 m<sup>3</sup>. Vrijgekomen veen wordt deels toegepast in de bekleding van de dijk en deels verkocht.

Zettingsproblemen met betrekking tot veen is ook hier van toepassing. Het veen in dit gebied ontwatert daarentegen vrij snel.

Bij de aanbesteding was er een EMVI-criterium voor o.a. het voorkomen van omgevingshinder en voor aantoonbaar gearrangeerd werken. Er was geen criterium voor het werken met een gesloten grondbalans. Dit is in een veengebied zoals Eemdijk ook onmogelijk.

In de kern van de dijken is secundair zand toegepast. Met het gebruik van deze bouwstof zijn achteraf problemen ondervonden op milieuhygiënisch vlak.

### Ruimte voor de Rivierproject Cortenoever:

- Project Cortenoever werd eerst uitgevoerd door aannemers Liebregts en Vries & van de Wiel. Uiteindelijk zijn deze uit elkaar gegaan en heeft Vries & van de Wiel het project afgemaakt;
- Bij Cortenoever kwam er drie miljoen m<sup>3</sup> grond vrij. Voor dit project was het de uitdaging om de grond her te gebruiken in het gebied. Er waren echter wel wat problemen met de kwaliteit van de zand. Veel zand in het projectgebied was leemhoudend en daardoor niet bruikbaar in de kern van de dijk.

### Gebruiken van een gesloten grondbalans:

- In de uiterwaarden is de grondopbouw erg gelaagd. Hierdoor is het erg belangrijk om de grond secuur te ontgraven. Anders ontstaat een onbruikbare mengelmoes. Secuur ontgraven vergt erg veel precisie. Sommige kleilagen zijn namelijk soms maar twintig centimeter dik;
- Contractvorming. De opdrachtgever dient ervoor te zorgen dat er vrijheid in het contract is. Er moet ruimte worden gelaten in het ontwerp. Dit wordt echter niet of nauwelijks gedaan. Meestal krijgen aannemers exacte criteria waaraan de uitvoering moet voldoen. Dit zorgt ervoor dat het toepassen

van een gesloten grondbalans bijna onmogelijk wordt. Daarnaast moeten toevalligheden worden gecreëerd. Dit betekent dat in de planning al moet worden gekeken naar meekoppelkansen in en rondom het projectgebied. Er zijn bepaalde grondsoorten die niet voldoen aan de eisen. Als vooraf in het contract wordt opgenomen dat deze grond hergebruikt wordt voor de landbouw of voor natuurontwikkeling krijgt deze grond een nieuwe functie. Als dit al wordt vastgelegd in het contract wordt een gesloten grondbalans gegarandeerd;

- Een andere optie is klei uitwisselen met agrariërs. Vaak kan klei die vrijkomt bij dijkversterkingsprojecten niet worden hergebruikt in een kering, omdat het niet voldoet aan de klei-eisen. Een optie is dan om deze grond te ruilen voor grond die wel bruikbaar is. In sommige gevallen wordt er dan een deal gesloten met een agrariër om grond uit te wisselen. Dit zorgt voor een meer gesloten grondbalans;
- Een andere optie die vooral interessant is voor het veengebied is om iets te vinden op het probleem zetting. Nu gaat 30-40% van de grond nog verloren aan zetting. Als er iets gevonden wordt om de veengrond te versterken is de kans op het realiseren van een gesloten grondbalans groter;
- Inwendige planning. Het is ook belangrijk voor de uitvoering van het project om te weten wanneer er bepaalde grond vrijkomt. Zorg ervoor dat de juiste grond beschikbaar is voor wanneer deze nodig is.

# IV Bijeenkomstverslag

## Rijkswaterstaat Utrecht

09-12-2016  
Griffioenlaan 2, Utrecht

### Aanwezigen:

Yvo Provoost, adviseur waterbouw Rijkswaterstaat

Sebastiaan Bosma  
Thijs Langwerden  
Sem Oosse  
Jasper van de Ven

---

In 2015 is het HWBP-project Emanuelpolder opgeleverd. De insteek was om gebruik te maken van gebiedseigen grond. Dit kwam aan het licht doordat provincie Zeeland een project startte om Zeeuwse schorren te herstellen. Buitendijks van de Emanuelpolder ligt de 'Schor van Waarde', deze kwam in aanmerking voor schorherstel. Om de schor te verjongen zou de toplaag worden afgegraven. De afgegraven toplaag zou kunnen worden toegepast bij de dijkversterking.

Vervolgens is er een traject van onderzoeken gestart, hieruit werd geconcludeerd dat de civieltechnische eigenschappen van de klei geschikt waren. Daarentegen bleek de milieuhygiënische kwaliteit van de toplaag (net) niet voldoende om in aanmerking te komen voor de toepassing in de dijk. Het is tevens geen geheim dat de waterkwaliteit van de Westerschelde niet erg goed is, de slechte milieuhygiënische kwaliteit van de toplaag van de schor kwam daarmee niet als een verassing.

De dijkversterking van de Emanuelpolder was een onderdeel van het Project Zeeweringen. Een politiek project waarin de planning leidend is. In verband met de planning en het tekort aan tijd (politieke druk) is de optie voor het toepassen van gebiedseigen grond van tafel geveegd. Vervolgens is de benodigde klei voor de dijkversterking aangeleverd. Volgens velen is dit een gemiste kans, dit project kon tevens aanhaken bij het Building With Nature – principe.

Een nader onderzoek naar de bodemkwaliteit door middel van een fijner grid (meerdere boringen op dezelfde onderzoekslocatie) had kunnen leiden tot een beter inzicht van de verspreiding van de verontreiniging. Op deze manier wordt alleen de geschikte grond ontgraven.

Daarnaast is het tegenwoordig mogelijk om grond met de klasse 'industrie' toe te passen in nuttige en functionele werken (dus dijkversterking). Volgens het Besluit bodemkwaliteit geldt dit voor grootschalige toepassingen vanaf 5.000 m<sup>3</sup> met een laagdikte van minstens 2 m. Het ontwerp groter (of robuuster of klimaatbestendiger or whatever) maken had dus waarschijnlijk een optie kunnen zijn.

Een grove schatting (van Yvo) is dat er bij de versterking van de dijk zo'n 80% op transportkosten bespaard had kunnen worden. Daarnaast is het niet alleen de kilometers die de besparing opleveren, maar ook de aanschaf van de grond en de overlast die het transport veroorzaakt.

Het nadeel van het toepassen van gebiedseigen grond is de beperkte uitvoeringsperiode in verband met:

- Broedseizoen
- Stormseizoen
- Bouwvak
- Recreatieseizoen (druk van ondernemers)

Dit zorgt ervoor dat de planning erg goed in elkaar moet zitten. Veel partijen kiezen er daarom voor om grond aan te leveren, dat kan binnen enkele dagen op het werk zijn.

Als men gebiedseigen grond wil toepassen moet men zich niet 'blind staren' op de civieltechnische parameters. Er moet een bepaalde marge/bandbreedte zijn voor de toepassing van klei. Veel initiatieven ketsen af op basis van enkele monsters die de betreffende grenswaarde van parameters niet halen. After all: alle klei wordt toch uitgesmeerd over het gehele dijkprofiel. Daarentegen moet altijd wel het volgende in acht worden genomen:

*Yvo: "Het blijft waterveiligheid waar je mee te maken hebt. Toepassingen moeten voor 99% zeker en aantoonbaar zijn. Daarom is het belangrijk dat er zoveel mogelijk uit de overgebleven 1% wordt gehaald."*

Op dit moment loopt er een onderzoek bij Deltares om de drie klassen van erosiebestendigheid terug te brengen naar twee klassen: wel toepasbaar en niet toepasbaar in dijken. Op deze manier wordt de beoordeling van de klei een stuk overzichtelijker en hopelijk het gebruik maken van gebiedseigen grond eenvoudiger.

# V Bijeenkomstverslag

## waterschap Rivierenland

12-12-2016  
De Blomboogerd 1, Tiel

### Aanwezigen:

Martin Schepers  
Programmamanager Dijkversterking HWBP waterschap Rivierenland  
Frans van den Berg  
Programmamanager Dijkversterking HWBP waterschap Rivierenland

Sebastiaan Bosma  
Thijs Langwerden  
Sem Oosse  
Jasper van de Ven

---

Werken met gebiedseigen grond is vaak het eerste waar een aannemer naar kijkt om op deze manier kosten te besparen. Is dit niet mogelijk, dan laat hij het aanvoeren.

Bij dijkversterkingen binnen waterschap Rivierenland: Voorkom zoveel mogelijk het afvoeren van grond uit het werkgebied. Hoe dit in de praktijk wordt uitgevoerd is aan de aannemer. In de praktijk komt er regelmatig voor dat aannemers klei gebruiken die zij nog in depot hebben staan. Dit is vaak een overblijfsel van Ruimte voor de Rivier projecten.

Het opwaarderen van grond door (bijvoorbeeld) het toevoegen van kalk begint het waterschap nog niet aan. Zo lang er nog voldoende geschikte klei aanwezig is voor een goede prijs is dit niet aan de orde. Wanneer prijzen de pan uit rijzen is dit wellicht een uitkomst.

Ongerijpte klei dat buitendijks wordt gewonnen biedt ook mogelijkheden. Het laten rijpen van deze klei is wel tijdrovend. In een dunne laag verspreiden, laten drogen en af en toe omzetten.

Bij dijkversterkingen binnen waterschap Rivierenland wordt de benodigde grond hoofdzakelijk per schip aangeleverd.

Onderzoek naar het toepassen van gebiedseigen grond is tijdrovend. Dit soort onderzoeken wordt opgepakt middels POV's.

De klimaatdijk is in feite een normale veilige kering waar een laag 'ongeschikte' grond tegenaan wordt gegooid. Is dus te vergelijken met het vergroten van het ontwerp/profiel zodat er meer zandige klei kan worden toegepast. Het is daarentegen wel een verschil of dit aan de binnen- of buitendijkse zijde van de dijk wordt toegepast.

Alliantie-contract. De opdrachtgever wordt in feite partners met een aannemer voor een bepaald project. Projecten goedkoper maken. Goede samenwerking. Beperken claims. Geven en nemen. Referentie is bijvoorbeeld Alliantie

Markermeerdijken.

Momenteel loopt er een onderzoek bij Deltares om de erosieklassen terug te brengen naar wel en niet toepasbaar. Frans van den Berg beaamt dat dit zaken een stuk overzichtelijker maakt. Dit zorgt er in 1 klap voor dat er meer geschikte grond aanwezig is. Frans geeft tevens aan dat er marges moeten zijn op de toepasbaarheid van klei, dit geldt voor civieltechnische eigenschappen en de milieuhygiënische kwaliteit.

# VI Bijeenkomstverslag

## Mooder Maas

20-12-2016  
Geijsterseweg 11a, Wanssum

### Aanwezigen:

Eric Schellekens, omgevingsmanager Arcadis  
Rody Kusters, uitvoeringsmanager Ploegam  
Tom Rensen, werkvoorbereider Ploegam

Sebastiaan Bosma  
Thijs Langwerden  
Sem Oosse  
Jasper van de Ven

---

De aannemerscombinatie Mooder Maas bestaat uit een samenwerkingsverband van Arcadis, Ploegam en Dura Vermeer.

Er worden in feite geen dijken aangelegd bij het project. Er worden hoge en lage terrassen gecreëerd die passen in het landschap. De Maas kent namelijk geen zomer- en winterdijken zoals de Rijn/IJssel.

In totaal komt er ca. 3.5 miljoen m<sup>3</sup> grond vrij bij het project door onder andere het graven van nevengeulen. De verwachting is dat de grondbalans compleet sluitend is. Voor ca. 400.000 m<sup>3</sup> grond wordt nog een toepassing gezocht.

De aanwezige grond (klei/zand) voldoet niet aan de standaard erosieklassen die gehanteerd worden voor het aanleggen van dijken. Het functioneel toepassen (project specifiek) van het vrijgekomen materiaal bestaat uit het aanleggen van terrassen/kaden die waarschijnlijk in een bepaalde mate gaan eroderen. Na verloop van tijd worden de kaden weer aangevuld. Het principe is te vergelijken met de zandsuppleties bij duinen aan de Nederlandse kust n.a.v. duinafslag.

Dit is het eerste project in het rivierengebied dat zo wordt aangepakt. Aangezien er voor deze manier van toepassen van materiaal geen toetsingskader bestaat, wordt deze zelf opgesteld door de aannemerscombinatie (in samenwerking met het waterschap en Deltares). Er worden diverse 'proefdijken' aangelegd in Limburg en Duitsland die gedurende 4 x 1 week worden gemonitord. Het waterschap is van oudsher erg traditioneel en terughoudend bij dit soort projecten. De combinatie van de proefdijken en het vroegtijdig communiceren met de opdrachtgever (bij de hand nemen gedurende het proces) moet er voor zorgen dat het project tot een goed einde wordt gebracht.

Het ontwikkelen van een eigen/nieuw toetsingskader zorgt voor veel bureaucratische knelpunten en risico's. Hiervoor is een (ruim) risicobudget gereserveerd.



Het graven van de geulen bestaat uit maatwerk i.v.m. de sterke variaties over korte afstanden in de ondergrond (zowel verticaal als horizontaal). Het gescheiden ontgraven gebeurt daarom onder begeleiding van een 'bodemexpert' die de lagen vrijgeeft.

Voor grond die overblijft (die de grondbalans dus niet sluitend maakt) is er een zogenaamd grondloket in het leven geroepen waar particulieren grond kunnen afnemen voor bijvoorbeeld ophoging van eigen terreinen.

Het project dat hier wordt uitgevoerd heeft overlapping met ons onderzoek naar het toepassen van gebiedseigen grond. Belangrijkste pijlers zijn:

- Aanpassen ontwerp (zodat er meer grond kan worden toegepast);
- Toetsingskader aanpassen (loslaten 'oude' rekenregels voor zowel civieltechnische als milieuhygiënische kwaliteit).

Tips om grondbalans sluitend te maken:

- Beperk ontgravingen. Zorg ervoor dat de weerstand elders wordt weggenomen (bv. verwijderen struiken/bomen) zodat de geul ondieper/kleiner kan worden aangelegd;
- Niet moeilijk doen over meer grond toepassen in het ontwerp. Breng een laagdikte aan van 2 meter aan i.p.v. 1,5 meter;
- Rek de scope op in tijd en ruimte. Kijk naar grond die er is, en niet naar erosieclassen. Probeer dus te roeien met die riemen die je hebt of de riemen die wellicht een eindje verderop liggen;
- Functioneel en project specifiek toepassen van grond.

Start grondwerk: najaar 2017

Oplevering project: eind 2020

