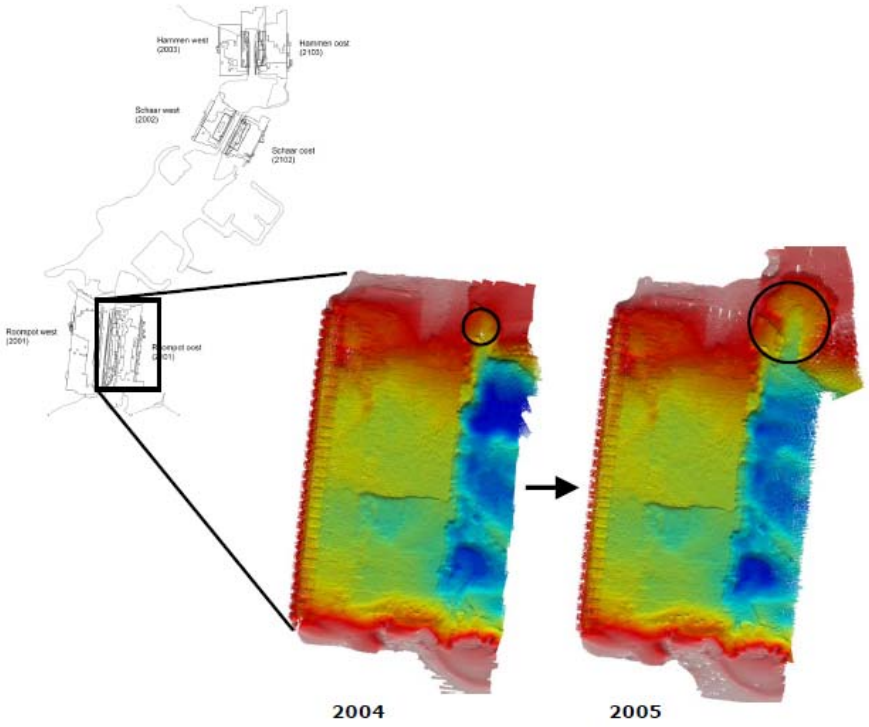
Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Beheer Oosterscheldekering nader bekeken

Projectteam Ontgrondingen Oosterscheldekering

Datum 21 januari 2013
Status Eindrapport



Bathymetrische monitorings gegevens Roompot Oost voor en na een vloeiing (2004,2005)

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	www.rijkswaterstaat.nl
Telefoon	0800-8002 ma t/m do 06.00 – 22.30, gratis
Uitgevoerd door	Dienst Zeeland, Dienst Infrastructuur, Waterdienst
Datum	21 januari 2013
Status	Eindrapport
Versienummer	1

Inhoud

Voorwoord—3

1 Conclusies en aanbevelingen—1
1.1 Aanleiding—1
1.2 Ontgrondingen—1
1.3 Beheerstrategie—1
1.4 Beoordeling veiligheid en maatregelen—2
1.5 Organisatie—4
1.6 Overgangssituatie en nader onderzoek—5
1.7 Bredere betekenis en opbrengsten—5

2 Inleiding—6
2.1 Aanleiding—6
2.2 Aanpak en organisatie—7
2.3 Producten—8

3 Historisch overzicht—9
3.1 Beheer organisatie, operationeel beheer—9
3.2 Beheer organisatie, inhoudelijke begeleiding—9
3.3 Beheer- en onderhoudsplannen—10
3.4 Signalering zettingsvloeiingen en uitblijven van acties—10
3.5 Circa 2004-2011:rapporten van inspectieresultaten: criteria overschreden, geen maatregelen—11
3.6 Samenvattende analyse—12

4 Analyse beheer—13
4.1 Faalkansanalyse—13
4.2 Ontwerp en beheer—14
4.2.1 Ontwerpfilosofie—14
4.2.2 Beheersing in eindfase en na oplevering—16
4.2.3 Huidig beheer—16
4.2.4 Monitoring—16
4.3 Beoordeling huidige situatie—17
4.3.1 Instabiliteiten—17
4.3.2 Ligging rand bodembescherming en bestortingen—18
4.3.3 Aanwezigheid bestortingen—18
4.3.4 Faalmechanismen—18
4.3.5 Relatie kuildiepte en inscharingslengte bij instabiliteit—18
4.3.6 Morfologische invloeden—19
4.3.7 Criteria voor instabiliteit—19
4.3.8 Verwachte ontgrondingskuilen—20

5 Analyse organisatie—21
5.1 Vanuit een technisch perspectief (ProBO)—21
5.2 Vanuit de kennisprofielen (OP2015)—23
5.3 Vanuit het perspectief kennisborging en -overdracht—24

6 Maatregelen beheer—25
6.1 Lodingen—25
6.1.1 Lodingen en de verwerking—26

6.2 Beheer—26
6.2.1 Effectiviteit huidige beheerstrategie—26
6.2.2 Alternatieve maatregelen—27
6.2.3 Bijgestelde en aangescherpte bewakingscriteria—27
6.2.4 Noord-Bevelandse oever—28
6.2.5 Reparatie schade en achterstallig onderhoud—28
6.2.6 Prognose bestortingen na 2013—30

7 Maatregelen organisatie—32

8 Bredere betekenis—34

9 Literatuurlijst—36

10 Bijlagen—37
Bijlage 1: Advies Wetenschappelijke Adviescommissie—38
Bijlage 2: Advies Ontwerpdeskundigen—45
Bijlage 3: Tijdlijn—66

Voorwoord

Het afgelopen half jaar heeft een projectteam samengesteld uit Dienst Zeeland, Dienst Infrastructuur en Waterdienst onderzocht welke maatregelen getroffen moeten worden om het beheer van de Oosterscheldekering voor wat betreft de ontgrondingskuilen te verbeteren. Bij dit onderzoek zijn het Waterschap Scheldestromen en Deltares nauw betrokken. Ook zijn de resultaten van het onderzoek afgestemd met deskundigen die destijds bij het ontwerp en de aanleg van de Oosterscheldekering betrokken waren.

Los van de inhoudelijke conclusie heeft de projectgroep zich nadrukkelijk ook gebogen over de organisatorische aspecten waarbij we in lijn met het OP2015 anticiperen op de ontwikkeling van het kennisveld 'Waterveiligheid/Natte Waterbouw'. Wij achten dit noodzakelijk om essentiële kennis voor het beheer van complexe waterbouwkundige constructies zoals de Oosterscheldekering, te borgen.

De aanbevelingen van de projectgroep richten zich enerzijds op het productiejaar 2013 en de vorm van het uitvoeren van een inhaalprogramma van bestortingen. Anderzijds zijn de aanbevelingen ten aanzien van organisatie en verdere optimalisatie van het beheer gericht op de periode 2014 en verder.

In dit rapport is de basis weergegeven hoe tot deze aanbevelingen gekomen is. In hoofdstuk 1 worden de conclusies en de aanbevelingen geschetst. Hoofdstuk 2 geeft een inleiding p de problematiek en gaat in op de aanpak en organisatie van het project. Hoofdstuk 3 geeft een historisch overzicht op het beheergebied weer. Hoofdstuk 4 geeft een analyse van het huidige beheersysteem van de bodembescherming. Hierin zijn veel resultaten van het onderzoek van Deltares en de resultaten vanuit het Technisch Management (TM) van het projectteam weergegeven. In Hoofdstuk 5 wordt de huidige beheerorganisatie beschreven en geanalyseerd. Vervolgens richten hoofdstuk 6 en 7 zich op maatregelen op het gebied van beheer en organisatie. Hoofdstuk 6 (maatregelen beheer) is voornamelijk gebaseerd op de resultaten van Deltares en TM. In hoofdstuk 8 wordt een bredere betekenis aan dit onderzoek gegeven: gezamenlijk beheer RWS en Waterschap.

Namens het projectteam Ontgrondingen Oosterscheldekering,

Richard Jorissen
Harry de Looff
Astrid Labrujere

1 Conclusies en aanbevelingen

1.1 Aanleiding

Begin 2012 is in het kader van de vergunningverlening van een getijcentrale in de Oosterscheldekering geconstateerd dat als gevolg van de doorgaande verdieping van de ontgrondingskuilen op diverse plaatsen langs de rand van de ontgrondingskuilen zettingsvloeiingen en afschuivingen zijn opgetreden. Het meest urgente gevolg hiervan is dat de standzekerheid van de primaire waterkering op de Noord-Bevelandse oever niet meer gewaarborgd was. Daarnaast zijn er beschadigingen als gevolg van vloeiingen aan de bodembescherming en ook is de oorspronkelijke rand bodembescherming (randbalk) niet overal meer intact.

Deze (externe) signalen hebben geleid tot het instellen van een operationeel Bodembeschermingsteam (BBT) en een projectteam Ontgrondingen Oosterscheldekering (OOS). Het BBT heeft een herstelplan gemaakt waarvan een deel in 2012 is uitgevoerd en een deel in 2013 gepland staat. Het projectteam OOS heeft als opdracht te adviseren of de ontwerpuitgangspunten nog van toepassing zijn op de huidige situatie, welke beheerstrategie en beheermaatregelen bij de huidige situatie passen en welke organisatie daarbij hoort. Ter onderbouwing van dit advies is aan Deltares opdracht gegeven een studie uit te voeren naar de opgetreden instabiliteiten, de te verwachten ontgrondingen en grootschalige morfologie in het estuarium en rond de kering.

1.2 Ontgrondingen

De ontgrondingskuilen aan weerszijden van de Oosterscheldekering groeien – op een aantal plaatsen – nog steeds. De maximale kuildiepte bedraagt nu 34 meter (60 meter – NAP). Weliswaar is dit dieper dan het uitgangspunt bij het oorspronkelijke ontwerp uit 1976, maar dit uitgangspunt is al in 1982 en 1988 bijgesteld. De ontgrondingen ontwikkelen zich globaal gesproken langzamer dan in 1988 werd voorzien.

De doorgaande ontwikkeling van de ontgrondingskuil betekent dat op een aantal plaatsen ook de zijhelling van de kuil steiler wordt. Dit effect wordt vergroot door aanzanding van losgepakt zand op het hoger gelegen deel van de zijhelling. In de ontwerp- en beheerdocumenten wordt aan dit fenomeen slechts summier aandacht besteed, met uitzondering van de Noord-Bevelandse oever. Hier kan de waterkering (aansluitend op de Oosterscheldekering) falen als gevolg van een instabiliteit in het voorland, dat wil zeggen een instabiliteit van de zijhelling van de ontgrondingskuil in de Roompot-Oost.

In de huidige situatie zijn er zeven min of meer geprononceerde ontgrondingskuilen (in elk sluitgat één, in de Roompot-Oost twee). De huidige maximale kuildiepte bedraagt 21 tot 34 meter. De voorspelling uit de Deltares studie is dat deze kan doorgroeien tot dieptes van 25 tot 75 meter in 2050. Of deze dieptes bereikt worden, hangt onder andere af van de erosiebestendigheid van de aanwezige kleilagen.

1.3 Beheerstrategie

De beheerstrategie is sinds 1982 gericht op het voorkomen van instabiliteiten bij de rand van de bodembescherming door het structureel monitoren en bestorten van te steile aanzethellingen. Destijds werd voorzien dat bij doorgaande ontgrondingen wel 3 tot 4 achtereenvolgende bestortingen nodig kunnen zijn om een voldoende stabiele situatie te bereiken.

De beheerstrategie is in 1998 vastgelegd in het Beheer- en Onderhoudsplan Natte Werken en is op hoofdlijnen niet gewijzigd ten opzichte van de daarvoor toegepaste strategie. Ten opzichte van deze aldus als vigerend vastgestelde strategie uit 1998 heeft de beheerder bij de uitvoering van het operationele beheer twee (achteraf bezien) cruciale, foutieve keuzes gemaakt:

- Een aanzet- of zijhelling werd geacht stabiel te zijn nadat er één bestorting is aangebracht. Ook al waren de criteria overschreden, er werd niet meer aanvullend bestort.
- De steilheid van de aanzet- en zijhelling van de ontgrondingskuil is bepaald aan de hand van deels theoretische profielen (in realiteit niet aanwezig). Er is niet gezocht naar en getoetst op stabiliteit van onbestorte hellingen over een hoogte van tenminste 5 meter ongeacht de plaats en richting van die helling.

De gevolgen hiervan zijn dat er vanaf 2000 veel minder (2001 en 2003 wel) bestortingen zijn uitgevoerd dan voor die tijd. Na 2000 hebber zich er in totaal 16 instabiliteiten hebben voorgedaan, zowel van de zijhelling als van de aanzethelling van de ontgrondingskuil. Ook is de randbalk van de blokkenmat in totaal over een lengte van 1750 meter in meer of mindere mate verzakt (variërend van enkele decimeters tot meer dan 10 meter).

De schaalgrootte van de opgetreden instabiliteiten van de zijhelling is op vier plaatsen (Roompot-Oost (2x), Roompot-West, Hammen-Oost) zodanig dat de inscharing schade heeft veroorzaakt aan de randbalk en aan de blokkenmat. Dit fenomeen is bij eerdere ontwerp- en beheernota's onderbelicht gebleven. Opvallend is dat het optreden van een aantal instabiliteiten wel is onderzocht, maar dat noch vanuit het onderzoeksveld noch vanuit de landelijke diensten een duidelijk initiatief is genomen om dit probleem bij de beheerder aan te kaarten. De problematiek is in ieder geval in 2008 bij de beheerder toegelicht, maar heeft niet tot aangepast beheer geleid.

Sinds 2007 werkt het district volgens de methodiek van Probabilistisch Beheer en Onderhoud (ProBo). Deze methode biedt belangrijke voordelen bij het systematisch en aantoonbaar voldoen aan de ontwerpeisen. Het faalmechanisme 'instabiliteit rand bodembescherming' is hierbij echter buiten beschouwing gelaten omdat de faalkans **bij adequaat beheer** vrijwel nul is. Op zich is dit een terecht uitgangspunt, maar de 'check' of het beheer aan dit uitgangspunt voldoet is niet of niet goed uitgevoerd. Zowel de regionale dienst als de landelijke diensten hebben in de periode 2000-2012 hier steken laten vallen: relevante signalen met betrekking tot eerder opgetreden instabiliteiten zijn of niet gegeven of niet goed geïnterpreteerd.

1.4 Beoordeling veiligheid en maatregelen

De beoordeling van de veiligheid tegen overstromen laat zien dat:

- Hoewel de bodembescherming op diverse plaatsen is gezakt en beschadigd als gevolg van instabiliteiten is de standzekerheid van de Oosterscheldekering niet in het geding geweest. Hiervoor zijn namelijk meerdere grote zettingsvloeiingen in de richting van de as van de kering nodig.
- Voor de primaire waterkering op de Noord-Bevelandse oever ligt dit anders: de situatie van vóór de reparatiebestortingen van 2012 was zonder meer niet aanvaardbaar, de standzekerheid was in het geding. Door de reparatiebestorting is de kans op een instabiliteit hier teruggebracht tot het gewenste niveau en is nu vergelijkbaar met de overige waterkeringen langs de Oosteren Westerschelde.

- Voor de overige zijkanten van de ontgrondingskuil geldt dat de veiligheid tegen overstroming niet in het geding is geweest. Wel hebben instabiliteiten van zowel zijhellingen, havendammen als aanzethellingen tot schade aan de bodembescherming geleid en is de stabiliteit van de havendammen .

De voorspelde ontwikkeling van de ontgrondingskuilen is – in samenhang met de resultaten van het onderzoek naar grootschalige morfologische ontwikkelingen en de analyse van de opgetreden instabiliteiten – geen reden om de oorspronkelijke beheerstrategie nu los te laten.

De projectgroep OOS stelt – in aanvulling op de reparatiebestortingen van 2012 en 2013 – de volgende beheermaatregelen voor:

1. Handhaven van de lodingsfrequentie van 2 maal per jaar en uitbreiden van het lodingsgebied van 800 meter tot circa 1200 meter uit de as van de kering en gericht om vroegtijdig dreigende instabiliteiten van de zijhellingen in beeld te krijgen. Een 3D verwerkingssoftware voor de verwerking van de gegevens is wel noodzakelijk, voor opslag als mogelijk voor toetsen in de toekomst.
2. Hanteren van identieke en vereenvoudigde stabiliteitscriteria voor onbestorte aanzet- en zijhelling van de ontgrondingskuil: Instabiele helling bij waarneming van een veranderd talud welke een helling heeft gekregen die steiler dan 1:5 over een hoogte van tenminste 5 meter staat ongeacht de plaats en richting van de helling. Het te beoordelen gebied betreft de volledige breedte van de stroomgaten in beide stroomrichtingen en strekt zich langs de oevers uit tot 400 meter voorbij de randbalk (gewijzigd om vervolgschade aan de blokkenmat te voorkomen).
3. Bij overschrijding van de criteria wordt de helling bestort (aanzethelling) of indien een bestorting niet voor de hand ligt (plaatranden) de instabiele helling afgevlakt door te baggeren (injectiebaggeren of dustpannen).
4. Het uitvoeren van een bestortingsprogramma aanvullend op de reparatiebestortingen van 2012 en 2013 om de beschadigde rand van de blokkenmat af te dekken, te steile aanzethellingen zo nodig tot en met de bodem van de ontgrondingskuil vast te leggen met op elkaar aansluitende stortvakken. De omvang van dit programma wordt geschat op 150.000 m^2. Dit programma kan samen met het resterende deel van de eerder geplande reparatiebestortingen voor 2013 (30.000 m^2) in 2013 worden uitgevoerd. Doordat de reparatiebestortingen deels overlappend over de randbalk en de bodembescherming wordt aangebracht, wordt de beschadigde randbalk in grote mate gestabiliseerd.
5. Voor de Noord-Bevelandse oever geldt ter hoogte van de verlengde blokkenmat dat de eerder dit jaar aangebrachte bestorting tot op de bodem van de ontgrondingskuil wordt doorgezet in combinatie met het verwijderen van losgepakt zand hoger op het talud. Voorbij de verlengde blokkenmat in de richting van de Oosterschelde is de situatie nu niet urgent en is er voldoende tijd om een ontwerp te maken voor het geval van een doorgaande ontgronding en/of geulverplaatsing.

De projectgroep OOS stelt verder voor om – op termijn - deze beheerstrategie te heroverwegen in het licht van de ontgrondingsvoorspellingen. Als de ontwikkeling van de ontgrondingen doorzet tot (ver) voorbij dieptes van 40 meter, dan kan het economisch gezien verstandig zijn om de beheerstrategie te wijzigen van 'stabiliseren hellingen' in 'beperken maximale kuildiepte'. Deze heroverweging is nu niet urgent.

1.5 Organisatie

De belangrijkste aanleiding voor de onveilige situatie langs de Noord-Bevelandse oever en de schade aan de blokkenmatten is niet de ontwikkeling van de ontgrondingskuilen, maar de ontwikkeling van de organisatie. Op operationeel niveau zijn verkeerde keuzes gemaakt en op tactisch niveau zijn deze keuzes niet gecorrigeerd. Op basis van een analyse van de organisatieontwikkeling en de gebeurtenissen in Oosterschelde concludeert de projectgroep een gebrek aan waterbouwkundige kennis op operationeel niveau, onvoldoende functionerende escalatielijnen bij de beheerorganisatie en een onvoldoende betrokkenheid van landelijke diensten bij het beheer van de bodembescherming.

De aanbevelingen ten aanzien van de organisatie luiden als volgt:

1. Het operationele beheer binnen het district van de dienst Zee en Delta uit te voeren conform de kaders voor monitoring (uitvoering gebeurt door DID), interventieniveaus, maatregelen, vastlegging, verantwoording en afstemming met het waterschap. De geschatte benodigde omvang (inclusief waterbouwkundige kennis) voor het uitvoeren van deze taak is in lijn met de vigerende voorstellen voor het ProBo-team voor alle onderdelen van de Oosterscheldekering (18,7 fte). De manager van het ProBo-team rapporteert binnen de lijn van de dienst Zee en Delta en heeft tevens een escalatielijn naar de dienst Kennis en Kwaliteit.
2. Het tactische beheer van de Oosterscheldekering uit te voeren als een landelijke taak, die kaderstellend en handhavend is voor het operationele beheer. De werkzaamheden omvatten het toetsen van (toepassing van de) kaders, de wijze van uitvoering, het (laten) doorontwikkelen van kaders en het uitvragen van het strategisch beheer. Hierbij gaat het niet om de kaders zoals die door het ProBo-steunpunt worden ontwikkeld, maar om de benutting van deze kaders in het werkveld 'natte waterbouw/waterveiligheid', gekenmerkt door 'kleine kansen, grote gevolgen'. Het ligt voor de hand deze taak te bundelen met vergelijkbare werkzaamheden voor andere natte objecten, die volgens de ProBo-systematiek worden beheerd. Hierbij kan de dienst Kennis en Kwaliteit worden ondersteund door Deltares en adviesbureau's. De geschatte benodigde omvang voor het uitvoeren van deze taak is 10-12 fte en maakt onderdeel uit van het kennisveld Natte Waterbouw. Één van de topadviseurs (Waterveiligheid, Natte Waterbouw) is binnen de dienst Kennis en Kwaliteit verantwoordelijk voor dit tactische beheer en heeft tevens een escalatielijn naar de DG RWS.
3. Het strategisch beheer van de Oosterscheldekering te laten uitvoeren door een extern college van adviseurs, dat bijvoorbeeld elke 5 jaar beoordeelt in hoeverre de tactische kaders voldoen en de operationele uitvoering nog adequaat is gelet op de ontwerpuitgangspunten en veranderende eisen (klimaat, morfologie, maatschappij, ..).

De drie niveaus van beheer zijn onderling goed verbonden, waarbij het tactische niveau de spil is, enerzijds naar het operationele niveau (kaderstellen/handhaven) en anderzijds naar het strategische niveau. Elke rol in het voorgestelde organisatiemodel vereist (een zekere mate van) vakkennis, maar zeker ook de juiste houding en gedrag. Aanspreken en escaleren zijn hierin sleutelbegrippen. Door middel van rollenspelen (bijvoorbeeld als onderdeel van 'seriousgaming') kunnen deze vaardigheden worden versterkt. Sleutelfunctionarissen zijn hierbij de manager van het ProBo-team (operationeel beheer) en de topadviseur (tactisch beheer), die naast de hiërarchische verantwoordingslijn ook een escalatielijn buiten de eigen organisatie kennen.

Verder is de borging van kennis rond ontwerp en beheer van complexe waterbouwkundige constructies noodzakelijk, waarbij integrale teams (qua discipline, leeftijd,

organisatie) en de trits leerling – gezel - meester goede instrumenten zijn. De afspraken rond kennisborging zijn onderdeel van RKW-cyclus (persoonlijk niveau) en managementafspraken (organisatieniveau). Ook het overzicht hebben van de aanwezige kennis bij marktpartijen hoort bij het borgen van kennis. Tenslotte kunnen bestaande netwerken (I-storm) effectiever worden ingezet voor het gezamenlijk oplossen van problemen.

1.6 Overgangssituatie en nader onderzoek

De projectgroep OOS adviseert om het jaar 2013, naast de uitvoering van het inhaalprogramma aan bestortingen, te benutten voor:

1. Het inrichten van de beheerorganisatie (tactisch en operationeel) zodat deze in 2014 van start kan gaan,
2. Het maken van een herontwerp van de rand bodembescherming op basis van een herijkte faalkansanalyse voor Oosterscheldekering en NoordBevelandse oever en het nader uitwerken van de beheerstrategie,
3. Het formuleren en laten uitvoeren van nader onderzoek.

Concreet voorstel is om in 2013 een Implementatieteam bovenstaande acties uit te laten voeren. Het meest praktisch is om (een deel van de) projectleden uit het BBT en de projectgroep OOS dit team te laten vormen. Dit betekent een capaciteitsinzet van Zee en Delta, KW en LPO/RPO van circa 5 fte (10 mensen 50%).

Aandachtspunten voor het nadere onderzoek zijn:

- Onderzoek ligging uitgevoerde bestortingen voor 2012;
- Onderzoeken stabiliteit van bestorte hellingen;
- Onderzoeken ligging kleilagen en erosiebestendigheid van klei om ontgrondingsvoorspelling te kunnen verbeteren;
- Stroombeelden (inclusief turbulentie) op de rand bodembescherming;
- Economische optimalisatie van beheerstrategie bij doorgaande kuilontwikkeling (vooral relevant voor kuilen dieper dan 40 meter).

Daarnaast zal in 2013 door RWS Zee en Delta, in samenspraak met het implementatieteam, onderzocht worden hoe de benodigde beheer- en onderhoudswerkzaamheden ná 2013 het beste uitgevoerd kunnen worden, zowel contracttechnisch als vergunningtechnisch. Voor wat betreft het contract zal bekeken worden of en zo ja hoe een waakvlamcontract voor een periode van een aantal jaren opgesteld kan worden, zodat snel gereageerd kan worden op versteilingen van de hellingen van de ontgrondingskuilen en niet voor elke benodigde bestorting opnieuw de markt benaderd hoeft te worden, wat veel tijd kost.

1.7 Bredere betekenis en opbrengsten

Uit het onderzoek naar de beheercrisis rond de ontgrondingen van de Oosterscheldekering is een aantal meer algemeen geldende conclusies te trekken:

- De samenhang tussen het beheer van stroomgeulen en naast gelegen waterkeringen is onvoldoende, waardoor suboptimale oplossingen worden gekozen of ongewenste situaties kunnen ontstaan. In het alliantieprogramma nHWBP wordt dit verder opgepakt.
- Specifiek voor de afstemming tussen RWS Zee en Delta en het Waterschap Scheldestromen geldt dat nu praktische afspraken gemaakt worden over het delen van data en het afstemmen van monitoring en databeheer.
- De werkwijze van het projectteam OOS (intensieve interactie RWS-waterschap-Deltares; intensieve interactie junior-senior) heeft geleid tot een kennisimpuls voor alle betrokken medewerkers. Deze casus kan worden benut als praktijkmateriaal bij opleidingsinstituten.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding

De Oosterscheldekering heeft een bodemverdediging aan weerszijden van de kering. Aan de randen van de bodemverdediging ontwikkelen zich ontgrondingskuilen. De verwachting bij het ontwerp was dat deze kuilen na verloop van tijd nagenoeg stabiel zouden worden. Gekozen is voor een bijbehorende bewakings- en onderhoudstrategie die er vanuit gaat dat de bodembescherming en de rand van de bodembescherming intact blijven. De onderhoudsstrategie voorziet in monitoren van de bodembescherming en de ontgrondingskuilen en bij overschrijding van hellingscriteria bestorten om instabiliteiten te voorkomen. Het onderhoud wordt uitgevoerd door de RWS Dienst Zeeland, sinds 1 januari 1987 de beheerder van de Oosterscheldekering.

Begin 2012 werd onderzoek gedaan ten behoeve van de onderbouwing van de vergunningverlening voor een getijdecentrale in de Oosterscheldekering. Hierbij werd door de heer F. Spaargaren geconstateerd dat op diverse plaatsen langs de rand van de ontgrondingskuilen zettingsvloeiingen en afschuivingen zijn opgetreden. Met beschadigingen aan de bodembescherming tot gevolg, ook was de oorspronkelijke rand bodembescherming (randbalk) niet overal meer intact. Bovendien zijn op diverse locaties ontgrondingskuilen tot 60 m - NAP aangetroffen en was de stabiliteit van de Noord-Bevelandse oever onvoldoende gewaarborgd. Door hem werd gesteld dat diverse criteria overschreden zijn en dat de Dienst Zeeland in beheer ernstig tekort geschoten is. Dit is door de heer Spaargaren aangekaart bij de HID van Dienst Zeeland.

In reactie is door de HID van Dienst Zeeland in april 2012 een Bodem Beschermings Team (BBT) samengesteld uit specialisten van Dienst Zeeland, de Dienst Infrastructuur en de Waterdienst. De opdracht van het BBT was om de problemen met betrekking tot de (rand) bodembescherming te analyseren en te komen met voorstellen voor korte termijn maatregelen om de (rand) bodembescherming en de ontgrondingskuilen waar nodig te stabiliseren. Door het BBT is bepaald waar direct maatregelen noodzakelijk zijn. Vervolgens zijn in mei en juni noodbestortingen op twee locaties uitgevoerd (Roompot Oost, noord en zuidzijde), in totaal is daar 115.000 ton staalslakken verwerkt over een oppervlakte van 83.400 m^2. De Noord-Bevelandse oever, direct aansluitend op de Oosterscheldekering, is daarmee gestabiliseerd.

Daarnaast rapporteert het BBT dat 8 gebieden in de stroomgeulen van de Oosterscheldekering als kritiek worden aangemerkt. Dat wil zeggen dat daar nog in 2012 bestortingen moeten worden uitgevoerd, de zogenaamde "tranche 2" bestortingen[1]. In totaal gaat het daarbij om een oppervlakte van circa 135.000 m^2.

Als penvoerder van een zestal verontruste ontwerpers en bouwers van de Oosterscheldekering, meldt de heer Spaargaren per brief van 4 juni 2012 de Directeur

1Begin oktober 2012 wordt bij het projectteam bekend dat de "tranche 2" bestortingen door Dienst Zeeland in een reguliere aanbestedingsprocedure zijn terechtgekomen en gepland zijn pas medio 2013 te worden uitgevoerd. Hierop is door projectteam bij de HID Zeeland een dringend beroep gedaan om nog tenminste 5 van de 8 "tranche 2" vakken in 2012 uit te voeren. Mede door dit signaal is een versnelde aanbesteding in gang gezet waardoor deze 5 vakken nog in 2012 zijn bestort. De resterende 3 vakken zullen in 2013 worden bestort.

Generaal van Rijkswaterstaat dat de getroffen maatregelen niet adequaat zijn en heeft twijfels over de kennis en ervaring van de leden van het BBT.

Mede als reactie op dit signaal is 25 juni 2012 het projectteam Ontgrondingen Oosterscheldekering (OOS) samengesteld om over de problematiek van de bodembescherming en de ontgrondingskuilen te adviseren op het gebied van technische en organisatorische maatregelen voor middellange en lange termijn. Het advies van dit projectteam staat in het voorliggende rapport.

2.2 Aanpak en organisatie

Het projectteam OOS heeft als opdracht te adviseren of de ontwerpuitgangspunten nog van toepassing zijn op de huidige situatie, welke beheerstrategie en beheermaatregelen bij de huidige situatie passen en welke organisatie daarbij hoort.

Het projectteam heeft op basis van beschikbare kennis en ervaring een werkhypothese opgesteld (verwoord in plan van aanpak 10 juli 2012) en daarvan afgeleid een aantal onderzoeksvragen voor Deltares geformuleerd. Deltares heeft onderzoek uitgevoerd op vier thema's: databeheer en monitoring, grootschalige morfologie, analyse en voorspelling van ontgrondingskuilen en analyse van instabiliteiten. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode juli-november 2012 en het projectteam heeft – naast de begeleiding van het onderzoek – parallel gewerkt aan aanvullende analyses (organisatieontwikkeling, tijdlijn, interviews met sleutelfunctionarissen, beoordeling en analyse van ontwerp- en beheernota's en waar nodig advisering van het BBT).

De kwaliteitsborging van de onderzoeksresultaten van Deltares is (naast de interne Deltares-lijn) uitgevoerd door het projectteam en hierbij zijn experts uit de diverse diensten van Rijkswaterstaat betrokken. Als werkvorm is gekozen voor een plenaire presentatie van de tussenresultaten en voor schriftelijke beoordeling van de concept eindrapporten.

Zowel bij de samenstelling van het projectteam en de expertgroep is zoveel mogelijk gestreefd om ervaringskennis te combineren met de inbreng van jonge medewerkers. Ook vanuit Deltares is deze combinatie toegepast. De jonge medewerkers hebben hun ervaringen en aanbevelingen ten aanzien van kennisvermeerdering en kennisdeling in een aparte rapportage verwoord.

Het projectteam OOS wordt aangestuurd door een Stuurgroep bestaande uit de HID's van Zeeland, Waterdienst, Dienst Infrastructuur en gelet op de prioriteit van dit onderwerp wordt de DG Rijkswaterstaat structureel geïnformeerd.

Op verzoek van de DG Rijkswaterstaat heeft het projectteam bij de opstelling van het eindrapport gedurende de maand november intensief samengewerkt met een drietal ontwerpdeskundigen (ir. J. Konter, ir. H. Nederend, ir. J. van Oorschot). De rapportage van de deskundigen is bijgevoegd als bijlage 2, de strekking van hun bijdrage komt op hoofdlijnen overeen met de bevindingen van het projectteam.

Voor de wetenschappelijke kwaliteitsborging van zowel het onderzoek van Deltares als van het eindproduct van het projectteam is een wetenschappelijke adviescommissie ingesteld. De samenstelling van deze commissie is als volgt: prof. dr.ir. M. Stive, prof. drs.ir. H. Vrijling, prof. dr.ir. H. de Ridder, prof. dr. W. de Ruiter. De adviescommissie is viermaal bijeen geweest en hun bevindingen zijn separaat als bijlage 1 opgenomen in dit rapport.

Het projectteam OOS bestaat uit medewerkers van Rijkswaterstaat Zeeland, dienst Infrastructuur en Waterdienst. Ook zijn Waterschap Scheldestromen en Deltares vertegenwoordigd in het projectteam. De samenstelling van het projectteam is als volgt:

Richard Jorissen
Harry de Looff
Astrid Labrujere
Hans Janssen
Leo Klatter
Joop Weijers
Bart Vonk
Marielle Albers-Kruidenier
Gert-Jan Liek
Hans van der Sande (Waterschap Scheldestromen)
Leo Voogt (Deltares)

2.3 Producten

Door het projectteam, of in opdracht van het projectteam, zijn in de periode juli – december 2012 de volgende producten geleverd. In de literatuurlijst staat een volledige verwijzing.

Opsteller	**Titel en omschrijving**
Projectteam	
	Plan van Aanpak
	Heranalyse prioriteit stortvakken bodembescherming Oosterscheldekering (advies aan HID Zeeland)
	Rapportage Technisch Team OOS
	Eindadvies projectteam OOS
Deltares	
	Rapport Monitoring en databeheer
	Rapport Grootschalige morfologie
	Rapport Ontgrondingen
	Rapport Hellinginstabiliteit
	Integratierapport
Experts RWS	
	Advies over de verbetering van de informatievoorziening voor de monitoring van de ontgrondingskuilen rond de Oosterscheldekering.
	De blik van jongeren op kennisborging: Casus Oosterscheldekering
Extern RWS	
	Rapport over toepasbaarheid Variantieanalyse bij Oosterscheldekering
	Rapport externe deskundigen
	Advies Wetenschappelijke Advies Commissie

3 Historisch overzicht

Dit hoofdstuk schetst een beeld van diverse gebeurtenissen en beslissingen rond de organisatie en het beheer van de Oosterscheldekering. Met als doel inzicht te krijgen hoe er ten aanzien van de (rand) bodembescherming en ontwikkeling van de ontgrondingskuilen is gehandeld. De beschrijving start op het moment van overdracht van de Oosterscheldekering van de projectorganisatie naar RWS Zeeland (1-1-1987) en loopt door tot en met 2012. Een uitgebreidere beschrijving is opgenomen in bijlage 3.

3.1 Beheer organisatie, operationeel beheer

RWS Zeeland is sinds januari 1987 beheerder van de Oosterscheldekering. Het operationele beheer is toen belegd bij de Dienstkring Deltakust, de personeelsomvang bedroeg circa 60 fte. Voor de (rand) bodembescherming voerde de Meetdienst de onderwaterinspecties uit; de afdeling morfologie van DZL interpreteerde de resultaten en adviseerde vervolgens de dienstkring en de AX-afdelingen. De dienstkring voerde de onderhoudswerken uit cq liet deze uitvoeren.

Tot circa 2000 werd het werkveld waterbouw bij de dienstkring Deltakust door circa 6 mensen uitgevoerd, waarvan 1 persoon fulltime op het onderwatergedeelte. Rond 2000 was er een krimpoperatie en vanaf 2002 was 1 persoon verantwoordelijk voor "civiel", waarvan waterbouw aspecten voor circa 0,1 fte ingevuld werden. Rond 2006 was er weer een grote reorganisatie bij het district. De "civiele stoel" werd omgezet in expertise op gebied van werktuigbouw. Waterbouwkunde dreigde tussen wal en schip te raken. In de praktijk gingen "niet-civielen" dit onderwerp erbij doen.

In 2007 een projectteam gestart om Probabilistisch Beheer en Onderhoud (ProBo) op de Oosterscheldekering voor te bereiden en medio 2009 werd personeel aangetrokken om het ProBo team vorm te geven. In april 2010 was de formele start van het ProBo team in de lijnorganisatie van het district Zeeuwse Delta. De formatieve omvang op papier bedraagt 18,7 fte. De invulling in de praktijk is 13 – 15 fte. Daardoor is sprake van structurele onderbezetting. Bovendien is de civiele expertise beperkt en maakt het falen van de bodembescherming geen expliciet onderdeel uit van de integrale faalkansanalyse.

3.2 Beheer organisatie, inhoudelijke begeleiding

Vanaf 1987 werd het beheer en onderhoud van de natte werken van de Oosterscheldekering begeleid door de Begeleidingsgroep Natte Werken, grondmechanica en beton (BNW). BNW was samengesteld uit leden van de dienstkring Deltakust, de afdeling AXB (beheer nat) van RWS Zeeland en RWS Bouwdienst. Door BNW werden op grond van inspectieresultaten besluiten genomen over het beheer van de natte werken.

Een soortgelijke begeleidingsgroep bestond voor werktuigbouwkunde, staal en electro (BSE). Omdat veelal dezelfde personen in beide groepen zaten en het aantal onderwerpen terugliep is eind jaren '90 besloten BNW en BSE samen te laten gaan. Begin 2001 is de groep BNW/BSE overgegaan in de Adviesgroep Beheer en Onderhoud Oosterscheldekering (ABO). De ABO bestond naast de reguliere beheerorganisatie van de dienstkring. Met als leden "oud" bouwers, een vertegenwoordiger vanuit centraal Dienst Zeeland, het districtshoofd en specialisten van district. In de periode 2000 tot 2004 verdween steeds meer "kennis" uit deze groep en is de ABO geruisloos opgeheven.

Voor ProBo is er een steunpunt ProBo bij RWS Dienst Infrastructuur. Samen met Bureau Horvat heeft het steunpunt ProBo in september 2007 het rapport "Onafhankelijke beoordeling en advies mbt de stand van zaken Organisatie en Onderhoud Oosterscheldekering" opgeleverd.Het rapport is opgesteld in opdracht van RWS Zeeland, de aanleiding voor de opdracht was "dat de aansturing en uitvoering van beheer en onderhoud aan de Oosterscheldekering in de voorliggende 5 jaar sterk veranderd is. De vrees bestaat dat daarmee de kwaliteit van het beheer en onderhoud en wellicht ook de betrouwbaarheid van de kering negatief is beïnvloed". Het rapport bevat stevige conclusies, zoals "Bij de SVKO is er zowel een acuut probleem dat het veiligheidsniveau verslechterd is als dat de organisatie niet geëquipeerd is om veranderingen door te voeren. Invoering van ProBo zou een oplossing kunnen betekenen". Mede naar aanleiding van dit onderzoek is de ProBo systematiek doorgevoerd in het beheer van de Oosterscheldekering en is RWS steunpunt ProBo inhoudelijk betrokken.

3.3 Beheer- en onderhoudsplannen

Al voor de oplevering van de Oosterscheldekering is in de "2e nota RaBo" uit 1982 de onderhoudsfilosofie beschreven voor de (rand) bodembescherming in relatie tot de ontwikkeling van de ontgrondingskuilen. Beschreven zijn toetscriteria van de ontgrondingskuil in de vorm van hoogte en helling. Ook is de strategie voorgeschreven van werken met meerdere bestortingsvelden, in de context dat maximaal 3 tot 4 opeenvolgende bestortingsvelden nodig zijn voordat er sprake is van een stabiele situatie.

Deze filosofie wordt herhaald in het "Handboek reparatiemethoden natte werken" uit 1988 en in het "Beheer en onderhoudsplan natte werken" uit 1998. In dit laatste document wordt een interventiecriterium toegevoegd gerelateerd aan de kuildiepte. Ook is in het B&O plan uit 1998 voor het eerst sprake van een GIS applicatie als hulpmiddel om te toetsen aan de ontgrondingscriteria. Dit hulpmiddel staat bekend als MOKUS: Monitoren van de OntgrondingsKuilen achter de rand van de bodembescherming van de Stormvloedkering.

Het "Beheer en onderhoudsplan Oosterscheldekering, Algemeen" uit 2005 verwijst voor onderhoud aan de bodembescherming naar het B&O plan uit 1998. De criteria t.a.v. kuildiepte, helling en bijbehorende hoogte zijn hieruit overgenomen. Het computerprogramma MOKUS wordt genoemd als registratie en toetsinstrument. De passage over opeenvolgende bestortingsvelden komt niet terug. Blijkbaar is er tussen 1998 en 2005 een cruciale keuze gemaakt (al dan niet bewust) om niet meer opeenvolgend te bestorten.

Eén van de basisdocumenten van ProBo is de "Faalkansanalyse civiele delen Oosterscheldekering, coverrapportage" uit 2010. Ten aanzien van de faalkans van de bodembescherming wordt gesteld: "… Falen van de bodembescherming leidt niet direct tot falen van de kering. Beperkte schade aan (delen van) de bodembescherming wordt toelaatbaar geacht en is meegenomen in de inspectie en onderhoudsstrategie. Deze strategie maakt daarop een wezenlijk onderdeel uit van de werkelijke bijdrage van de bodembescherming aan de faalkans van de kering." Een belangrijke randvoorwaarde hierbij is dat adequaat beheer wordt uitgevoerd en dat analyses met voldoende kennis van zaken worden uitgevoerd.

3.4 Signalering zettingsvloeiingen en uitblijven van acties

In 1992 is door BNW gerapporteerd over de gevolgen van een instabiliteit in de zijhelling van Roompot Oost. Geconcludeerd wordt in de in 1992 vigerende bewa-

kingsplannen alleen de Rand Bodembescherming opgenomen is en niet de zijhellingen. In de notitie wordt een aantal aanbevelingen gedaan, onder andere:

- Na te gaan in hoeverre de aanzanding van oevers en plaatranden ontwerp(uitgangspunten) kunnen veranderen.
- Na te gaan in hoeverre het beschreven ontwerp nog juist is.
- Het opstellen van een bewakingsplan voor oevers en plaatranden.
- Concrete voorstellen voor criteria oevers en plaatranden.

De aanbevelingen hebben voor zover na te gaan niet tot opvolging geleid, met één uitzondering. In het beheer en onderhoudsplan uit 1998 is een expliciet criterium voor plaatranden en oevers opgenomen. Deze is als volgt geformuleerd: "de hellingen binnen 150 m van de kering moeten worden bestort na het overschrijden van de RABO criteria. De uitvoering van het onderhoud is gelijk aan de uitvoering van het onderhoud van de rand bodembescherming". Of daadwerkelijk getoetst is met dit criterium en of er maatregelen getroffen zijn n.a.v. overschrijden van het criterium is onduidelijk en niet waarschijnlijk.

In 2008 heeft Deltares een gedetailleerde analyse uitgevoerd van de zettingsvloeiing 2004-2005 in Roompot Oost, noordzijde in opdracht van RWS Bouwdienst. De insteek was wetenschappelijk: kennisvermeerdering op het gebied van zettingsvloeiingen en afschuivingen. De resultaten zijn gepresenteerd aan de Bouwdienst en aan het District Deltakust.

Twee van de aanbevelingen uit het rapport:

- Analyse van alle opgetreden taludinstabiliteiten in alle zes ontgrondingskuilen langs de Oosterscheldekering.
- Eventuele heroverweging van de beheersstrategie op basis van die analyse.

Voor zover na te gaan zijn deze aanbevelingen niet opgevolgd door Bouwdienst of District. Onduidelijk is waarom dit zo gelopen is.

In de faalkansrapportage van 2010 wordt geconstateerd dat er de voorgaande 7 – 8 jaren ter plekke van de rand bodembescherming enkele significante zettingsvloeiingen hebben plaatsgevonden, waarbij sommige onder de rand bodembescherming lopen. Geconcludeerd wordt dat "De consequenties van de zettingsvloeiingen zijn vooralsnog beperkt" en "uit monitoring volgt dat de situatie nu in 'rust' is". Welke consequenties hieruit getrokken zijn, wordt niet duidelijk uit het document. Over de veiligheid van de primaire waterkering op de Noord-Bevelandse oever wordt met geen woord gerept.

3.5 Circa 2004-2011:rapporten van inspectieresultaten: criteria overschreden, geen maatregelen

In deze periode vindt naar aanleiding van de halfjaarlijkse lodingen, geregeld rapportage plaats over de MOKUS resultaten en de voorgestelde maatregelen. Een zinsnede uit de rapportage van 19-11-2004: "hoewel er dus 28 overschrijdingen van bestorting criteria zijn, heeft nadere verificatie uitgewezen dat deze locaties op de kuilhellingen reeds allemaal bestort zijn. Vervolgacties zijn dan ook niet noodzakelijk". "Eenmaal bestort, geen verdere actie nodig" lijkt hierbij het gevolgde uitgangspunt. Deze redenering strookt niet met de oorspronkelijke filosofie van het aanbrengen van meerdere, in de tijd opeenvolgende bestortingsvelden. Wanneer en hoe deze omslag heeft plaatsgevonden is niet terug gevonden.

In 2004 wordt door de ABO geconcludeerd dat werken met het programma MOKUS diverse beperkingen en risico's met zich meebrengt, de belangrijkste zijn:

MOKUS bewaakt alleen een beperkt gebied van de kuilhelling; boven en onderliggend gebied wordt niet meegenomen.
De vraag rijst of bestortingen goed zijn uitgevoerd, het kan voorkomen dat er onverdedigde stukken helling zijn die niet bewaakt worden.
De aanbevelingen hebben niet tot aanpassing van MOKUS geleid, getuige een drietal verslagen van intern dienstkring overleg planmatig beheer en onderhoud in de periode 2004 – 2005.

Door het steunpunt ProBo zijn o.a. in 2010 monitoringsrapportages voor de regionale dienst opgesteld. De rapportage van november 2010 geeft aan dat er geen verontrustende zaken worden geconstateerd, terwijl er op dat moment al 15 instabiliteiten langs de bodemscherming en oevers waren opgetreden en de standzekerheid van de kering op de Noord-Bevelandse oever in gevaar was. Procesmatig zijn wel de afgesproken stappen gezet, maar de inhoud van deze stappen was volstrekt onvoldoende. Noch bij het steunpunt, noch bij de regionale dienst is deze discrepantie gesignaleerd.

3.6 Samenvattende analyse

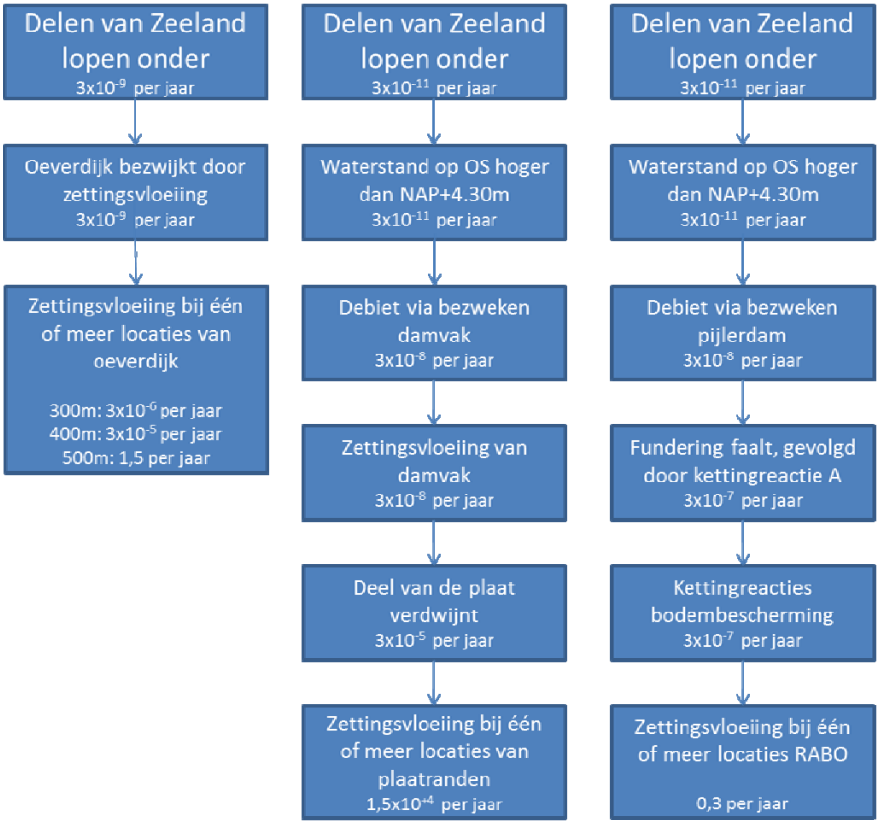
1. Na overdracht van de OSK van de projectorganisatie aan RWS Zeeland in 1987 was 60 fte betrokken bij de OSK. In 2012 is dit aantal afgenomen tot (formatief) 18,7 fte. In de praktijk is dit ongeveer 13 tot 15 fte.
2. Tot circa 2000 was de natte waterbouw met circa 6 fte goed vertegenwoordigd. Sinds 2000 zijn diverse reorganisaties en versoberingen doorgevoerd waardoor de natte waterbouw nog door minder dan 0,1 fte uitgevoerd wordt.
3. Tot 2005 was er een adviesgroep beheer en onderhoud natte werken met ook RWS deelnemers buiten het district. Vanaf dat moment was er op tactisch en inhoudelijk niveau geen geregelde ondersteuning meer van de operationele organisatie.
4. Instabiliteiten als gevolg van zijwaartse ontwikkeling van ontgrondingskuilen zijn tenminste in 1992 en 2008 gesignaleerd en als belangrijk risico gecommuniceerd naar dienstkring/district. Op deze signalen is zowel door district als RWS specialistische dienst geen actie ondernomen.
5. De oorspronkelijke filosofie van het aanbrengen van meerdere, in de tijd opeenvolgende bestortingsvelden om de ontwikkelingen van de ontgrondingskuilen te volgen en de (rand) bodembescherming te verdedigen, is ergens tussen 1998 en 2004 verlaten. "Eenmaal bestort, geen verdere actie nodig" lijkt dan het gevolgde uitgangspunt.
6. De ProBo-systematiek is na 2008 wat betreft de natte waterbouw procesmatig wel netjes gevolgd, maar door het ontbreken van inhoudelijk deugdelijke analyse heeft de systematiek niet tot goede resultaten geleid.
7. De kennis over de faalmechanismes die specifiek met ontgrondingen te maken hebben, lijkt verdwenen te zijn. Onduidelijk is waarom het criterium van meerdere bestortingen is verlaten. Ook is onvoldoende in- en overzicht aanwezig van alle beschikbare analyses en bevindingen op het gebied van de bodembescherming waardoor foutieve keuzes zijn gemaakt in het beheer en onderhoud.

4 Analyse beheer

4.1 Faalkansanalyse

De Oosterscheldekering is destijds als eerste primaire waterkering probabilistisch ontworpen. Hiertoe is een faalkansanalyse opgesteld met als topgebeurtenis 'Delen van Zeeland lopen onder' en daarvan zijn eisen voor de verschillende onderdelen van de kering afgeleid. Hierbij zijn ook de aangrenzende waterkeringen van Noord-Beveland en Schouwen betrokken. Uit de integrale faalkansanalyse voor het ontwerp zijn drie foutenbomen relevant:

1) Bezwijken oeverdijk (primaire waterkering aansluitend op Oosterscheldekering) door zettingsvloeiing;
2) Overstroming door te hoge waterstand op het bekken na bezwijken damvak door zettingsvloeiing;
3) Overstroming door te hoge waterstand op het bekken na bezwijken pijlerdam (falende fundering en bodembescherming) door zettingsvloeiing.



Tijdens de beheer- en onderhoudsfase van de Oosterscheldekering zijn er wijzigingen doorgevoerd aan de foutenboom. In 2010 is de laatste update geweest. De topgebeurtenissen zijn ongewijzigd gebleven en ontgrondingskuilen en bodembescherming komen op diverse plekken in de boom voor:

- Zijwaartse instabiliteiten van de ontgrondingskuilen kunnen leiden tot directe overstromingen in Schouwen-Duiveland of Noord-Beveland. In 2010 was dit faalmechanisme nog geen probleem en is de faalkans op '0' gezet met de aanbeveling gedaan om in de toekomst deze bijdrage aan de directe overstroming opnieuw in te schatten.
- Constructief falen van de kering kan plaatsvinden door voortschrijdende instabiliteit van de ontgrondingskuilen richting de kering. De kans daarop is voor elk sluitgat $1x10^{-8}$ per jaar.
- Constructief falen van de afzonderlijke sluitgaten kan tijdens open en gesloten stand plaatsvinden. In gesloten stand draagt de bodembescherming niet bij aan de faalkans. Bij (gedeeltelijk) open stand van de kering dragen de bodembescherming en de ontgrondingskuilen wel bij aan de faalkans. De kans op instabiliteit van de bodembescherming verschilt per sluitgat. Voor de Roompot en de Schaar bedraagt de kans $6.4x10^{-5}$ per jaar, voor de Hammen bedraagt de kans $1.4x10^{-5}$ per jaar. Het getal is een maat voor de kans op het begin van beweging van delen van de bodembescherming. Werkelijk falen van de kering treedt op als na het bezwijken van de bodembescherming ontgrondingskuilen ontstaan die de kering bereiken.

Deze ontwerpeisen zijn toegepast bij de beoordeling van de huidige situatie met dien verstande dat de eis voor de oeverdijk (foutenboom 1) veel te streng is naar de huidige inzichten. In het licht van de huidige ontwerppraktijk van dijken zou een eis in de orde van 1-10% van de gebiedsfrequentie ($2,5*10^{-4}$ per jaar) meer voor de hand liggen. Daarmee zou de eis in foutenboom 1) komen te liggen in de orde van $2,5*10^{-5}$ tot $2,5*10^{-6}$ per jaar. Om die reden is de beoordeling van de dijk bij de Noord-Bevelandse oever meer als een vergelijking met de andere waterkeringen in het Zeeuwse uitgevoerd. Een herijking van de faalkansanalyse voor de oeverdijken is in elk geval noodzakelijk.

Maar ook voor de kering zelf is een herijking van de faalkansanalyse zinvol. Enerzijds voor het technisch beheer van de kering (nieuwe inzichten sterkte, belastingen en faalgedrag), anderzijds voor het functionele beheer van het bekken, waarbij Oosterscheldekering en de oeverdijken samen de waterveiligheid voor grote delen van Zeeland leveren. Zeker in samenhang met de kosten van het beheer van de kering kan een herijking van de faalkansanalyse worden benut om tot een economische optimalisatie binnen de faalkanseisen te komen.

Voor die analyse kan in principe gebruik gemaakt worden van vigerende richtlijnen. Uitgaande van de Leidraad Kunstwerken zou de totale toelaatbare kans op constructief bezwijken voor de Oosterscheldekering gelijk mogen zijn aan $2,5*10^{-7}$ per jaar. De verwachting is echter dat deze benadering niet het beste inzicht in de optimalisatiemogelijkheden geeft en dat een maatwerkanalyse noodzakelijk is.

4.2 Ontwerp en beheer

4.2.1 Ontwerpfilosofie

Ter bescherming van één of meer pijlers tegen verzakking of stabiliteitsverlies is een bodembescherming ontworpen. Falen van de bodembescherming treedt op wanneer er een zodanige erosie optreedt in het gebied van de bodembescherming dat een oeverdijk, een damvak of een belangrijk deel van de afsluitbare kering bezwijkt. Voortschrijdende erosie vormt een grotere bedreiging naarmate het dichter bij de kering plaatsvindt omdat het risico van ondermijning van de kering groter wordt en omdat de hydraulische belasting toeneemt, waardoor de reparatietijd afneemt. De bodembescherming heeft dus een ondersteunende functie ter bescher-

ming van de kering, de eigen integriteit van de bodembescherming is indirect van belang.

De volgende uitgangspunten zijn voor de ontgrondingskuilen vigerend:
- het optreden van instabiliteiten wordt vastgelegd d.m.v. een toelaatbare faalkans;
- het alleen bestorten van de kuilhelling is meestal een afdoende maatregel voor het voorkomen van instabiliteiten t.p.v. de RABO, mits voldaan kan worden aan de gestelde bewakings- en bestortingscriteria;
- de faalkans van de stormvloedkering ten gevolge van falen RABO is voldoende klein.

De originele (1976, ten tijde van de volledige afsluiting van de Oosterschelde) ontwerplengte van de bodembescherming strekte zich uit tot 400m van de as van de kering. Bij het overwegen van alternatieven voor een stormvloedkering is de lengte van de bodembescherming (vanuit de as) bepaald op 450 tot 500m. Ten behoeve van de tijdsdruk op de onderzoeken is toen als uitgangspunt genomen dat de maximaal toelaatbare kuildiepte 25m is, 10 jaar na het voltooien van de kering. Daarna zouden de ontgrondingen naar verwachting niet of nauwelijks meer toenemen. Aan de rand van de bodembescherming dienen aanvullende maatregelen te worden getroffen ter voorkoming van stabiliteitsverlies.

Bij later (1978) onderzoek naar de configuratie van de doorstroomopening werd vastgehouden aan de criteria van de maximale kuildiepte (25m) en een ongunstige evenwichtshelling na zettingsvloeiing van 1:15. De schatting van de totale lengte van de bodembescherming werd 650m in de Roompot en 550m in de Hammen en de Schaar. Nog later (1982) bleek dat de vastgestelde lengte niet voldeed. De ontgrondingskuilen zouden een diepte van 30m bereiken na 10 jaar. De noodzaak van bestorten bij te steile (zie tabel) aanzethellingen werd daardoor bevestigd.

Bodemgesteldheid	Hellingscriterium
Onverdicht zettingsvloeiingsgevoelig zand	1 : 5
Onverdicht zettingsvloeiingsgevoelig zand en pleistoceen zand waar holoceen zand boven ligt	1 : 4
Pleistoceen zand (zonder bovenlaag)	1 : 3
Verdicht zand	1 : 3
Klei met zand	1 : 2
Klei, opgesloten door eroderende zandlagen	1 : 2
Klei (zuiver)	1 : 1

In 1982 is het ontwerp verder ontwikkeld op basis van de faalkansanalyse:
- het optreden van instabiliteiten is aan de rand bodembescherming niet ontoelaatbaar.
- Het bestorten van de kuilhelling een afdoende maatregel is voor het voorkomen van instabiliteiten mits voldaan kan worden aan de gestelde bewakings- en bestortingscriteria (te steile hellingen over 5 meter zijn bestort).
- Hiermee is de faalkans van de Oosterscheldekering t.g.v. falen RABO is voldoende klein.

Na ontgrondingsonderzoeken in het detailmodel voor de Schaar en de Hammen zijn de verwachtingswaarden voor de maximale kuildiepte aangepast. Voor 10 jaar na voltooiing van de kering gelden de volgende verwachte maximale kuildiepten, gemeten vanaf de rand bodembescherming (inclusief lokale ontgrondingspieken):
- Roompot (ruwe schatting) zeezijde: 50m OS-zijde: 45m
- Schaar (uit onderzoek) zeezijde: 28m OS-zijde: 50m

- Hammen (uit onderzoek) zeezijde: 40m OS-zijde: 38m

Op basis van het modelonderzoek is de verwachting dat de kuilhelling na elk bestortingsveld minder steil wordt, en dus na 3 à 4 bestortingen minder steil is dan het hellingscriterium.

4.2.2 Beheersing in eindfase en na oplevering

De beheerstrategie in de eindfase blijft gelijk: de kuilhelling wordt bestort als het bewakingscriterium voor de hellingen wordt bereikt. Uit onderzoek wordt geconcludeerd dat het ontgrondingstempo dusdanig laag ligt dat de ontgrondingen gemakkelijk te monitoren zijn, en de beheerstrategie efficiënter is dan de bodembescherming bij voorbaat al te verlengen. In 1988 wordt in de Handleiding Reparatie methoden Natte Werken deze methode bevestigd. Kleine nuance daarin is dat de hoogte waarover de kritieke helling geldt op 4,5m wordt gelegd. Op die manier is de helling bestort voordat de kritieke helling over een hoogte van 5m optreedt. Ook in 1998 wordt deze beheerstrategie bevestigd. Verder is er expliciet een aanvullend criterium voor plaatranden en oevers geformuleerd: "de hellingen binnen 150 m van de kering moeten worden bestort na het overschrijden van de RABO criteria. De uitvoering van het onderhoud is gelijk aan de uitvoering van het onderhoud van de rand bodembescherming.". Dit criterium is toegevoegd n.a.v. de in februari 1992 gerapporteerde zettingsvloeiing van de zijhelling bij Roompot Oost noordzijde.

4.2.3 Huidig beheer

Het huidige beheer kan als volgt worden omschreven:

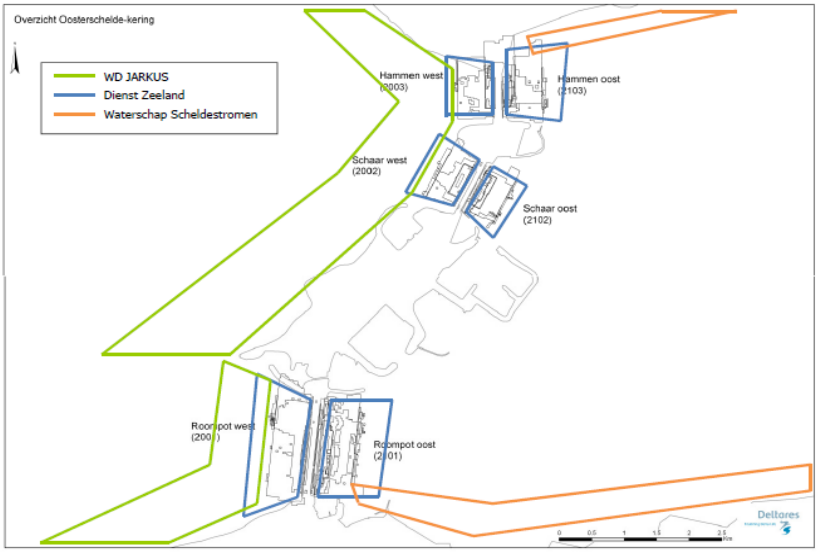
- Relevant voor de stabiliteit zijn de kuildiepte en de aanzethelling en de hellinghoogte van de ontgrondingskuil.
- Inspecties worden 2 maal per jaar uitgevoerd d.m.v. een multibeamopname met raaiafstand van 10m tot ca. 200m voorbij de rand bodembescherming. Er zijn geen a-periodieke inspecties.
- Bij onderhoud wordt gelet op de aanzethelling en de diepte van de kuil.

Onderhoud in de vorm van een bestorting moet uitgevoerd worden als de aanzethelling het interventieniveau (zie eerdere tabel) overschrijdt. De toets op deze criteria wordt uitgevoerd d.m.v. een GIS applicatie. Daarin zijn per gebied de van toepassing zijnde hellingen en hellinghoogtes opgenomen. Belangrijk om te vermelden is wel dat de applicatie zich beperkt tot het gebied direct achter de rand van de bodembescherming tot ca. 30m. Daarnaast worden in MOKUS al bestorte delen niet meer getoetst.

4.2.4 Monitoring

Bathymetrische gegevens worden momenteel door 3 instanties ingewonnen (RWS Zeeland t.b.v. de ontgrondingskuilen, RWS Waterdienst t.b.v. Kustlijnzorg, Waterschap Scheldestromen t.b.v. oeveronderhoud). Naast een verschil in monitoringsdoel is er ook een verschil in monitoringsmethodiek, –dichtheid en -frequentie. Het Waterschap maakt gebruik van singlebeam metingen waarmee minimaal jaarlijks de oevers met een raaiinterval van 100 tot 250 m worden ingemeten. Voor kustlijnzorg worden jaarlijks singlebeam raaien dwars op de kust gevaren om de vooroever en kustontwikkeling te volgen. De dienst Zeeland (MID) maakt gebruik van multibeam metingen om 2 jaarlijks een vlakdekkende meting uit te voeren. In de figuur is de verdeling van het monitoringsareaal grofweg weergegeven. De gebieden die zijn aangegeven in de figuur zorgen voor zowel overlappen als hiaten. Tijdens het OOS project is geconstateerd dat een drietal raaien door geen van de partijen ingemeten werd. Dit is inmiddels hersteld.

De door de MID ingewonnen monitoringsdata bleek na omzetting van format goed op orde en toegankelijk voor zowel Deltares als het projectteam en van groot belang voor de uitkomst van het onderzoek.



Belangrijk is dat de data op verschillende manieren worden opgeslagen en verwerkt. Momenteel beschikken beide partijen wel over dezelfde data, maar worden ze in verschillende systemen geanalyseerd. De Jarkus metingen worden hier niet in geïntegreerd. Het waterschap gebruikt de ZEEKOE database om haar data te slaan en voert haar bewerkingen vooral uit in een Excel applicatie, de regionale dienst heeft tot voor kort de data geladen in een GIS omgeving voor het toepassen van de MOKUS toets. Beide instanties gebruiken in de verschillende applicaties ook een verschillend format om de lodingsdata op te slaan en te verwerken en zijn dus niet compatible.

Dit kan leiden tot onduidelijkheden en mogelijk misverstanden en miscommunicatie bij het ontstaan van calamiteiten en de daaraan gerelateerde discussies. Bij de het opstarten van het OOS project heeft het samenbrengen van de verschillende monitoringsgegevens tot vertraging geleid.

Op de ingewonnen data wordt over het algemeen een beperkte analyse uitgevoerd. De data van RWS Zeeland werd tot voor kort voornamelijk gebruikt voor de uitvoer van de MOKUS toets. Het gebied dat momenteel bemeten wordt is voor dit doel te klein. Het invloedsgebied van de ontgrondingskuilen en de vloeiingen worden nu niet volledig ingemeten. Slechts de aanzethelling van de kuil komt goed in beeld. De huidige monitoringsfrequentie lijkt voor het voorspellen van de stabiliteit van het OSK gebied wel voldoende. Er is bij RWS Zeeland veel relevante metingen en data beschikbaar, ook de kennis om hiermee om te gaan is aanwezig. Het aantal experts dat dat hiermee bekend is, is echter klein.

4.3 Beoordeling huidige situatie

4.3.1 Instabiliteiten

Uit de metingen zijn 16 instabiliteiten geconstateerd. Uit de geometrische kenmerken valt op dat de gemiddelde taludhelling vóór de vloeiing vaak flauw is geweest (flauwer dan 1:7), maar dat er over het algemeen wel een steil taludgedeelte over 5 meter taludhoogte aanwezig is geweest (1:1,3 tot 1:3,8, gemiddeld 1:2,6). Wat

betreft de frequentie waarmee instabiliteiten opgetreden zijn is opvallend dat vóór het jaar 2000 slechts twee instabiliteiten(zijhelling) zijn opgetreden, maar na 2000 veertien (zijhelling en aanzethelling). De frequentie neemt mogelijk toe met het dieper worden van de ontgrondingskuilen.

4.3.2 Ligging rand bodembescherming en bestortingen

Een belangrijk uitgangspunt in de beoordeling van de toestand van de bodembescherming op beschadigingen is de verticale positie van de randbalk van de blokkenmat. Daarbij valt op dat er over grote afstanden sprake is van een profiel dat ruim onder het oorspronkelijke niveau ligt (van enkele decimeter tot wel 10 meter). In totaal gaat het om 1750m waar de rand van de bodembescherming in meer of mindere mate verzakt is. Kleinere verzakkingen kunnen wijzen op lokale ontgrondingen door turbulentie opgewekt door de randbalk van de bodembescherming, grotere verzakkingen zijn eerder te verwachten bij instabiliteiten van aanzethellingen.

4.3.3 Aanwezigheid bestortingen

Een ander belangrijk uitgangspunt bij de beoordeling is de aanwezigheid van bestortingen. Deze zijn in de loop der jaren op vele plaatsen aangebracht als reactie op geconstateerde schade of preventief op aanzethellingen die het vigerende stabiliteitscriterium overschreden. Een deel is ook al kort na aanleg van de bodembescherming aangebracht. Bij de beoordeling van de dwarsprofielen blijkt echter nogal eens dat t.p.v. deze bestortingen er toch erosie plaatsvindt (mogelijk ligt er zand op) of dat er al vele jaren geen beweging is in de bodem terwijl daar geen bestorting is aangelegd. Er is dus gerede twijfel over de aanwezigheid en de precieze ligging van de bestortingen, waardoor de noodzaak van monitoring nogmaals onderschreven wordt.

4.3.4 Faalmechanismen

Bij het ontwerp van de stormvloedkering zijn instabiliteiten van de ontgrondingskuil vooral beschouwd in relatie tot enerzijds de stabiliteit van de kering en anderzijds de stabiliteit van de waterkerende oevers. Naar aanleiding van de huidige analyse moet daar een aantal mechanismen aan toe worden gevoegd:

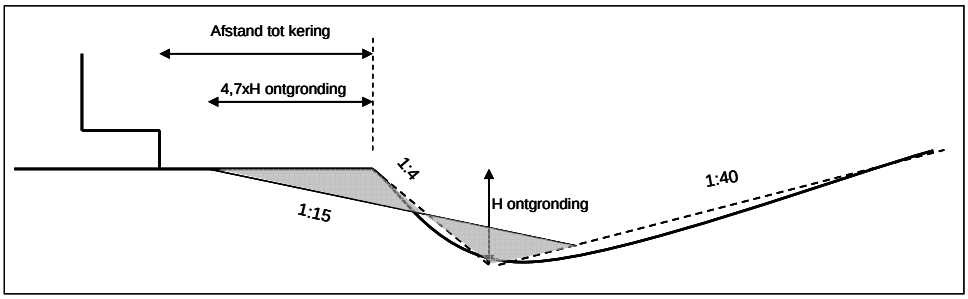
1) instabiliteit zijhelling met uitbreiding richting kering;
2) verdwijnen bestorting onder aanzanding en afschuiving;
3) verdwijnen bestorting door instabiliteit;
4) ondermijning bodembescherming;
5) ondermijnen van (dunne) kleilaag.

Bij het bepalen van de oplossing voor de huidige problemen in de Oosterschelde zal met deze mechanismen rekening moeten worden gehouden. Voor mechanismen 1 t/m 4 geldt dat deze waarschijnlijk niet zouden zijn opgetreden wanneer de vigerende beheerstrategie op een goede wijze zou zijn gevolgd. Alleen het 5de mechanisme is wezenlijk anders en dit zal aanvullend moeten worden aangepakt.

4.3.5 Relatie kuildiepte en inscharingslengte bij instabiliteit

Bij het beheer van de kuildiepte is voor de toets op de faalkans van de kering uitgegaan van een gemiddelde helling van 1:15 na instabiliteit. Daarbij is er vanuit gegaan dat deze helling vertrekt vanuit het diepste punt van de ontgrondingskuil. Dit uitgangspunt is conservatief omdat de kuil deels gevuld raakt. Het diepste punt vanwaar de 1:15 helling zich instelt zal dus verder van de kering afliggen. Voor een gemiddelde ontgrondingskuil kan op basis van volumebalans voor een 2D situatie worden afgeleid dat de maximale inscharingca 4,7 $H_{ontgronding}$ bedraagt, wat ruim

minder is dan de helft van de inscharing volgens de ontwerpnota ($11H_{max}$). Voor een zijhelling is de maximaleinscharingslengte iets groter ($5,5H_{ontgronding}$).



4.3.6 Morfologische invloeden

Het geulen- en platenstelsel rond de Oosterschelde is nog voortdurend in beweging. Een belangrijke vraag is daarom in hoeverre de morfologische ontwikkelingen de ontgrondingskuilen en de instabiliteiten daarin negatief beïnvloeden. Het onderzoek laat zien dat voor de ontgrondingskuilen voor de korte termijn de aanzanding langs de randen een aandachtspunt is en dat voor de lange termijn is de mogelijke versterking van het asymmetrische stroombeeld in de Roompot een aandachtspunt is. In beide gevallen is de reguliere monitoring voldoende om dit proces te volgen.

4.3.7 Criteria voor instabiliteit

Het onderzoek naar de waargenomen instabiliteiten ondersteunt de differentiatie van de hellingscriteria niet goed. Op basis van de waarnemingen zou het criterium "helling flauwer dan 1:5 over 5m hoogte" als veilig beschouwd kunnen worden. Alle waargenomen vloeiingen vallen daar dan buiten. Bij kleine taludhoogtes is dit criterium echter erg conservatief. In de waarnemingen kan ook een relatie met de taludhoogte worden gezien. Dit lijkt niet onlogisch omdat de theoretische kans op een zettingsvloeiing volgens de Zeeuwse statistiek sterk toeneemt met de taludhoogte en bovendien de gevolgen bij een grotere taludhoogte groter zijn. Vooral met grote taludhoogtes zou daarom het 1:5 criterium wel eens te optimistisch kunnen zijn. Op grond van de analyse van opgetreden instabiliteiten kunnen criteria worden afgeleid, die van toepassing zijn ongeacht de bodemgesteldheid. In de tabel is de kuldiepte gedefinieerd als het verschil tussen de geulrand en geulbodem. Hierin is de reden te vinden waarom het criterium voor maximale de helling voor de zijhelling strenger is. De diepteligging van de teenbestorting is in dat geval vaak de geulrand en bij hellingen dwars op de kering is dit de oorspronkelijke geulbodem.

Hoogte van het talud (kuildiepte)	Hellingscriterium
< 40 meter	1: 5
40 – 50 meter	1: 6
50-60 meter	1: 7
60-70 meter	1: 8

De criteria gelden voor zowel de zijhellingen als voor de aanzethelling vanaf de RABO. Een belangrijke vraag m.b.t. de zijhellingen is tot op welke afstand van de RABO dit criterium moet worden toegepast. Uitgangspunt daarbij is dat de RABO niet ondermijnd wordt. Op grond van de analyse van de opgetreden vloeiingen is een afstand van 400 meter afgeleid. Daar is uiteraard nog een economische afweging bij mogelijk.

Bovenstaande criteria gelden voor onbestorte hellingen. In het verleden zijn veel hellingen geheel of gedeeltelijk bestort. Hierbij is over het algemeen uitgevuld onder een helling van 1:3. Er is nauwelijks prototype-informatie beschikbaar over instabiliteiten van dergelijke hellingen. De opgetreden instabiliteiten zijn zonder uitzondering veroorzaakt door te steile, onbestorte (delen van de) helling. Voor de beoordeling hoe om te gaan met eerder bestorte hellingen zal dus een aanvullend criterium moeten worden afgeleid.

4.3.8 *Verwachte ontgrondingskuilen*

De verwachte ontgrondingsdiepte voor 2050 kan – sterk afhankelijk van de aanwezigheid van kleilagen – toenemen tot 75 meter in de Roompot.

Maximale kuildiepte [m tov RABO]		Roompot		Schaar		Hammen	
		Oost	West	Oost	West	Oost	West
Voorspelling in 1986 voor 1996	ondergrens	30	35	35	20	25	25
	best estimate	45	50	50	28	38	40
	bovengrens	65	70	70	40	55	55
Meting 1996		31	30	16	17	18	19
Meting 2012		34	32	32	23	25	21
Voorspelling in 2012 voor 2050	ondergrens	40	35	35	20	30	20
	best estimate	75	75	40	25	60	50
	bovengrens	85	85	60	55	60	55

De meting van 1996 laat zien dat de kuildiepte in de Roompot en in Schaar Oost zich ongeveer op de ondergrens bevindt van de voorspelling uit 1986 voor 1996. De overige sluitgaten lopen daarop wat achter. Dit wordt vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van kleilagen. In 2012 liggen alle kuildieptes ongeveer rond de 1996 ondergrensvoorspelling. De ontgronding verloopt dus trager dan destijds voorspeld.

Omdat de kans op vloeiing en de gevolgen toenemen met de kuildiepte wordt aanbevolen nader te onderzoeken wanneer het stabiliseren van de groei van de kuil economisch voordelig is. Bij grote kuildieptes zijn bestortingen met grind al voldoende stabiel.

5 Analyse organisatie

5.1 Vanuit een technisch perspectief (ProBO)

De analyse van de organisatie van het beheer vanuit een technisch perspectief geeft het volgende beeld

Inhoudelijk zijn de onderhoudsdoelen vertaald in faalmechanismen. Bij de bodemverdediging is sprake van ToestandsAfhankelijk Onderhoud en dat bekent dat de grenswaarden bekend moeten zijn. Hierop is een inspectieprogramma ingevoerd. Bij overschrijden van de grenswaarden moeten vervolgacties worden uitgevoerd. Deze leiden tot het plannen van onderhoud. Daarnaast is het belangrijk om operationele criteria en onderhoudsdoelen te evalueren.

Operationeel zijn de bewakingscriteria voor de kuilontwikkeling verwerkt in het analyseprogramma MOKUS. Het programma signaleert automatisch als criteria worden overschreden. De invoer van het programma bestaat uit de lodingen. Op dit niveau is het proces correct uitgevoerd. De lodingen zijn op tijd uitgevoerd en de signalering uit MOKUS is opgepakt. Er was wel druk op de capaciteit, waardoor de verwerking soms wat achter liep op de planning, maar niet zoveel dat dit het proces verstoorde.

Bij de bewaking is uitsluitend met MOKUS gewerkt. Omdat de criteria in MOKUS vereenvoudigd zijn, worden niet alle potentieel instabiele situaties (zijhellingen en doorgaande ontgronding na bestortingen). De deskundigheid die nodig was om diepgaander dan door de MOKUS bril te kijken was niet aanwezig in het team.

In 2010 is de rapportage "Faalkansanalyse civiele delen stormvloedkering Oosterschelde" (Faalkansanalyse Civiele Delen, 2010) opgeleverd. In de analyse zijn wel 4 opgetreden instabiliteiten beschreven. De ontwikkeling van de ontgrondingskuilen is echter verder niet geanalyseerd en geconfronteerd met de verwachting van de ontwikkeling en de daaraan gerelateerde ontwerpuitgangspunten. De conclusie is in het rapport als volgt geformuleerd:

> *De consequenties van de zettingsvloeiingen zijn vooralsnog beperkt. Uit duikonderzoek is gebleken dat de eerstgenoemde twee zettingen in Roompot Oosterscheldezijde geen gevolgen hadden voor de bodembescherming. De vloeiing in Hammen Oosterscheldezijde heeft geresulteerd in een vrij steile helling en een iets vrijhangende eindbalk van de blokkenmat. Uit monitoring volgt dat de situatie nu in 'rust' is. De zettingsvloeiing in de Roompotgeul Noordzeezijde heeft geen schade aan de bodembescherming veroorzaakt.*

Inmiddels is uit het onderzoek van Deltares gebleken dat er al langere tijd ontwikkelingen van de kuil waren die niet overeen kwamen met de verwachtingen bij het ontwerp. De belangrijkste zijn schade aan de rand van de bodemverdediging door ondermijning als gevolge van instabiel worden van de zijhellingen en versteilen van hellingen dieper in de kuil. Om deze punten op te merken is een uitgebreide analyse van de ontwikkeling van de kuilen met de gegevens van de lodingen nodig. Dat is in de Faalkansanalyse Civiele Delen (2010) niet gedaan en is volstaan met overnemen van de conclusies uit de al uitgevoerde analyses van de geconstateerde instabiliteiten.

Vanuit veiligheidsperspectief (en ook vanuit de vastgestelde beheerstrategie) is het zorgelijker dat de standzekerheid van de primaire waterkering op de oever van Noord-Beveland buiten beschouwing is gebleven. De combinatie van doorgaande ontgrondingen, versteilende zijhellingen en opgetreden instabiliteiten hadden de beheerder en hun adviseurs (landelijke diensten) moeten triggeren.

Procesmatig is de PDCA-cyclus het overkoepelende proces binnen de ProBo systematiek. De hiervoor genoemde inhoudelijke acties moeten ingebed zijn binnen dit hoofdproces. Voor de bodemverdediging betekent dit concreet dat de volgende processen moeten zijn ingericht:

- operationele eerste lijn: inspecties en onderhoudsmaatregelen;
- planning onderhoud binnen kader B&O plan;
- programmering onderhoud in landelijk kader.

Het overschrijden van hellingscriteria is geconstateerd op niveau van MOKUS bij enkele raaien. Ook zijn de zettingsvloeiingen opgemerkt. Er zijn met deze bevindingen geen bestortingen gepland. Procesmatig is van belang te constateren dat in het model van de PDCA cyclus geen evaluaties zijn opgestart. Een trigger om periodiek evaluaties van de criteria uit te voeren was kennelijk niet ingebouwd.

Volgens het B&O plan natte werken (1998) werden nog wel bestortingen RABO verwacht; "1 keer per 2 jaar, afnemend tot 1 keer per 10 jaar in jaar 2000". Bij een dergelijk lage frequentie wordt geen budget opgenomen in het instandhoudingsplan. Niet alleen budgetproblemen spelen een rol, ook de capaciteit van het IPM team (verantwoordelijk voor het realiseren van het onderhoud) en het aanvragen van vergunningen zijn niet ingepland.

In de landelijke programmering is geen reservepotje beschikbaar voor niet vooraf geplande bestortingen. De financiële gevolgen worden bij de huidige werkwijze ad hoc ingepast. Hiervoor geldt inhoudelijk hetzelfde verhaal als bij het vorige niveau, zij het gezien de schaalgrootte relatief beperkter.

Organisatorisch gaat het tenslotte om de volgende vragen:

- Het ProBo team op de kering; is er voldoende capaciteit en deskundigheid en is de continuïteit verzekerd?
- Inbedding in de organisatie; wat zijn de bevoegdheden van het team, hoe zijn de escalatielijnen? Hoe is de uitvoering van onderhoud (oa. IPM teams) georganiseerd?
- Ondersteuning met kennis; bijvoorbeeld bij evaluatie ontwikkeling kuilen en confrontatie met ontwerp.

Het ProBo team op de kering kent een forse spanning tussen de taken en de beschikbare capaciteit. Dit is uitgebreid beschreven in het rapport Horvat (2007). In dat rapport werd ervan uitgegaan dat de benodigde kennis voor het operationele proces in het lokale ProBo team beschikbaar is. Dat wil niet zeggen dat het ProBo team zelf alles op diepgaand specialistisch niveau onder de knie moet hebben. Maar wel zoveel dat ze de diepgaander kennis kan inschakelen en aansturen. Voor de bodemverdediging is dat kennisniveau nu niet aanwezig. Bij het formuleren van oplossingen moet bezien worden of voor dit soort kennis meer oplossingen buiten het ProBo team gevonden moeten worden en hoe daarbij de aansluiting bij het ProBo team gevonden wordt.

Onder inbedding in de organisatie wordt de positie van het ProBo team binnen de organisatie van de regionale dienst qua bevoegdheden en mogelijkheden om te

escaleren bedoeld. In praktijk blijkt het ProBo team volledig afhankelijk van de regionale centrale organisatie zowel als het gaat om het oplossen van capaciteitsproblemen bij het team zelf als bij het inschakelen van de IPM organisatie voor de voorbereiding en uitvoering van onderhoud.

De faalkansrapportages worden getoetst door de centrale ProBo organisatie bij de DI. Hierin zijn risico's, die veroorzaakt worden door capaciteitsproblemen onderkend en opgenomen in de rapportage. Dat heeft niet geleid tot actie vanuit het verantwoordelijke management om deze problemen daadwerkelijk aan te pakken.

De escalatielijn van het team is aanwezig. In praktijk kwamen de signalen over mogelijke risico's met de bodemverdediging niet voorbij de verantwoordelijke directeur. Formeel is dit correct en in lijn met het beleggen van de verantwoordelijkheden in de organisatie.

Achteraf bezien zijn de problemen teveel gezien als "business as usual" capaciteitsproblemen en zijn de bijzondere risico's die samenhangen met de bodemverdediging niet onderkend.

De ondersteuning met inhoudelijke waterbouwkundige kennis gebeurt nu op initiatief van het ProBo team. Als er geen expliciete behoefte gesignaleerd wordt, wordt geen kennis van buiten het team ingeschakeld. Indirect werd via de capaciteitsproblemen wel om waterbouwkundige kennis gevraagd. Inhoudelijke kennis van buiten het team is ingeschakeld na constateren van de problemen met de ontgrondingskuilen in eerste instantie in het BBT (BodemBeschermingsTeam) en later in het projectteam OOS.

5.2 Vanuit de kennisprofielen (OP2015)

RWS heeft als beheerder en regisseur nationale waterveiligheid een grote verantwoordelijkheid voor de eigen deskundigheid, in relatie tot andere spelers in de kennisinfrastructuur (Deltares, waterschappen, ingenieurs- en adviesbureaus). Samen beschikken deze partijen over toonaangevende kennis. Binnen het kennisprofiel Waterveiligheid is een belangrijk onderdeel het vermogen om het areaal risicogestuurd te onderhouden, van eenvoudige objecten (dijken) tot "specials" (stormvloedkeringen). De beschikbare kennis (kennis die we zelf moeten hebben) met betrekking tot Waterveiligheid is op dit moment binnen RWS niet bijzonder groot, circa 30 a 50 mensen verspreid over diverse onderdelen.

Binnen het kennisprofiel Waterveiligheid is het risicogestuurd denken en werken als een op te bouwen en noodzakelijke ontwikkeling benoemd. We vragen van onze marktpartijen in toenemende mate risicogestuurd te werken, maar zelf weten we onvoldoende wat dat betekent. We verwachten in de toekomst hiervoor circa 15 kennisdragers nodig te hebben. De markt zal een belangrijk deel van de kennisontwikkeling voor haar rekening kunnen nemen. De faalkansanalyse van zeer specifieke objecten (zoals stormvloedkeringen) blijven we zelf doen. Risicogestuurd denken en werken kunnen we niet uitbesteden. Dit moet in onze eigen genen komen, niet alleen bij de inhoudelijke mensen, maar zeker ook bij de besluitvormers in onze eigen organisatie. Versterking van dit onderdeel van het kennisprofiel is nodig met accenten op overstromingskansen/risico's en – zeker in het licht van dit rapport – probabilistisch onderhoud van keringen.

Meer operationeel speelt dat RWS relatief weinig waterkerende objecten beheert (die wel ca. 70 % van Nederland beschermen!), waardoor de kennis op dit gebied versnipperd is en de betreffende medewerkers binnen hun eigen onderdeel relatief

'alleen' opereren. De historische analyse van het beheer van de Oosterscheldekering laat dit duidelijk zien. Vanuit de kennisvelden wordt voorgesteld om kennis en ervaring op dit gebied te clusteren rond onderwerpen als:

- stormvloedkeringen;
- kust- en estuaria;
- dijken en dammen (primaire en rijkskanaaldijken);
- waterkerende kunstwerken;
- rivieren en meren.

Deze ontwikkeling is relevant voor het verbeteren van de beheerorganisatie voor de Oosterscheldekering.

Behalve de omvang en clustering is bij het formuleren van het kennisveld Waterveiligheid aandacht gevraagd voor een permanente leercyclus. Waterveiligheid in operationele zin zal immers niet vaak op de agenda van het management komen. Na de samenvoeging van natte en droge districten zal de dagelijkse routine gedomineerd worden door Hoofdwegen en Hoofdvaarwegen (veel areaal, veel gebruikers, veel geld). Bij herhalingstijden van incidenten eens in de tien jaar, een kans op een hoogwater eens in de honderd jaar en een overschrijdingskans van de ontwerpwaarden van eens in de 1.250 tot eens in de 10.000 jaar, is het lastig om hier de kennis op aan te sturen. Met name de combinatie van 'lage kans/grote gevolgen' vraagt om de noodzaak om de kennis levend en paraat te houden. De overgang van een 6 jaarlijkse toets op veiligheid naar een 12-jaarlijkse toets maakt dit lastiger.

Er zal dus een permanente leercyclus moeten worden ingericht: leren van incidenten, bijna ongelukken, monitoring ontwerpuitgangspunten, internationale incidenten en rampen. Routine moet ingebouwd worden door regelmatig de inspectie en schouw resultaten te analyseren en jaarlijks aan te tonen dat de waterkeringen op orde zijn (bij voorkeur vlak voor het stormseizoen). De 12-jaarlijkse toets is dan min of meer een verslag hiervan, maar niet toereikend als enkel peilmoment.

5.3 Vanuit het perspectief kennisborging en -overdracht

Een groep jongere medewerkers van RWS en Deltares heeft vanuit hun betrokkenheid bij het project een aantal aanbevelingen geformuleerd om de kennisborging en -overdracht te verbeteren, specifiek voor de natte civieltechnische zaken rondom de OSK.

Belangrijke conclusies en aanbevelingen van deze groep zijn:

- Zorg voor diversiteit in teams: verschillende disciplines en achtergronden, verschillende diensten en verschillende leeftijden. Hierdoor wordt er op verschillende wijze naar een probleem gekeken. Dat betekent niet alleen dat er betere oplossingen komen, maar ook dat de opgedane kennis breder geborgd wordt.
- Pas de meester-leerling-gezel relatie toe op verschillende disciplines binnen het team.
- Zet deze teams moeten niet alleen in op calamiteiten, maar ook op 'dagelijkse' werkzaamheden.
- Benut kennisnetwerken beter en gerichter. Benut bestaande netwerken als I-Storm voor daadwerkelijke beheervragen, ga benchmarken en wissel vooral ook problemen uit om gezamenlijk tot betere oplossingen te komen.
- Benut nieuwe technieken als 'serious gaming' om te oefenen.
- Betrek partners (waterschappen, Deltares, adviesbureau's, aannemers) in de borging van kennis.

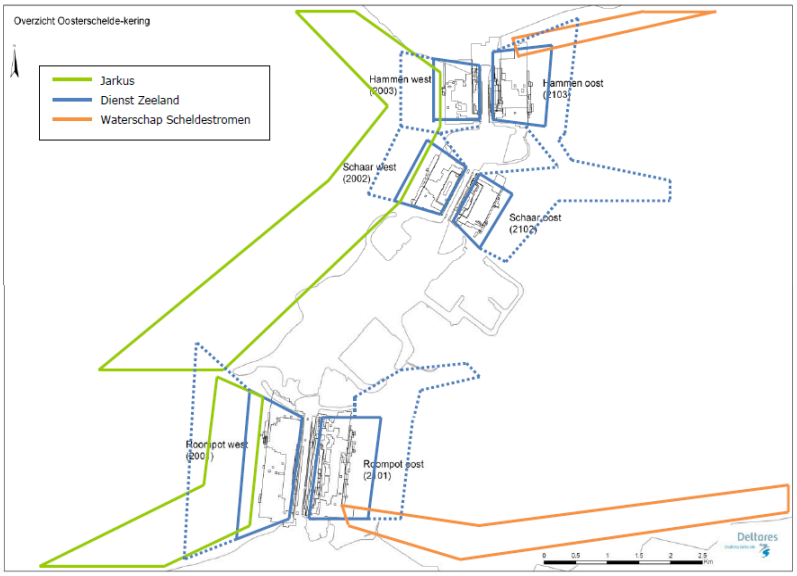
6 Maatregelen beheer

6.1 Lodingen

Een afstemming van de verschillende monitoringsprogramma's en (opslag)methodieken is een vereiste om een compleet en homogeen beeld te krijgen van de ontwikkeling van de bodem. Het opzetten van een (GIS gebaseerd) beheerssysteem dat inzichtelijk is en bruikbaar is voor alle belanghebbenden en waarin alle data beschikbaar wordt, is aan te bevelen. Aanvullende informatie uit (analoge) archief gegevens en aanvullende metingen kunnen gebruikt worden om deze lacune te vullen. Binnen een nieuw GIS systeem zouden een aantal (flexibele) analyse tools moeten worden opgenomen, zodat ook verwerken en analyseren van nieuwe data direct mogelijk is. De samenwerking met het waterschap op dit gebied is noodzakelijk. De samenwerking zou plaats moeten vinden op een aantal fronten:

- Gezamenlijke uniforme dataopslag
- Afstemming meetmethode, meetfrequentie, meetdichtheid
- Afstemmen informatiebehoefte voor aanvullende metingen
- Uitwisseling analyses en beheeraanpak

De geringe analyse en de beperkte toepassing in de huidige aanpak passen niet bij de complexe geuldynamiek die zich in combinatie met de ontgrondingskuilen in de delta van de Oosterschelde manifesteert. Een uitbreiding (ca 2x zo groot gebied) van het monitoringsgebied is om die reden al doorgevoerd (zie blauwe stippellijn in onderstaande figuur). Er wordt verder uit de as (1200m ipv 800m) van de kering gemeten en de zijhellingen zijn toegevoegd aan het monitoringsareaal. In het nieuwe gebied worden de kuilen in zijn geheel (ontgrondingen) en de ontwikkelende geulen (morfologie) beiden 2-jaarlijks gemonitord. Daarmee blijft de meetfrequentie dus ongewijzigd.



In de huidige benadering wordt er veelal ingezoomd op de rand van de bodembescherming in een 2D applicatie. Dat wil zeggen dat de zijhellingen buiten beschouwing worden gelaten. Aanbeveling zou zijn om de applicatie te heroverwegen en

met bijvoorbeeld een nieuwe GIS applicatie een 3D beeld te krijgen van de ontwikkelingen in het afgelopen half jaar en daar een strategie op toe te passen. Op basis hiervan zou in de toekomst de onderhoudsbehoefte kunnen worden aangeduid. Een nieuwe nul situatie zou moeten worden ingevoerd om de verwarring over de theoretische profielen uit 1980 uit de wereld te helpen.

Nieuwe bestortingen zouden goed geregistreerd moeten worden en aangegeven worden in dezelfde GIS applicatie als waarin de laatste metingen zijn opgenomen. De positie (in x,y en z) en de staat van reeds uitgevoerde bestortingen is onvoldoende bekend, deze informatie is erg belangrijk bij het interpreteren en analyseren van de data. Daarnaast is deze informatie ook belangrijk voor het vaststellen van de effectiviteit van de bestortingen. Het opnieuw vaststellen van de ligging en aanwezigheid van reeds uitgevoerde bestortingen kan daar een oplossing voor bieden.

Bij de huidige monitoring wordt alleen bathymetrische data ingewonnen. Onderzocht zou moeten worden of het mogelijk is simultaan aanvullende informatie in te winnen (bijvoorbeeld stromings- of sedimentmetingen). Op die locaties waar met de huidige meetmethodiek nog steeds onzekerheid bestaat over de samenstelling van de ondergrond zouden nieuwe technieken (bijvoorbeeld echoscope, side scan sonar, sub-bottom data en variantieanalyses) kunnen worden toegepast.

6.1.1 Lodingen en de verwerking

De huidige frequentie van 2 keer per jaar loden is voldoende. Met de huidige groeisnelheid van de kuilen zou 1 keer per jaar over het geheel genomen voldoende zijn. Lokale afwijkende ontwikkelingen komen dan echter minder goed in beeld en eventuele schades aan de rand van de bodemverdediging worden dan mogelijk erg laat, dus grotere vervolgschade, gedetecteerd. De alarmering bij overschrijden van bewakingscriteria moet worden uitgebreid op de bijgestelde en aangescherpte bewakingscriteria.

6.2 Beheer

6.2.1 Effectiviteit huidige beheerstrategie

De belangrijkste conclusies ten aanzien van de huidige onderhoudstrategie zijn de volgende:

- De informatie over de aangebrachte hellingbestorting in de periode 1985-2012 is onvoldoende om de kwaliteit van de bescherming in te schatten. Er zijn alleen contouren van de bestortingsplannen beschikbaar, maar in- en uitmetingen (noodzakelijk om nauwkeurig de aanwezige laagdikte te bepalen) en informatie over de bestorting zelf (zoals steengraderingen) zijn niet aanwezig. In deze studie is er dan ook van uitgegaan dat de geplande bestortingen over een minimale dikte van 50cm aanwezig zijn. In een aantal gevallen is duidelijk geconstateerd dat de aanwezige bestorting minder ver is gestort dan op de tekeningen aangegeven.
- Het afstorten van de aanzethellingen is effectief en er zijn geen aanwijzingen gevonden, dat de filterwerking niet voldoende was of de stenen zelf niet stabiel zouden zijn. Instabiliteit van hellingbestorting kwam altijd door externe factoren, zoals geotechnische instabiliteiten of morfologische ondermijning.
- Er zijn diverse aanwijzingen gevonden, dat de hellingbestorting te lokaal is uitgevoerd of dat aansluitende bestortingen (bijv. een paar jaar later) nooit zijn uitgevoerd. Bestortingen hebben altijd "edgescour" tot gevolg, wat nieuwe aansluitende bestortingen uitlokt.

6.2.2 Alternatieve maatregelen

De nog te verwachten ontwikkeling van de ontgrondingskuilen is vertaald in een scenario waarbij de huidige strategie van bestorten van de hellingen als criteria voor helling en hoogte overschreden worden voortgezet wordt. Dat levert een prognose voor de omvang van de nog verwachte bestortingen op. Als de kuilen doorgroeien tot niveau "best estimate" of nog verder naar niveau "bovengrens" is de omvang zo groot dat alternatieven mogelijk aantrekkelijk worden. Daar komt bij dat bepaalde verschijnselen, vooral de ontwikkeling van de zijhellingen, onzekerheden met zich meebrengen over het voorkomen van instabiliteiten. Deze onzekerheid raakt niet aan de veiligheid van de kering, maar wel aan de kosten van de maatregelen. Bij diepe kuilen zijn grote instabiliteiten denkbaar die hoge onderhoudskosten veroorzaken als ze daadwerkelijk optreden. Mogelijk zijn er alternatieve onderhoudsstrategieën of maatregelen, die de kans op instabiliteiten verkleinen en de kosten van onderhoud beperken:

- Vastleggen van de bodem van de ontgrondingskuilen;
- Beperken van de zijhellingen door verwijderen van aanzanding;
- Vastleggen van potentieel instabiele hellingen met matten.

Het vastleggen van de bodem van de ontgrondingskuilen is zeker een optie bij doorgaande ontgrondingen die leiden tot strengere criteria (> 40 meter). Dan kan een bedrijfseconomische afweging worden gemaakt tussen doorgaan met bestorten van de aanzethelling (flauwer en dus meer steen nodig) of het horizontaal bestorten waardoor de bodem van de ontgrondingskuil wordt vastgelegd.

Het beperken van de zijhelling door het verwijderen van aanzanding is zeker voor de plaatranden waar nog geen bestortingen zijn aangebracht een aantrekkelijk alternatief.

Het vastleggen van het mogelijk instabiele gebied met matten is nu niet verder uitgewerkt omdat de kosten vele malen hoger zijn dan die van de huidige strategie.

6.2.3 Bijgestelde en aangescherpte bewakingscriteria

Uit het onderzoek van Deltares volgt dat de volgende identieke en vereenvoudigde stabiliteitscriteria voor aanzethelling en zijhelling van de ontgrondingskuil gehanteerd moeten worden. Deze criteria gelden ongeacht plaats en richting van de helling en ongeacht de bodemgesteldheid:

- Onbestorte hellingen steiler dan 1:5 over een hoogte van tenminste 5 meter.
- Bestorte hellingen die veranderd zijn t.o.v. voorgaande ½ jaarlijkse metingen en daarmee steiler worden dan 1:5 over een hoogte van tenminste 5m.
- Bij taludhoogtes groter dan 40 meter gelden strengere criteria, zie onderstaande tabel.

Hoogte van het talud	Hellingscriterium (over minstens 5m hoogte)
< 40 meter	1: 5
40 – 50 meter	1: 6
50-60 meter	1: 7
60-70 meter	1: 8

Opmerkingen bij criteria

- Bestorte hellingen steiler dan 1:5 worden verondersteld stabiel te zijn, tenzij ze veranderen t.o.v. voorgaande metingen. Welke steilheid toelaatbaar is met bestorting dient nog nader onderzocht te worden.

- Het te beoordelen gebied betreft de volledige breedte van de stroomgaten in beide stroomrichtingen en strekt zich langs de oevers uit tot 400 meter voorbij de randbalk (gewijzigd om vervolgschade aan de blokkenmat te voorkomen).
- Bij overschrijding van de criteria wordt de helling bestort of, indien een bestorting niet voor de hand ligt (plaatranden), wordt de instabiele helling afgevlakt door te baggeren. Zie uitwerking in de volgende paragraaf.

6.2.4 Noord-Bevelandse oever

Bij de Noord-Bevelandse oever (voorbij de verlengde blokkenmatten) is het proces van een steiler wordende vooroever en zandafzetting beide aan de orde. Bovendien is in het verleden op deze locatie een bestorting uitgevoerd waarvanis vastgesteld dat deze niet meer volledig aanwezig is. De vloeiingen, zoals het waterschap deze heeft vastgesteld, zijn met grote waarschijnlijkheid telkens over deze bestorting heen gegaan. De hypothese ligt voor de hand dat door een "slijtage proces", steeds meer van deze bestorting is verdwenen. De vraag is nu:"wanneer wordt de limiet bereikt en gaat de bestorting door deze afgestorte laag heen. De kuil die zich ontwikkeld achter de bodembescherming van de kering wordt nog steeds groter en maakt steeds meer kortsluiting met de kuil bij de vooroever. Recente vloeiingen in de Hammen hebben geleerd dat een zettingsvloeiing die diep genoeg begint een bestorting zal ondermijnen. Een beschadigde bestorting zoals die voor de Noord-Bevelandse oever ligt zal op termijn dus geen bescherming bieden. Dit vak is een van de locaties die als eerste door het Bodem Beschermingsteam (BBT) is aangewezen voor bestorting.

De uitvoering hiervan is echter problematisch. Door de afzetting van vele meters los zand op de vooroever (en de bestaande bestorting) zou de reparatie op deze losgepakte laag van vele meters dik terecht komen. Bovendien is de omvang van de bestorting aanzienlijk om aansluiting te krijgen met aangrenzende bestortingen. Het projectteam heeft hier vier oplossingsrichtingen onderscheiden:

- Het regelmatig verwijderen van de aanzanding;
- Het aanleggen van een flexibele bodembescherming in de vorm van een 'fallingapron';
- Het aanleggen van een vaste bodembescherming in de vorm van matten;
- Het afvlakken de huidige helling en vervolgens aanbrengen van een vaste bodembescherming.

Door het aanbrengen van bestortingen van de Noord-Bevelandse oever ter hoogte van de verlengde blokkenmatten (daar waar de diepste ontgrondingskuil is) is de situatie gestabiliseerd en is het niet (meer) noodzakelijk om op hele korte termijn maatregelen verder langs de oever te treffen. Bij doorgaande ontgronding kan één van bovenstaande oplossingsrichtingen actueel worden.

6.2.5 Reparatie schade en achterstallig onderhoud

Onder regie van het BBT zijn bestortingen voorgesteld om onveilige situaties te herstellen en verdere schade aan de bodembescherming te voorkomen. Het BBT heeft hierbij de volgende classificatie gebruikt:

a) Prioriteit "Acuut": Dit houdt in onmiddellijk consolideren (bestorten) vanwege een dreigende calamiteit (veiligheidsrisico of risico op zeer grote en wellicht progressieve schade).
b) Prioriteit 1: Er moet zo snel mogelijk maatregelen worden. Stabiliteitscriteria zijn overschreden. De kans op het optreden van een nieuwe afschuiving of zettingsvloeiing met schade aan de bodembescherming is groot.

c) Prioriteit 2: Bestorting is noodzakelijk. De ontwikkeling is echter zodanig dat uitvoering van maatregelen, uiterlijk in 2013 toelaatbaar wordt geacht. Voorlopig goed blijven monitoren.
d) Prioriteit 3: De situatie is stabiel. Voorlopig geen maatregelen nodig. Wel blijven monitoren en ingrijpen als dat noodzakelijk wordt.

Op basis hiervan heeft het BBT 11 stortvakken geïdentificeerd, waarvan 2 acuut. Deze vakken (1 en 2) betreffen de beschadigde blokkenmat en een groot deel van de zijhelling van de ontgrondingskuil bij de Noord-Bevelandse oever. Deze 1e tranche is in mei 2012 uitgevoerd. De oppervlakte van tranche 1 bedraagt ruim 80.000 m^2.

De overige vakken zouden zo snel mogelijk aansluitend worden uitgevoerd, maar door de lange looptijd van procedures rond vergunning en aanbesteding dreigde de uitvoering van de overige vakken naar 2013 door te schuiven. Het projectteam Ontgrondingen Oosterscheldekering (OOS) heeft op basis van de lodingen van september een deel van de 9 resterende vakken (4,5,6,9 en 10) alsnog als 'Acuut' aangemerkt met de bedoeling deze 2e tranche nog in 2012 te laten uitvoeren. Deze werkzaamheden zijn inmiddels gestart. Hierbij zijn drie wijzigingen ten opzichte van de oorspronkelijke stortplannen aangebracht:

- Het stortvak 10 in Hammen-Oost is uitgebreid naar aanleiding van een zettingsvloeiing die tussen de meting van 30 juli en 17 oktober 2012 is opgetreden.
- De aansluiting tussen de stortvakken 9 en 10 in Hammen-Oost is op advies van het projectteam OOS tussen de raaien 440-640 met een strook van 200x50 meter (10.000 m2) uitgebreid.
- De eerder uitgevoerde bestorting van de Noord-Bevelandse oever wordt op advies van het projectteam OOS iets (100x100 meter) verder doorgezet tot het diepste punt van de geul (10.000 m2).

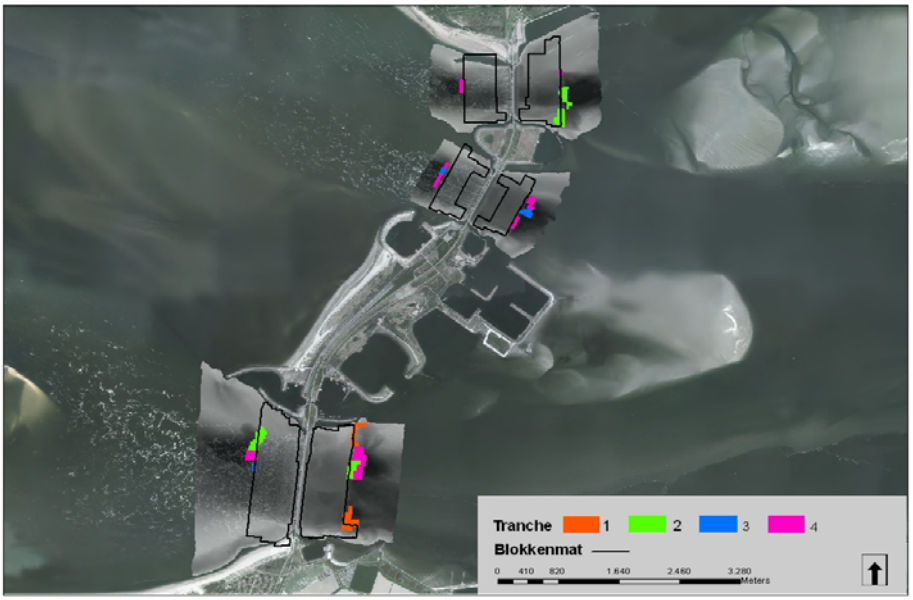
De totale bestorte oppervlakte in tranche 2 wordt hiermee ruim 120.000 m^2.

De resterende vakken (7, 8 en 11) worden in het voorjaar van 2013 uitgevoerd in een 3e tranche. Deze tranche kan qua uitvoering gelijk oplopen met de 4e tranche, die door het projectteam OOS als inhaalslag is aangemerkt om overal de schade te herstellen en het achterstallige onderhoud weg te nemen. Deze 3e en 4e tranche hebben samen een omvang van circa 160.000 m^2 (31.505 m^2 respectievelijk 127.500 m^2). Doordat de reparatiebestortingen deels overlappend over de randbalk en de bodembescherming wordt aangebracht, wordt de beschadigde randbalk in grote mate gestabiliseerd.

Eind 2013 is dan ruim 350.000 m^2 bestort bij wijze van reparatie en achterstallig onderhoud. Vervolgens kan dan het reguliere beheer weer worden opgepakt met een naar verwachting veel lagere intensiteit van bestortingen.

In de reeks van stortvakken is sprake geweest van een vak 3. Dit vak ligt aan de Noord-Bevelandse oever voorbij de verlengde bodembescherming. In overleg met het waterschap adviseert het projectteam OOS dit vak vooralsnog niet te bestorten en de ontwikkeling te monitoren. Bij doorgaande verdieping (onderin) en aanzanding (bovenin) kunnen maatregelen worden getroffen (bestorten en/of zand verwijderen).

Overzicht reparatiebestortingen 2012-2013 (m^2)									
	Tranche 1		Tranche 2		Tranche 3		Tranche 4		
Sluitgat	Locatie	Hoeveelheid	Locatie	Hoeveelheid	Locatie	Hoeveelheid	Locatie (raai)	Hoeveelheid	Totaal
Hammen Oost			Vak 9	31000			940-990	2500	37700
			Vak 10	4200					
Hammen West							680-880	15000	15000
Schaar Oost							400-600	10000	
					Vak 7	18005	780-830	5000	43005
							840-940	10000	
Schaar West							450-650	10000	21300
					Vak 8	6300	750-850	5000	
Roompot Oost	Vak 1	51300	Vak 4	18000			uitbreiding Vakken 4/5	30000	168600
	Vak 2	32100	Vak 5	7200			1900-2000	10000	
Roompot West			Uitbreiding vak 1	20000					
			Vak 6	43000	Vak 11	7200	1600-1800	30000	80200
Totaal		83400		123400		31505		127500	365805



Het benodigde volume voor het uitvoeren van de hier genoemde bestortingen is sterk afhankelijk van de wijze van omgaan met eerder uitgevoerde bestortingen. Het nieuwe vereenvoudigde beheercriterium geldt voor onbestorte hellingen. In het verleden zijn veel hellingen geheel of gedeeltelijk bestort. Hierbij is over het algemeen uitgevuld onder een helling van 1:3. Deze bestortingen lijken op basis van de waarnemingen in het prototype stabiel. Het uitvoeren van nieuwe, aansluitende bestortingen onder 1:5 is in elk geval een no-regret maatregel. Voor de wijze van beheer van hogere hellingen met samengestelde delen 1:3 en 1:5 zal nog een aanvullend criterium moeten worden afgeleid. Dit vergt nog nader onderzoek. Bij de uitwerking van het implementatieplan zal het implementatieteam in nauw overleg met externe deskundigen praktische en robuuste bestortingen bepalen.

6.2.6 Prognose bestortingen na 2013

Op basis van de prognose van de ontgrondingen tot 2050 is per sluitgat en per ontgrondingskuil een prognose opgesteld voor het nog te bestorten oppervlak. Voor de bestorting van de aanzethelling leidt dit tot een totaal te bestorten oppervlak in de periode 2014-2050 van 350.000 tot 900.000 m^2 afhankelijk van het ontgrondingenscenario (best estimate – bovengrens). Voor de zijhellingen zijn deze getallen lager: 150.000 tot 350.000 m^2. Bovendien is het voor de zijhellingen bij de platen zeker

een goedkopere optie om de zijhellingen af te vlakken door te baggeren (jetten/dustpan).

De ramingen zijn gebaseerd op verschillende aannamen, die elk een relatief grote onzekerheid kennen. Voor een deel is dit ondervangen door te werken met een bandbreedte, afgeleid van de onzekerheid in de verwachte kuilgroei. Deze aannamen zullen in 2013 geëvalueerd worden aan de hand van de gegevens uit de monitoring en met de resultaten van het onderzoek.

7 Maatregelen organisatie

De belangrijkste aanleiding voor de onveilige situatie langs de Noord-Bevelandse oever en de schade aan de blokkenmatten is niet de ontwikkeling van de ontgrondingskuilen, maar de ontwikkeling van de organisatie. Op operationeel niveau zijn verkeerde keuzes gemaakt en op tactisch niveau zijn deze keuzes niet gecorrigeerd. De processen zoals die in het kader van ProBo zijn ingericht voldoen op zich, maar door een gebrek aan inhoudelijke kennis en (daardoor?) een onvoldoende functionerende escalatielijn zijn veiligheids- en beheerproblemen onvoldoende onderkend.

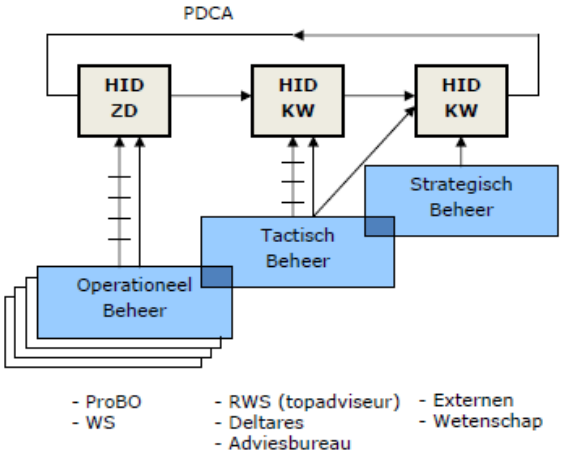
Vertrekpunt voor de aanbevelingen is de ProBo-systematiek waarbij enerzijds de 'check'-fase uit de PDCA-cyclus meer aandacht moet krijgen (periodiek evalueren van criteria, periodieke analyse van morfologie) en anderzijds het karakter van het beheerproces (geringe planbaarheid van bestortingen) een plaats geven in de landelijke programmering en de voorbereiding hiervan door de regionale dienst (waakvlamovereenkomst, paraplu-vergunning).

De projectgroep concludeert dat de borging van de noodzakelijke waterbouwkundige kennis noch op operationeel niveau bij de beheerder noch op landelijk niveau bij het steunpunt ProBo voor de hand ligt. Er zijn simpelweg te weinig objecten om deze kennis bij de beheerder te kunnen borgen en de verwachting is dat er weinig synergie tussen waterveiligheid/waterbouw en de huidige disciplines van het steunpunt ProBo te verwacht valt. In elk geval minder dan binnen het nog in te richten kennisveld Waterveiligheid.

De aanbevelingen ten aanzien van de organisatie luiden als volgt:

1. Het operationele beheer binnen het district van de dienst NoordZeeland uit te voeren conform de kaders voor monitoring (uitvoering gebeurt door DID), interventieniveaus, maatregelen, vastlegging, verantwoording en afstemming met het waterschap. De geschatte benodigde omvang (inclusief beperkte operationele waterbouwkundige kennis) voor het uitvoeren van deze taak is in lijn met de vigerende voorstellen voor het ProBo-team voor alle onderdelen van de Oosterscheldekering (18,7 fte). De manager van het ProBo-team rapporteert binnen de lijn van de dienst NoordZeeland en heeft tevens een escalatielijn naar de dienst Kennis en Kwaliteit.
2. Het tactische beheer van de Oosterscheldekering uit te voeren als een landelijke taak, die kaderstellend en handhavend is voor het operationele beheer. De werkzaamheden omvatten het toetsen van (toepassing van de) kaders, de wijze van uitvoering, het (laten) doorontwikkelen van kaders en het uitvragen van het strategisch beheer. Hierbij gaat het niet om de kaders zoals die door het ProBo-steunpunt worden ontwikkeld, maar om de benutting van deze kaders in het werkveld 'natte waterbouw/waterveiligheid', gekenmerkt door 'kleine kansen, grote gevolgen'. Het ligt voor de hand deze taak te bundelen met vergelijkbare werkzaamheden voor andere natte objecten, die volgens de ProBo-systematiek worden beheerd. Hierbij kan de dienst Kennis en Kwaliteit worden ondersteund door Deltares en de adviesbureaus. De geschatte benodigde omvang voor het uitvoeren van deze taak is 10-12 fte en maakt onderdeel uit van het kennisveld Waterveiligheid (Natte Waterbouw). Één van de topadviseurs (Waterveiligheid, Natte Waterbouw) is binnen de dienst Kennis en Kwaliteit verantwoordelijk voor dit tactische beheer en heeft tevens een escalatielijn naar de DG RWS.
3. Het strategisch beheer van de Oosterscheldekering te laten uitvoeren door een extern college van adviseurs, dat elke 5 jaar beoordeelt in hoeverre de tactische kaders nog voldoen en de operationele uitvoering nog adequaat is

gelet op de ontwerpuitgangspunten en de veranderende eisen (klimaat, morfologie, maatschappij, ..).



De drie niveaus van beheer zijn onderling goed verbonden, waarbij het tactische niveau de spil is, enerzijds naar het operationele niveau (kaderstellen/handhaven) en anderzijds naar het strategische niveau. Elke rol in het voorgestelde organisatiemodel vereist (een zekere mate van) vakkennis, maar zeker ook de juiste houding en gedrag. Aanspreken en escaleren zijn hierin sleutelbegrippen. Door middel van rollenspelen (bijvoorbeeld als onderdeel van 'seriousgaming') kunnen deze vaardigheden worden versterkt. Sleutelfunctionarissen zijn hierbij de manager van het ProBo-team (operationeel beheer) en de topadviseur (tactisch beheer), die naast de hiërarchische verantwoordingslijn ook een escalatielijn buiten de eigen organisatie kennen.

Verder is de borging van kennis rond ontwerp en beheer van complexe waterbouwkundige constructies noodzakelijk, waarbij integrale teams (qua discipline, leeftijd, organisatie) en de trits leerling – gezel - meester goede instrumenten zijn. De afspraken rond kennisborging zijn onderdeel van RKW-cyclus (persoonlijk niveau) en managementafspraken (organisatieniveau). Ook het overzicht hebben van de aanwezige kennis bij marktpartijen hoort bij het borgen van kennis. Tenslotte kunnen bestaande netwerken (I-storm) effectiever worden ingezet voor het gezamenlijk oplossen van problemen.

8 Bredere betekenis

De technisch complexe situatie rond de Oosterscheldekering maakt dat meer institutionele aspecten van de problematiek op het eerste gezicht onderbelicht blijven. De aanwezigheid van de kering en de daardoor veroorzaakte ontgrondingskuilen zijn overduidelijk van belang, maar er is ook sprake van een zijdelingse verplaatsingen van de getijgeul met zettingsvloeiingen als gevolg. Deze verplaatsingen leiden tot erosie van de vooroever van waterkeringen aan de zijde van Noord-Beveland en Schouwen. Op zich hoeft deze erosie vanuit het water- of vaarwegbeheer niet problematisch te zijn, maar deze erosie kan wel negatieve gevolgen hebben voor de waterkering: verzwaring golfbelasting bij ondiepe voorlanden of geotechnische instabiliteit van de waterkering als geheel.

Spoedreparatie aan Lauwersmeerdijk

AMSTERDAM - Rijkswaterstaat gaat een spoedreparatie uitvoeren bij de Lauwersmeerdijk tussen Friesland en Groningen na de ontdekking van een zwakke plek.

Dat melden Waterschap Noorderzijlvest en Rijkswaterstaat woensdag. Zij starten donderdag met voorbereidende werkzaamheden. Over een lengte van 200 meter bij het Vierhuizergat wordt zand en steen gestort om de dijk te versterken.

Een natuurlijke geul in de Waddenzee heeft zich het afgelopen jaar versneld naar de kust verplaatst, waardoor onder water het zand voor de dijk is weggespoeld. Die is daardoor verzwakt.

Foto: NU.nl/Dave van Hattem

Bovenstaand nieuwsbericht is een goede illustratie van het feit dat ook in veel overzichtelijkere situaties dan bij de Oosterscheldekering de strategisch/tactische samenwerking tussen waterschappen en Rijkswaterstaat suboptimaal is. Met relatief geringe middelen was te voorkomen geweest dat een natuurlijke geul met een diepte van enkele meters een bedreiging voor de waterkering werd in de vorm van een verdieping van meer dan 10 meter bij de teen van de dijk. Gelukkig was de operationele samenwerking wel in orde.

Deze samenhang is zeker niet uniek voor de situatie rond de Oosterschelde (zie tekstkader Lauwersmeerdijk) en daarom is het verbazend dat de waterschappen en Rijkswaterstaat geen goed afgestemde uitgangspunten voor het beheer hebben. Dit geeft dan weer aanleiding tot suboptimale oplossingen, die eerder bepaald lijken te worden door de financieringswijze(n) dan door een samenhangende visie van beide beheerders. Vanzelfsprekend spelen hier de beleidskaders van DG Ruimte en Water een belangrijke rol.

Een korte analyse van de huidige situatie leert dat alleen voor de zandige kust en de oeverbestortingen in Zeeland structurele afspraken tussen waterschap(pen), Rijkswaterstaat en DG Ruimte en Water zijn gemaakt. Het Rijk zorgt ervoor dat de basiskustlijn en de vooroever in Zeeland op hun plek blijven zodanig dat het waterschap tegen minimale kosten de waterkering in stand kan houden. De afspraken voor de

zandige kust vinden hun oorsprong in het kustbeleid en die voor de Zeeuwse situatie in de historie van kleine, weinig draagkrachtige ('calamiteuze') waterschappen. Elders in het land zijn geen structurele afspraken en kan zich de situatie zoals bij de Lauwersmeerdijk voordoen.

Kort samengevat:

- Rijkswaterstaat beheert de geul (in opdracht van DG Ruimte en Water) met de focus op waterbeheer en/of scheepvaart en niet met de focus op de waterkering in de buurt;
- Het waterschap beheert de waterkering en houdt geen structureel zicht op de ontwikkeling van de geul;
- Bij een dreigende calamiteit treden waterschap en Rijkswaterstaat gezamenlijk op en wordt de waterkering op kosten van het Rijk versterkt.

Rijkswaterstaat werkt aan een kader voor de bestrijding van oevererosie bij keringen ter vervanging van de huidige afspraken, behoudens die voor de zandige kust. Het huidige concept-kader hanteert als functioneel uitgangspunt dat Rijkswaterstaat verantwoordelijk is voor de basisfuncties in de Rijkswateren (rijkskeringen, afvoerfunctie, waterverdeling, waterkwaliteit). Het financiële uitgangspunt dat de veroorzaker van de erosie verantwoordelijk is voor de (bekostiging van de) maatregelen om erosie te bestrijden. Concreet zou dit betekent dat het Rijk betaalt voor bestrijding van oevererosie als er sprake is van verplaatsing van de geul ten behoeve van de scheepvaart of als er sprake is van een recente (minder dan 10 jaar geleden) waterbouwkundige ingreep. In andere gevallen betaalt het waterschap, tenzij er sprake is van een combinatie van factoren en dan worden de kosten gedeeld tussen waterschap en Rijk.

Bovengenoemde uitgangspunten dragen niet bij aan een transparante en samenhangende oplossing van situaties als bij de Lauwersmeerdijk en de Oosterscheldekering. Het concept-kader zou voor de Oosterscheldekering betekenen dat het waterschap de kosten draagt voor de bestrijding van de erosie als gevolg van het horizontaal verplaatsen van de getijgeul. Tegelijkertijd speelt de Oosterscheldekering ook 25 jaar na oplevering dagelijks een grote rol in het morfologisch gedrag van het estuarium. Dit leidt ongetwijfeld tot een discussie met als resultaat dat òf de kosten worden gedeeld òf er een impasse tussen beide beheerders ontstaat.

Om tot maatschappelijk gezien optimale oplossingen te komen zullen waterschap en Rijkswaterstaat de geul, de vooroever en de waterkering in samenhang moeten beoordelen. Hierbij mag de financiële verdeelsleutel van maatregelen niet tot suboptimale maatregelen leiden. De projectgroep beveelt aan om het concept-kader bestrijding oevererosie bij keringen zodanig aan te passen dat functionele samenhang en kostenoptimalisatie als uitgangspunten worden gehanteerd. Gelet op de gedeelde verantwoordelijkheid ligt het voor de hand dat het programma nHWBP hierin het voortouw neemt.

9 Literatuurlijst

(Deltares, 2012)
Onderzoek stabiliteit bodembescherming Stormvloedkering Oosterschelde.
Deelproject Evaluatie criteria hellinginstabiliteit, T. Stoutjesdijk. 1206907-001-GEO-0002.
Deelproject Ontgrondingen, T. Raaijmakers. 1206907-003-GEO-0003.
Deelproject Grootschalige Morfologie, J.G. de Ronde. 1206907-004-GEO-0001
Deelproject Databeheer Ondergrond, M. de Kleine, 1206907-002-GEO-0001
Deelproject Hoofdrapport, T. Stoutjesdijk, 1206907-005-GEO-0004

(Horvat, 2007)
Onafhankelijke beoordeling en advies Organisatie Beheer en Onderhoud Oosterscheldekering. Horvat & partners.

(Lekkerkerk, 2012)
Variantieanalyse Oosterschelde. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, piLot Survey Services.

(Rijkswaterstaat, 2012)
Rapportage technisch team Ontgrondingen Oosterscheldekering, Janssen H., Klatter L., Heuvel van den S.

(Van der Hammen, 2012)
Advies over de verbetering van de informatievoorziening voor de monitoring van de ontgrondingskuilen rond de Oosterscheldekering. Waterdienst.

10 Bijlagen

Bijlage 1: Advies Wetenschappelijke Adviescommissie
Bijlage 2: Advies Ontwerpdeskundigen
Bijlage 3: Tijdlijn

Bijlage 1: Advies Wetenschappelijke Adviescommissie

Opinie Wetenschappelijke Adviescommissie Ontgronding SVKO

1. Algemeen
Het rapport '*Beheer Oosterscheldekering nader bekeken*'(Rijkswaterstaat) gaat over het beheer van de Oosterschelde kering. Er wordt ingegaan op de incidenten die zich hebben voorgedaan en naar aanleiding daarvan worden aanbevelingen gedaan om het beheer en onderhoud en de organisatie anders in te richten. De WAC – opinie betreft beide.

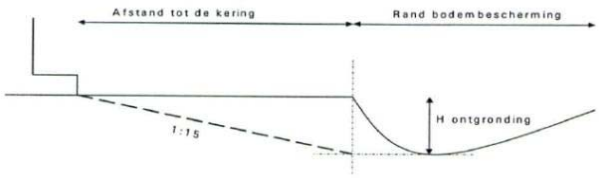
2. De oorspronkelijke ontwerpfilosofie van de SVKOS

Het uiteindelijk ontwerp van de stormvloedkering kent een bijzondere voorgeschiedenis die in het licht van de huidige gebeurtenissen niet onbelangrijk is. Het oorspronkelijke ontwerp was een diepe putten fundering. Een dergelijke oplossing staat in alle standaardwerken, maar viel in 1977 af. Het toen nieuwe en dus huidige ontwerp was zonder meer revolutionair met hooggefundeerde pijlers en een prefab constructie voor wat betreft de harde delen. Nog nooit toegepast voor constructies waarover een groot en dynamisch verval staat. Dit betekende enerzijds voor het functioneren van de schuiven een grote gevoeligheid voor zettingen, maatafwijkingen en deformaties en anderzijds voor de stabiliteit als geheel een grote gevoeligheid voor ontgrondingen aan weerszijden van de kering. De kern van de ontwerpfilosofie was en is dat dan ook nog steeds dat de filterconstructie onder de pijlers zodanig moest zijn dat er geen enkel zandkorreltje onder de pijler en zelfs onder de funderingsmatten mag migreren ongeacht de belastingen over de kering. Dat betekende met de prefab matten een zodanige aansluiting met enerzijds de ondergrond en anderzijds de pijlers dat er sprake was van een volkomen geometrisch dicht filter. Dat heeft veel moeite, tijd en geld gekost.

Een belangrijk gevolg van de ontwerpfilosofie was het uitgangspunt dat er een vaste, niet flexibele bodembescherming van 400 meter aan weerszijden van de kering moest worden gemaakt teneinde de standszekerheid (stabiliteit) van de kering te waarborgen. Door de inflexibiliteit mocht zowel de ligging van de bodembescherming als de aansluiting van de bodembescherming met de ondergrond niet worden aangetast tijdens de gebruiksfase.

3. De oorspronkelijke ontwerpfilosofie van de bescherming van de bodembescherming

Aanvankelijk was de ontwerpfilosofie, dat de afstand tussen de fundatie van de pijlers en de ontgrondingskuil achter de rand van de bodembescherming, zo groot gekozen moest worden dat een zettingsvloeiing geïnitieerd vanuit de aanzethelling van de ontgrondingskuil de fundering vrijwel niet kan aantasten. Daartoe werd een lijn met een helling van 1/15 getrokken vanuit de bodem van de ontgrondingskuil richting pijler. Deze lijn moest het vlak van de bodembescherming snijden buiten de voet van de pijler. Bij een maximale kuildiepte van 25m moet de bodembescherming dan ten minste 375 m lang zijn.



Ten tweede werd besloten de kans op een zettingsvloeiing klein te houden. Een zettingsvloeiing blijkt op te treden zodra het talud van de ontgrondingskuil steiler wordt dan 1/5 over een hoogte van meer dan 5m, zo leert de ervaring uit het prototype. Daarom werd aan het toekomstige beheer de opdracht gegeven regelmatig de aanzethelling van de ontgrondingskuil in te meten en het talud te bestorten met stabiel granulair materiaal zodra het criterium werd overschreden.

4. De extra reserve in de veiligheid door het ontgrondingskuilmechanisme

Gedurende de bouw is de ontwerpfilosofie verfijnd door op te merken dat de eindhelling van een zettingsvloeiing nooit vanuit de bodem van de ontgrondingskuil kon starten, omdat het zand dat wegvloeit onder de bodembescherming geborgen moet worden in de ontgrondingskuil. De afstand waarover de zettingsvloeiing de bodembescherming ondermijnt, de inscharingslengte, is daardoor kleiner. Deze verfijning werd niet benut om de bodembescherming in te korten, maar om vast te stellen dat de kans dat een zettingsvloeiing de fundatie van de pijler bereikt veel kleiner is dan oorspronkelijk gedacht. Het initiële criterium van 1/5 over meer dan 5m werd niet gewijzigd, net zo min als tegengaan van een versteiling door het talud te bestorten.

5. De overdracht van de kering naar Beheer en Onderhoud

Met de overdracht van een opgeleverde lering aan een onderhouds- en beheersorganisatie is het niet zo dat er alleen volgens de gebruikshandleiding en de onderhoudshandleiding moet worden gewerkt. Er zijn vier factoren die maken dat een dergelijke reactieve houding niet kan:

- De kering zelf verandert door veroudering, slijtage, corrosie, etc. Relatieve veroudering treedt op door de beschikbaarheid van nieuwe technologie.
- De omgeving verandert door zeespiegelstijging, morfodynamica, klimaatverandering, etc. Dat veroorzaakt een andere beweging van lucht, water, zand en zout. Maar ook de maatschappij verandert: politiek, wetgeving, regelgeving, weg en waterverkeer, plannen, etc.
- De impact van de omgeving op de kering is gemodelleerd maar kent nog onzekerheden. De stroom en het sedimenttransport hebben invloed op de erosie en aanzanding naast de bodembescherming.
- De impact van de kering op de omgeving is gemodelleerd maar kent ook onzekerheden. De bodembescherming en de kering zelf hebben door hun aanwezigheid ook invloed op de erosie en aanzanding.

Dit zo overziende betekent eigenlijk dat de onderhouds- en beheerorganisatie niet een kering heeft gekregen die koste wat het kost in de oorspronkelijke staat moet worden gehouden, maar in plaats daarvan heeft ze een complex systeem gekregen dat uit zeer veel elementen bestaat die allemaal

verschillend gedrag vertonen en vooral verschillende levensduur hebben. Dat systeem zit in een veranderende en ingewikkelde dynamische interactie met eveneens een veranderende zeer gecompliceerde omgeving.

Bij overdracht zal dus moeten worden beseft dat de kering helemaal niet in de oorspronkelijke staat moet worden gehouden. Op het moment dat hij in gebruik wordt genomen is de kering al anders en vindt er interactie met de omgeving plaats. Een dergelijke dynamische invulling van Beheer en Onderhoud (of zo men wil: "”Asset Management") geldt breder voor alle objecten en netwerken die RWS onder haar beheer en onderhoud heeft. Dat betekent overigens niet dat er maar wat op los beheert en onderhouden kan worden. Integendeel, er dient met veranderingen zeer zorgvuldig omgegaan te worden.

Voor een systeem als de SVKO gaat het dus om het dynamisch beheer en onderhoud dat plaatsvindt:

1. met en op de kering
2. met en op de omgeving van de kering
3. met en op de impact van de omgeving op de kering
4. met en op de impact van de kering op de omgeving

Er zijn drie niveaus in Beheer en Onderhoud (B&O) management te onderscheiden, die iets anders dienen te worden ingericht dan we tot nu toe gewend zijn om te doen:

1. Operationeel management dat zich bezig houdt met hoe het netwerk functioneert. Zij houdt zich bezig met dataverwerving en (kleine) ingrepen. Operationeel management is het belangrijkst. Het doel is dat alles op rolletjes loopt. De kering met alles wat erop of onder zit moet het gewoon goed doen. In tegenstelling tot vooral de Angelsaksische benadering die steevast begint met de strategie, begint de Assetmanager altijd operationeel vanuit zijn netwerk te kijken of alles er goed bijstaat. De twee andere niveaus zijn louter ondersteunend. In de operationele sfeer komen Beheer en Onderhoud ook zeer verweven samen: Zij bepalen de beschikbaarheid en de betrouwbaarheid van de gevraagde capaciteit.

2. Tactisch management dat zich bezig houdt met programmeren van ingrepen (waar en wanneer). Het tactisch management houdt zich bezig met het genereren van relevante informatie uit de data en genereert vanuit die informatie uiteindelijk de kennis van het gedrag van de systemen in hun omgeving. Het maken en gebruiken van een dynamisch model is daarvoor essentieel. Een dynamisch model wordt continu gevoed door data, informatie en kennis van het veranderend systeem in zijn omgeving, dat het probeert te beschrijven. Op dit niveau worden de modellen en werkelijkheid zoveel mogelijk op elkaar gelegd. Op dit niveau worden ook de belangrijke afwijkingen of veranderingen in het gedrag met de daarbij horende consequenties doorgegeven naar het strategisch niveau.

3. Strategisch management dat zich bezig houdt met investeren in de het systeem met zijn onderdelen en de kennisverwerving (inzicht en overzicht). Op grond van dat laatste kan er een missie (waarom) en een visie (wat) ten aanzien van het beheer en onderhoud worden geformuleerd. Op dit niveau wordt het functioneren van het systeem als geheel bekeken in het kader van enerzijds de op dat moment

geldende wettelijke kaders en anderzijds de beschikbare budgetten. Dit plaatje gaat als geheel naar de ”Eigenaar”. Dat is het ministerie (namens de staat). Indien de Eigenaar onvoldoende budget heeft dient hij de consequenties daarvan gerekend over het gehele netwerk te weten. Ten overvloede: de manager (RWS) optimaliseert de prestaties van het gehele netwerk binnen zijn beschikbare budget.

6. Recente ontwikkelingen

Uit recente observaties is gebleken dat de peilingen van de bodembescherming en de ontgrondingskuil regelmatig zijn uitgevoerd, maar dat het beheer in de zin van het bestorten van aanzethellingen die steiler zijn dat 1/5 over 5m of meer sinds 2000 niet meer is uitgevoerd. Mede daardoor zijn in toenemend tempo 15 zettingsvloeiingen opgetreden, die deels de bodembescherming en de rand daarvan hebben doen dalen. Dit is een schade die volgens de ontwerpfilosofie vermeden had moeten worden.

Belangrijk is te constateren dat de onverhoopt opgetreden zettingsvloeiingen zich zowel qua initiatie (> 1/5 over 5m) als qua inscharingslengte (~1/15) gedragen zoals verondersteld in de ontwerpfilosofie. De faalkans is nu groter dan destijds bedoeld.

Tevens moet worden opgemerkt dat het driedimensionale effect van de ontgrondingskuil waardoor ook aan de noordelijke en zuidelijke uiteinden steile hellingen ontstaan, tijdens het ontwerp min of meer over het hoofd is gezien. Dit is wel belangrijk omdat daardoor nu in volgorde van toenemend belang de stabiliteit van plaatranden, van de havendammen en van de aangrenzende waterkering wordt bedreigd. Ook hier is een bestorting bij overschrijding van de bekende criteria noodzakelijk.

7. Voorlopig herstel

Sinds juli 2012 is een werkgroep bezig om de ontstane situatie in kaart te brengen. Tevens zijn de gevaarlijkste plaatsten met granulaire bestortingen gestabiliseerd. Tevens is er in december in samenwerking met Konter/ Nederend/ van Oorschot een goed plan ontwikkeld voor een finale reparatie. Opgemerkt dient te worden dat Frank Spaargaren, aandrager van de problematiek en door de werkgroep geconsulteerd, een voorstander is van bestorting met mattype bestortingen, maar de werkgroep meent dat losse granulaire bestortingen in combinatie met regelmatige monitoring een afdoende en qua beheersmethodiek een goede benadering is ter beheersing van de problematiek.

De uitvoering van dit plan dient nu door middel van een budget en een planning te worden zekergesteld, zodat binnen enkele maanden de faalkans van de SVKO, de havendammen en de aangrenzende waterkeringen weer aan de eisen voldoen.

8. Nieuw ontwerp

Het is vervolgens noodzakelijk om in de eerste helft van het nieuwe jaar een nieuw ontwerp voor de bodembescherming te maken, omdat er ten minste drie zaken in een ander licht zijn komen te staan die de ontwerpfilosofie zouden kunnen veranderen.

- Ten eerste heeft de afhankelijkheid van de veiligheid van het ontwerp van menselijk ingrijpen (c.q. het opmeten van de ontgrondingskuil en het bestorten van het talud indien criteria worden overschreden) tot de boven beschreven negatieve ervaring geleid. Het is nodig nu twee ontwerpen te maken, een die nog steeds steunt op inmeting en tijdig onderhoud en een die daar geen expliciet beroep meer op doet (is dat wat Frank wil?). Die twee oplossingen dienen vervolgens te worden afgewogen qua kosten en risico. De finale keuze zal gezien het politieke gewicht op het hoogste niveau moeten plaatsvinden.

- Ten tweede lijken de kuilen dieper te worden dan voorzien en begrijpen we dit fenomeen onvoldoende. Kan dit worden toegestaan of moet de verdieping worden gestopt d.m.v. bestorting en met welke materiaal?

- Ten derde is de geometrie van de bodembescherming door de zettingsvloeiingen (licht) gewijzigd. Dit zou invloed kunnen hebben op het erosieverloop. Ook dienen de 3D effecten van de ontgrondingen, die in het oorspronkelijke ontwerp minder aandacht kregen, te worden doordacht. De bedreiging van de waterkeringen van Zeeland en de havendammen bij de Roompotsluis door ontgrondings/afzettings geinduceerde zettingsvloeiingen dient daar te worden doordacht en mogelijk verkleind.

Met behulp van de observaties van de opgetreden zettingsvloeiingen kunnen de modellen voor de kans van optreden van een zettingsvloeiing (helling >1/5 en hoogte > 5m) en de geometrie van de inscharing worden gevalideerd of bijgesteld. Ook kunnen consequenties van de voorgedane vloeiingen in beeld gebracht worden. Dit is van belang omdat deze modellen het verband geven tussen de geometrie van de ontgrondingskuil en de standzekerheid van de stormvloedkering.

Een gerelateerd vraagstuk is hoe de faalkans van een talud beïnvloed wordt door een bestorting (bijv. is een bestort talud 1/3 zettingsvloeiingsgevoeliger dan een zandtalud 1/5 ?)

Het in korte tijd opstellen van een nieuwe ontwerpnota heeft nog een bijkomend voordeel. Indien het gebeurt door een groep jonge ingenieurs, wordt de kennis van de kering en de bodembescherming opnieuw verankerd in een volgende generatie. Deze groep kan dan ook van nabij de uitvoering van haar ontwerp meemaken en begeleiden. Dit is van een niet te onderschatten belang voor de toekomst van RWS en het opent hopelijk de aandacht van RWS voor het belang van Asset Management als een cruciaal en gewaardeerd element van haar taak.

9. Verder onderzoek

Ook verder onderzoek is nodig, zowel om de specifieke kennis te vergroten als om het algemene inzicht te verhogen.

Een van de hoofdvragen is hoe de morfologie zich heeft aangepast sinds voltooiing van de kering en hoe en in welk tempo deze zich verder nog zal ontwikkelen. Dat vraagt om een vergelijking tussen de situatie (getij, morfologie, stroomstructuur, turbulentie en stabiliteit, ...) van voor met die van na de voltooiing van de kering. Dat verschil is de maat van de onbalans waaraan het systeem zich wil aanpassen, zowel locaal als op de grotere schaal van het systeem.

Modelberekeningen zouden die vergelijking moeten bevatten. We verwachten dat de gesimuleerde verschilvelden dan een bruikbaar kwalitatief beeld geven van die gebieden waar de balans het meest verstoord zou zijn. Dat kan dan met gerichte veldmetingen worden gechecked.

Hoofdpunten voor nader onderzoek (in alle gevallen near field en farfield onderscheid) zijn:

- Meten en berekenen van het stroombeeld achter de kering qua snelheid en turbulentie
- Meten en berekenen van het sedimenttransport gedreven door de stroming
- Relateren van de ontgrondingen/aanzandingen aan dit stroombeeld en sedimenttransport en begrijpen waarom de ontgrondingen dieper zijn dan verwacht
- Beter bestuderen van beginvoorwaarden van een zettingsvloeiing, zowel in het moederzand als in nieuwe afzettingen. Mogelijk vervolmaken van een rekenmodel voor dit fenomeen.
- Bestuderen van het effect van bovenbelasting (bestorting) op een zettingsvloeiingsgevoelig talud.
- etc.

Daarnaast is er onvoldoende kennis van het gedrag van de bestortingen. Er dient onderzocht te worden in hoeverre de bestortingen zich flexibel kunnen gedragen. Dit is van groot belang voor het ontwerp van de bestortingen. Mat-achtige bestortingen lijken een te zwaar middel met vraagtekens. Beter kan overwogen worden om de bestortingen zodanig in te richten dat ze een stabiele ligging hebben. Dat betekent dus vaker en gerichter storten met profilering van de ondergrond. Hierbij kan gebruikt gemaakt worden van de kennis opgedaan op de Nieuwe Waterweg, waar gebruik gemaakt is van ruime filterregels voor overtrekkende, onverzadigde stroom. Een plaatsvaste bestorting betekent dat er systematisch met elke ingreep een bepaald ontwerp wordt gerealiseerd. Dat is een duidelijker beheer en onderhoud dan ad hoc kuilen aanpakken.

Ten slotte is er onvoldoende inzicht is in de invloed die de kering heeft op de totale ecologie van het Oosterschelde bekken. Dat geldt o.a. ten aanzien van de zandhonger in Oosterschelde. Een en ander veroorzaakt aantasting van schorren en platen. Onderzocht moet worden hoe ernstig dit verschijnsel is en welke maatregelen daartegen genomen kunnen worden

10. Aanbevelingen

Momenteel ontbreken veldmetingen van de waterbeweging vrijwel volledig. Daardoor is er ook geen op snelheden afgeregeld 2D model. De bruikbaarheid van berekeningen met een alleen op waterstanden afgeregeld model voor lange termijn ontwikkeling is echter twijfelachtig.

Aanbeveling is: veldmetingen voor het 2D beeld; vervolgens ontwikkelen m.b.v. goed afgeregeld 2D model van strategieën om stroompatronen, snelheidsgradiënten en turbulente velden die erosie veroorzaken te beïnvloeden. De noodzaak m.b.t. ontwikkeling van een meer gedetailleerd (3D?) model zal daar dan uit kunnen volgen. Daarnaast moet dient het gedrag van bestortingen en de invloed op de ecologie te worden onderzocht.

J.K. Vrijling, M.J.F. Stive, H.A.J. de Ridder, W.P.M. de Ruiter

Delft, 10 januari 2013

Bijlage 2: Advies Ontwerpdeskundigen

Aan: ir. R.E. Jorissen
Betreft: Onderhoudsplan Oosterscheldekering
Van: ir. J.H. van Oorschot, ir. J.L.M. Konter, ir. J.M. Nederend
Datum: 2012-12-11

1.Opdracht

In de voorbije maanden heeft een initiatiefgroep van deskundigen die destijds betrokken waren bij het ontwerp en de bouw van de Oosterscheldekering (1), overleg gevoerd met verantwoordelijke diensten van RWS over de onderhoudssituatie bij de kering. Aanleiding was de constatering dat vanaf ca. 2000 het onderhoudsschema van de bodemverdediging niet meer volledig is gevolgd, en dat de huidige toestand daarvan zeer te wensen overlaat. Beoordeling van peilingen over de laatste 10 jaar wezen op een ongewenste en gevaarlijke achteruitgang van de veiligheid van de kering en de aansluitende hoogwaterkering van Noord Beveland.
De signalen van de deskundigen hebben geleid tot het instellen van een operationeel team en een projectteam. Het projectteam o.l.v. ir. R. Jorissen heeft als opdracht te adviseren of de ontwerpuitgangspunten nog van toepassing zijn op de huidige situatie, welke beheerstrategie bij de huidige situatie past en welke organisatie daarbij hoort. Ter onderbouwing van dit advies is aan Deltares opdracht gegeven een studie uit te voeren naar de ontgrondingen en grootschalige morfologie in het estuarium en rond de kering. Het operationeel team (Bodembeschermingsteam) heeft een herstelplan gemaakt, waarvan een deel in 2012 is uitgevoerd en een deel in 2013 gepland staat. Dit plan straalt, naar mening van de initiatiefgroep, niet de geboden urgentie uit.
De initiatiefgroep heeft de Directeur Generaal van RWS daarvan in kennis gesteld. Als gevolg heeft een gesprek plaatsgevonden met een kleine delegatie van de initiatiefgroep op 8 november j.l. Bij dit gesprek was ook aanwezig ir. R.E. Jorissen. Overeengekomen werd daarbij dat de commissie o.l.v. ir. R.E. Jorissen zich zou laten bijstaan door enkele externe deskundigen die destijds betrokken waren bijhet ontwerp en werkvoorbereiding van de kering. Jorissen heeft vervolgens ir. J.L.M. Konter, ir. J.M. Nederend en ir. J.H. van Oorschot benaderd en bereid gevonden hun medewerking te verlenen. Als doelstelling werd geformuleerd het komen tot een gemeenschappelijke probleemstelling en een gedragen plan van aanpak.
De drie deskundigen hebben zich daarbij met name gericht op de urgente problemen, die nu om een oplossing vragen. Haar bevindingen zijn met het team van Jorissen gedeeld, maar voor de goede orde in deze notitie nog een keer samengevat. We hebben waardering voor de constructieve en transparante wijze waarop we met het team van Jorissen aan het herstelplan hebben kunnen werken.

2.Beschikbare gegevens

De externe deskundigen hebben de beschikking gekregen over:

a. alle Deltares rapporten, de nota Beheer en Onderhoudsplan Natte Werken van 1998 en de onderliggende documenten.
b. de historische en actuele bodemsituatie rond de kering, inzichtelijk gemaakt door de Meet- en Adviesdienst van Rijkswaterstaat Dienst Zeeland.

Ad a. Deltares rapporten

Wij hebben veel waardering voor de snelheid en uitgebreidheid waarmee Deltares deze studies heeft uitgevoerd.

---

(1) Ir. F. Spaargaren, Prof.Ir. K.d'Angremond, Ir. A.J.Hoekstra, Ir. J.H.v.Oorschot, Ing. C.J.Vroege, Prof.Drs.ir. J.K.Vrijling

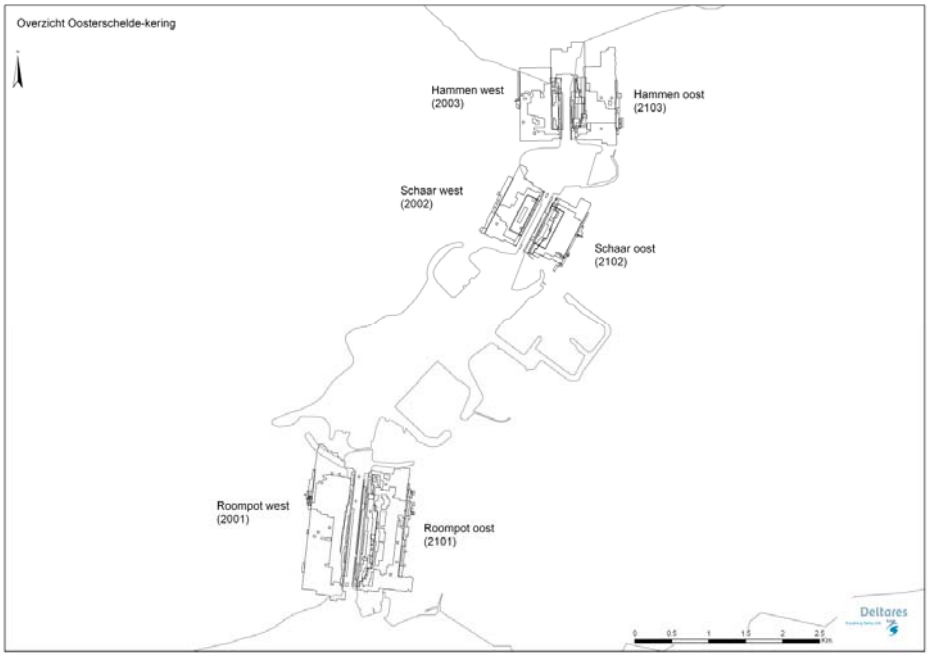
Ze geven inzicht in de grootschalige waterloopkundige- en morfologische fenomenen. De gebruikte modellen zijn naar onze mening echter minder geschikt om lokale reparatiewerken op te baseren, daar zijn de lodingen een veel betrouwbaarder hulpmiddel voor. Zeker gezien de voortreffelijke wijze waarop de resultaten van de lodingen in beeld kunnen worden gebracht. Ze geven een goed 3-dimensionaal beeld van de morfologische ontwikkelingen. Het Deltares rapport geeft een aantal conclusies dat we niet alle zullen herhalen, met uitzondering van de volgende *(ons commentaar is cursief weergegeven):*

- De onderhoudsfilosofie is niet gevolgd, met als gevolg instabiele hellingen. Dat deze hellingen op een andere plaats zitten dan gedacht, wordt geweten aan de andere stroombeelden. *Echter zoals eerder geconstateerd zijn we van mening dat dat minder relevant is als de actuele peilingen het uitgangspunt zijn voor de herstelwerkzaamheden. Wel kan er met de modellen geanticipeerd worden op toekomstige "hot spots".*
- Geen zakkingen van de randbalk mogen worden toegelaten. *Wij ondersteunen deze conclusie. Op diverse plaatsen is geconstateerd dat de hellingbestorting compleet is verdwenen. Ondermijning van de randbalk met zakkingen tot 10 m in verticale zin zijn geconstateerd. Of de blokkenmatten nog intact zijn en of ze nog een zanddichte afsluiting hebben, kon uit deze bodempeilingen niet worden afgeleid, maar met een overlap van 3 m is dat zeer de vraag. Wij voegen daar aan toe dat de blokbevestiging ook niet is geconstrueerd op vrij hangende matten en het dus wel op een aantal plaatsen begeven zal hebben.*
- Op langere termijn is het perspectief dat de ontwikkeling van de ontgrondingskuilen nog decennia lang door kan gaan en tot wel 30 of 40 meter dieper kunnen worden dan ze nu zijn. *Het is niet zonder meer de beste strategie om dit allemaal te gaan bestorten. Bovendien neemt de te verwachten schade na een instabiliteit min of meer lineair toe met de diepte. Schades bij hellinginstabiliteit zullen bij ongewijzigd beleid naar verwachting groter worden. Andere strategieën kunnen bijvoorbeeld zijn de ontgrondingskuilen (helling en bodem) bij een bepaalde kuildiepte te stabiliseren met bestortingsmateriaal. Aanbevolen wordt hiervoor zowel een beschouwing op te stellen vanuit stabiliteit kering, als vanuit bedrijfseconomische overwegingen.*

Daarnaast merken we het volgende op n.a.v. het Deltares rapport:

- De hydraulische rekenmodellen zijn ons inziens niet geschikt om in absolute zin de morfologie en/of ontgrondingsdiepte zeer nauwkeurig te voorspellen, maar wel geschikt om het effect van bepaalde ingrepen te beoordelen. Bijvoorbeeld om het effect van maatregelen op de morfologie te voorspellen. Zo is de zogenaamde Oliegeul, de verbinding tussen Hammen en Schaar, zich aan het verdiepen. De oorzaak is niet geheel duidelijk, maar volgens sommigen ongewenst. In dat geval kan met het hydraulische rekenmodel het globale effect van maatregelen worden bekeken.
- Bij de aanbevelingen van Deltares moet ons inziens wel onderscheid worden gemaakt tussen wetenschappelijke informatie en praktische ontwerpkennis. Waterbouwkundige oplossingen moeten 'simpel en robuust ' zijn. Dit pleit voor robuuste maatregelen ten opzichte van teveel maatwerk, afhankelijk van de lokale situatie, grondgesteldheid, toestand bodembescherming etc. Voor de aanpak van deze robuuste maatregelen is voldoende kennis aanwezig. Voor begrip en analyse van de opgetreden verschijnselen zijn voorgestelde analyses uiteraard wel nuttig.

Ad b Actuele situatie op basis van de lodingen.
De externe deskundigen hebben grote waardering voor de wijze waarop de Meet – en Advies dienst RWS in zeer korte tijd in staat is geweest de vele databestanden van peilingen en bestortingswerken samen te brengen in één digitaal bestand. De helderheid en toegankelijkheid van dat bestand is zeer behulpzaam geweest bij het beoordelen van de dynamiek van de Oosterschelde bodem en het identificeren van gevaarlijke en minder gevaarlijke gebieden. Deze database is dan ook leidend geweest voor ons bij het aangeven van gewenste acties.
De database is dan ook door de gebruiksvriendelijkheid bij uitstek het instrument voor de conditiebewaking van de bodembescherming.
Het blijkt overigens dat de lodingen van RWS en van de waterschappen (ZEEKOE) niet gekoppeld zijn Hierdoor is bij de waterschappen een onterecht gevoel van veiligheid ontstaan, er van uitgaande dat het diepere deel het aandachtsgebied is van RWS en goed beheerd wordt. Aanbevolen wordt deze datasets snel te koppelen tot ten minste 2000 m uit de kering. We hebben inmiddels begrepen , dat hiervoor reeds stappen zijn of worden ondernomen.



Uit de lodingen blijkt dat in de afgelopen 10 jaar:

- er zettingsvloeiingen en andere geotechnische instabiliteiten zijn opgetreden bij de oevers en platen (zie tabel bijlage 1) die ook doorlopen onder de rand van de bodemverdediging . Een instabiliteit bij de oevers kan dus niet alleen gevolgen hebben voor de stabiliteit van de oever of plaatrand, maar ook gevolgen hebben voor de stabiliteit van de bodembescherming.
- De ontgrondingskuilen zich verder hebben verdiept. Met name in Schaar Oost en Schaar West. De kuilen hebben zeer steile hellingen, niet alleen de dwarshelling, maar ook de langshelling. Waarschijnlijk worden dunne kleilagen doorgesleten waarna de erosie relatief snel gaat. Te zien is een verdieping van de kuil met circa 2 m per jaar. In de andere gebieden neemt de kuildiepte nauwelijks toe.
- De rand van de bodembescherming ziet er lokaal onregelmatig uit, hangende randbalken, deels ondermijnd geotextiel.

3. Ontwerpuitgangspunten

De ontwerpuitgangspunten voor de kering zijn tot stand gekomen op basis van een probabilistische beschouwing, waarbij de topgebeurtenis de geaccepteerde kans was dat delen van Zeeland onder water zouden lopen, als gevolg van falen van de kering of haar bediening. Daaruit afgeleid zijn partiële kansen bepaald voor de diverse constructieonderdelen. Voor de rand bodembescherming was het duidelijk dat het zodanig vastleggen van de bodem dat geen erosie van de onbeschermde bodem zou plaatsvinden niet tot realistische afmetingen van de bodembescherming zou leiden. De lengte van de verdediging vanuit de as van de kering is daarom beperkt tot praktische afmetingen. Instabiliteiten bij de rand mochten geen risico inhouden voor de kering. De bijbehorende conditie was derhalve dat de erosiekuilen zouden worden bestort als zich in de loop van de tijd kuil-geometrieën zouden ontwikkelen die een gevaar van afschuiving of zettingsvloeiing zouden inhouden en impliciet de gewenste faalkans zouden vergroten.

Uit een inventarisatie van dijkvallen in de Oosterschelde werd aanvankelijk (rond 1980) geconstateerd dat

- de maximaal toegestane kuildiepte 25 m was,
- de aanzethelling maximaal 1 : 5 gemeten over 5 m mocht zijn,
en de afstand van de erosiekuil tot de bodemverdediging minimaal 15 x kuildiepte zou bedragen.

De factor 15 x kuildiepte komt uit een analyse van dijkvallen, waar achteraf gezien waarschijnlijk voldoende berging was voor het wegvloeiende zand. Uit een overzicht van de vloeiingen bij de kering blijkt nu dat door het opvullen van de kuil de zettingsvloeiing minder ver naar achter terug schrijdt. De oorspronkelijke factor 15 is daarom wat aan de conservatieve kant. In het B&O plan wordt de maximale kuildiepte niet meer als criterium gehanteerd. In dit B&O plan wordt een beschouwing gegeven waaruit blijkt dat ook bij een zettingsvloeiing de helling niet de rand van de filtermat bereikt. Op basis van de verwachte kuildiepte (43 m in 2050 wordt geconstateerd dat bij een gemiddelde (bestorte) aanzethelling van 1:5 het diepste punt van de ontgrondingskuil zich op ca 200 m van de rand bodembescherming bevindt en daarmee op ca 800 m van de as kering, of 700 m van de rand van de filtermat. De helling van het diepste punt van de ontgrondingskuil tot aan de rand van de filtermat kering is daarmee 1 : 16 en is daarmee zelfs nog flauwer dan het conservatieve criterium van 1 : 15

Deze beschouwing gaat er wel vanuit dat in de 'eindsituatie' de bestorte aanzethelling een helling heeft van gemiddeld 1 : 5. We gaan er daarom van uit datbij het voorbereiden van het bestortingsplan te bezien of de gemiddelde helling van 1 : 5 wel gerealiseerd wordt.

Momenteel zijn de ontgrondingskuilen nog niet in evenwicht en moet om het risico voor zettingsvloeiing of afschuiven te beheersen, de aanzethelling worden beschermd volgens de in de B&O nota gestelde interventiecriteria.

Het bewaken van deze criteria en het proces van bijstorten met erosie beschermend materiaal was en is dus een ontwerpuitgangspunt.

Het gedurende meer dan 10 jaar niet uitvoeren van deze bestorting waar daar wel aanleiding toe was, is derhalve een niet bedoelde en niet geoorloofde afwijking van de ontwerpuitgangspunten met als gevolg dat op termijn de beoogde faalkans niet meer kan worden gegarandeerd.

Bij het ontwerpen van het bestortingsplan wordt aanbevolen dit op te stellen vanuit

- Geotechnische stabiliteit van de rand bodembescherming,
- Bedrijfseconomische overwegingen

4. Interventiecriteria randbodembescherming

In het "Beheer en Onderhoudsplan Natte Werken Oosterscheldekering" d.d. 25 mei 1998 wordt het interventiecriterium voor de randbodembescherming gedefinieerd voor twee aspecten: de kuildiepte en het talud van de aanzethelling.
Meer bepalend dan de kuildiepte voor het uitvoeren van onderhoud is de maximale aanzethelling van het onbestorte deel van de ontgrondingskuil.
Er moeten volgens de B&O nota onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd worden als de aanzethelling van een ontgrondingskuil steiler of gelijk is aan de in de tabel genoemde waarden over 4,5 m hoogte. De eisen aan de aanzethelling van de ontgrondingskuil zijn afhankelijk van de bodemgesteldheid (zie B&O nota tabel 15). De eisen variëren van:

- 1 : 5 (onverdicht en zettingsgevoelig zand);
- 1 : 4 (pleistoceen zand waar boven holoceen zand ligt;
- 1 : 3 (pleistoceen zand (zonder bovenlaag);
- 1 : 2 (klei met zand), tot 1:1 (voor klei).

Dit onderscheid is in de praktijk niet te hanteren!
Overigens hebben we hier gezien de zich ontwikkelende kuilen de volgende kanttekeningen bij de gehanteerde interventiecriteria:

a. teveel differentiatie in de aanzethelling voor de verschillende grondsoorten;
b. ook criteria opstellen voor de dwarshelling van de ontgrondingskuil, met name voor de oevers;
c. criteria opstellen voor het bestortingenplan volgens het waterbouwprincipe "simpel en robuust";
d. weghalen overhoogte losgepakt zand;
e. afstemmen inspectie op verwachte ontwikkelingen.

Ad a. differentiatie in aanzethelling

We doen een aanbeveling om voor het bewaken en bestorten van de ontgrondingskuil het volgende interventiecriterium te definiëren:
Als de kuildiepte zich meer dan 5 m verder heeft ontwikkeld, waardoor een onbestorte helling zich uitstrekt over meer dan 5 m diepte dan moet deze helling bestort worden, ongeacht de steilheid van de helling.
In de eindsituatie van de ontgrondingskuil wordt uitgegaan van een bestorte aanzethelling van 1 : 5. Dan is het ook logisch dat wanneer deze aanzethelling door doorgaande erosie over het dieptecriterium van circa 5 m onbeschermd komt te liggen, deze aanzethelling ook meteen bestort wordt ongeacht de steilheid van deze helling. Het dieptecriterium van 4,5 m in de B&O nota oogt als schijnnauwkeurigheid. Teveel verschillende criteria kan leiden tot: o.a. :

- "postzegelen" , niet aaneensluitende stortvakken;
- het mogelijk niet bestorten bij een kleilaag, terwijl juist bij doorbreken kleilaag de erosiesnelheid hoog is;
- het naderhand opvullen van de ruimte tussen 1 : 1,5 naar 1 : 5;
- etc.

Ad b Ook steile zijhellingen bestorten.
Bij het opstellen van de RaBo-criteria werd naar onze mening sterk uitgegaan van een tweedimensionale situatie, dus hellingen dwars op de kering. We constateren nu dat dwarshellingen net zo goed aanleiding kunnen geven tot instabiliteit, zowel van de bodembescherming als van de oever, en daardoor indirect ook weer van de kering, en dus ook bewaakt moeten worden. Voor de zijhellingen gelden overigens dezelfde criteria als voor het bestorten van de langshellingen. Opgemerkt wordt dat de partiële faalkans van de rand bodembescherming afgeleid is van het falen van de

kering zelf. Erosie nabij de oevers kan echter ook leiden tot afschuiving van de dijk ter plaatse en dus ook rechtstreeks leiden tot falen van de primaire hoogwaterkering aldaar. Deze kans is niet expliciet in het inspectieregiem meegenomen. Met name geldt dit de Noord Bevelandse oever en mogelijk ook Colijnsplaat.

Opmerking:
In de 2e nota Rabo (rond 1982) is veel aandacht voor de oever Noord-Beveland. Dit deel wordt echt gezien als een gevaar. Zeker ook in het geval van een weigerende schuif. Reden is dat de dijk dichtbij ligt en de hoogte van het grondmassief relatief ***groot*** *is. Er wordt aangegeven dat je qua veiligheid niet moet kijken naar 1 op 5 e.d. maar naar 1 op 7 of flauwer (dit is in lijn met de redenering, hoe hoger het massief (hoe dieper de kuil) hoe groter de kans op het mechanisme afschuiving). We vragen ons af wat met deze aanbeveling is/wordt gedaan.*

Ad c praktisch bestortingsplan
Zekerheid moet worden verkregen dat de bestorting van de aanzethelling goed aansluit op de bodembescherming, en dat de onderlinge stortvakken ook goed op elkaar aansluiten. Dit in het licht van de 'eindsituatie", die uitgaat van een bestorte aanzethelling van gemiddeld 1: 5. Met dit in het achterhoofd wordt aanbevolen een praktisch bestortingsplan te ontwerpen dat dit bewerkstelligt. Overlappen met de rand bodembescherming werken gunstig omdat dit ook eventueel ondermijnde geotextielen bestort, en ook de randbalken inpakt in steen waardoor de turbulentie en dientengevolge erosie minder wordt.

Ad d weghalen overhoogte van aanzanding bij de oevers en platen
Door aanzanding bij de oevers kunnen over grote hoogte platen met losgepakt zand ontstaan. Hierin kunnen zettingsvloeiingen optreden, die zich over een groot gebied uitstrekken en ook de bodembescherming of oever in gevaar brengen. Aanbevolen wordt de lokale situatie te beoordelen en te overwegen om de overhoogte weg te halen. Concreet bij N Beveland stellen wij voor om na het aanbrengen van de nodige bescherming in de diepere delen het bovenliggende zand dat daar recentelijk gedeponeerd is weg te halen (bijvoorbeeld door jetten of dustpannen), of althans de hellingen te verflauwen. Afschuiving in dit zand kan immers ook een dieper of naastgelegen formatie triggeren om te gaan vloeien.
Ad e inspectie en onderhoudsfrequentie

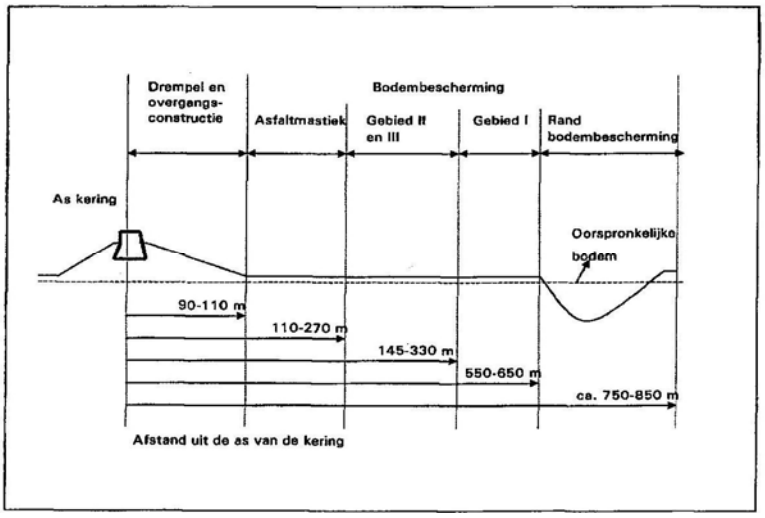
In de nota Beheer en Onderhoudsplan Natte Werken van 1998 wordt in een overzichtelijke tabel aangegeven waar en hoe vaak peilingen moeten worden uitgevoerd. Voor de rand bodembescherming en de aansluitende bodem is dat 2 maal per jaar. Dit wordt ook gesteld voor de delen dichter bij de kering. Wij vragen ons af of dat nuttig is. De situatie is hier duidelijk stabiel en het voortdurend peilen van deze delen kan de aandacht af leiden van die delen die echt gevolgd moeten worden (de gebieden I en II van de bodembescherming, en de rand van de bodembescherming) *Uiteraard moet hier wel in geval van extremiteiten (weigerende schuif) gepeild worden.* Aanbevolen wordt de inspectiefrequentie en interpretatie daarvan goed op elkaar af te stemmen en adequate herstelacties in geval van instabiliteiten. Duidelijk moet zijn wat met elke loding/inspectie moet gebeuren.
In de B&O nota staat ook een tabel voor onderhoudswerk. Daar wordt gesteld dat na een aanvankelijke frequentie van 2 maal per jaar de rand na het jaar 2000 nog maar eens in de10 jaar gecontroleerd hoeft te worden. Wellicht heeft deze opmerking bijgedragen tot het achterwege laten van onderhoud de afgelopen 10 jaar. Op zijn minst is de opmerking misleidend. Het onderhoud moet naar onze mening toestandsafhankelijk worden uitgevoerd, gestuurd door de 2-jaarlijkse peilingen.

5. Herstelacties

Het gebied I van de bodembescherming (zie onderstaande figuur) grenst aan de rand en is op plaatsen ondermijnd door afschuivingen naast en onder de rand. Het in stand houden van de rand bodembescherming is zoals gesteld een ontwerpconditie. Op wat grotere afstand van de rand richting kering geldt hetzelfde als voor de gebieden II en III. Bij de rand adviseren wij om niet meer te vertrouwen op de aanwezigheid van de blokkenmat en daarom de bestortingen van de ontgrondingskuilen als die worden uitgevoerd door te trekken vanuit de kuilhelling tot over de mat. Door het gewicht van de bestorting (1 ton/m2) zal de mat op de onderliggende bodem worden gedrukt en ook als dat niet geheel zo is dan is de situatie lokaal in ieder geval voldoende afgedekt.

Het uitgangspunt voor het herstelwerk dient te zijn:

- In stand houden rand bodembescherming;
- Bewaken dwarshellingen oevers;
- Bij de ingrepen het oog richten op de gewenste eindsituatie.



Wat dat laatste punt betreft, zijn we van mening dat een spoedbestorting van de helling niet moet ophouden aan de huidige voet van de helling. Doorgaande erosie kan de bestorting ondermijnen met alsnog een instabiliteit van de hele helling tot gevolg. Weliswaar is het startmoment voor de bestorting het ontstaan van een helling over grotere hoogte van 1 : 5, maar het kan bijvoorbeeld door het doorbreken van cohesieve lagen plotseling snel gaan. Beter is de bestorting door te trekken over de bodem van de kuil. Doorgaande erosie kan zich dan wel weer ontwikkelen op een soortgelijke wijze, maar op grotere afstand. Overigens gaat de doorgaande erosie met toenemende diepte van de ontgrondingskuil op logaritmische wijze steeds trager. Het horizontaal vastleggen is dus ook een investering naar de toekomst. Men kan steeds langer wachten om weer in actie te komen.

Het aanbrengen van de bestorting zou ook een risico kunnen inhouden van vloeiing. Bij het maken van het bestortingsplan moet hiermee rekening worden gehouden, bijvoorbeeld door de dosering en/of de opbouw van de laag.

De nu ontstane achterstandsituatie in het onderhoud kan het best hersteld worden met spoedreparaties in de vorm van bestorting. Wij hebben begrepen dat bestorting met staalslakken al wordt uitgevoerd. De rest staat gepland voor 2013. Gezien de nog resterende stortvelden is het zeer de vraag of daar een specifieke aanbestedings- en contracteringsvorm voor moet worden gevonden. Wij menen dat dat evenzo in het kader van een spoedoperatie kan worden uitgevoerd in het belang van de snelheid van handelen.
De bestorting op de blokkenmatten is minimaal (2x diam steen), dit is theoretisch voldoende voor een goed filter, maar alleen verantwoord als het aanbrengen volkomen beheerst kan plaatsvinden. Niet duidelijk is of de bestorting overal nog aanwezig is. Op de peilingen zijn soms individuele blokken te zien, hetgeen wijst op niet aanwezige bestortingen.
De noodbestortingen die nu worden uitgevoerd, veelal op hellingen van 1 : 5 en steiler, is 1 ton/m2. Dit is een laagdikte van ca. 60 cm en bij toepassing van staalslakken in een ongestoorde omgeving met alleen overtrekkende stroom, dus niet rond obstakels, voldoende robuust. Op het grensvlak van zand en steen zal misschien enig transport optreden, maar dit leidt tot wat bijzakken en niet tot verstoring van het filter.

Bestortingsplan

Het bestortingsplan moet naar onze mening simpel en robuust zijn. Bestortingsvormen waarbij de actuele ontgrondingskuilen zeer in detail worden gevolgd (m.a.w. postzegelbestortingen) passen hier niet in. Uitgaande van deze benadering is het hele gebied samen met de projectgroep nogmaals doorlopen, hetgeen heeft geleid tot het bestortingsplan.
Onder regie van het BodemBeschermings Team (BBT) zijn bestortingen voorgesteld om onveilige situaties te herstellen en verdere schade aan de bodembescherming te voorkomen. Het BBT heeft hierbij de volgende classificatie gebruikt:

e) Prioriteit "Acuut": Dit houdt in onmiddellijk consolideren (bestorten) vanwege een dreigende calamiteit (veiligheidsrisico of risico op zeer grote en wellicht progressieve schade);
f) Prioriteit 1: Er moeten zo snel mogelijk maatregelen worden genomen. Stabiliteitscriteria zijn overschreden. De kans op het optreden van een nieuwe

afschuiving of zettingsvloeiing met schade aan de bodembescherming is groot;
g) Prioriteit 2: Bestorting is noodzakelijk. De ontwikkeling is echter zodanig dat uitvoering van maatregelen, uiterlijk in 2013 toelaatbaar wordt geacht. Voorlopig goed blijven monitoren;
h) Prioriteit 3: De situatie is stabiel. Voorlopig geen maatregelen nodig. Wel blijven monitoren en ingrijpen als dat noodzakelijk wordt.

Op basis hiervan heeft het BBT 11 stortvakken geïdentificeerd, waarvan twee acuut. Deze vakken (1 en 2) betreffen de beschadigde blokkenmat en een groot deel van de zijhelling van de ontgrondingskuil bij de Noord-Bevelandse oever. Deze 1e tranche is in mei 2012 uitgevoerd. De oppervlakte van de 1e tranche bedraagt ruim 80.000 m^2.

De overige vakken zouden zo snel mogelijk aansluitend worden uitgevoerd, maar door de lange looptijd van procedures rond vergunning en aanbesteding dreigde de uitvoering van de overige vakken naar 2013 door te schuiven. Het projectteam BOOS heeft op basis van de lodingen van september een deel van de 9 resterende vakken (4, 5, 6, 9 en 10) alsnog als 'Acuut' aangemerkt met de bedoeling deze 2e tranche nog in 2012 te laten uitvoeren. Deze werkzaamheden zijn inmiddels gestart. Hierbij zijn drie wijzigingen ten opzichte van de oorspronkelijke stortplannen aangebracht:

- Het stortvak 10 in Hammen-Oost is uitgebreid naar aanleiding van een zettingsvloeiing die tussen de meting van 30 juli en 17 oktober 2012 is opgetreden;
- De aansluiting tussen de stortvakken 9 en 10 in Hammen-Oost is op advies van het projectteam BOOS tussen de raaien 440-640 met een strook van 200x50 meter (10.000 m^2) uitgebreid;
- De eerder uitgevoerde bestorting van de Noord-Bevelandse oever wordt op advies van het projectteam BOOS iets (100x100 meter) verder doorgezet tot het diepste punt van de geul (10.000 m^2).

De totale bestorte oppervlak in de 2e tranche wordt hiermee ruim 120.000 m^2.

De resterende vakken (7, 8 en 11) worden in het voorjaar van 2013 uitgevoerd in een 3e tranche. Deze tranche kan qua uitvoering gelijk oplopen met de 4e tranche, die door het projectteam BOOS als inhaalslag is aangemerkt om overal de schade te herstellen en het achterstallige onderhoud weg te nemen. Deze 3e en 4e tranche hebben samen een omvang van circa 160.000 m^2 (31.505 m^2 respectievelijk 127.500 m^2).

Eind 2013 is dan ruim 350.000 m^2 bestort bij wijze van reparatie en achterstallig onderhoud. Vervolgens kan dan het reguliere beheer weer worden opgepakt met een naar verwachting veel lagere intensiteit van bestortingen.

Prognose omvang bestortingen tot 2050 (opgesteld door team Jorissen)
Op basis van de prognose van de ontgrondingen tot 2050 is per sluitgat en per ontgrondingskuil door de projectgroep een prognose opgesteld voor het nog te bestorten oppervlak. Voor de bestorting van de aanzethelling leidt dit tot een totaal te bestorten oppervlak in de periode 2014-2050 van 350.000 tot 900.000 m^2 afhankelijk van het ontgrondingenscenario (best estimate – bovengrens). Voor de zijhellingen zijn deze getallen lager: 150.000 tot 350.000 m^2. Bovendien is het voor de zijhellingen bij de platen zeker een goedkopere optie om de zijhellingen af te vlakken door te baggeren (jetten/dustpan).

De ramingen zijn gebaseerd op verschillende aannamen, die elk een relatief grote onzekerheid kennen. Voor een deel is dit ondervangen door te werken met een bandbreedte, afgeleid van de onzekerheid in de verwachte kuilgroei. Deze aannamen zullen in 2013 geëvalueerd worden aan de hand van de gegevens uit de monitoring en met de resultaten van het onderzoek.

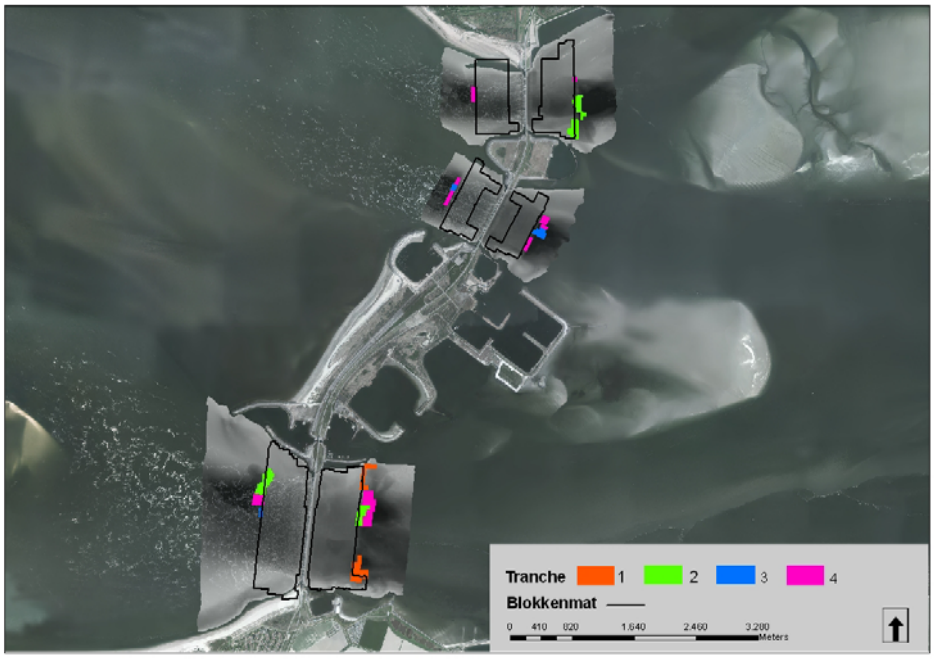
Een en ander is samengevat in onderstaande tabel

Overzicht reparatiebestortingen 2012-2013 (m^2)									
	Tranche 1		Tranche 2		Tranche 3		Tranche 4		
Sluitgat	Locatie	Hoeveelheid	Locatie	Hoeveelheid	Locatie	Hoeveelheid	Locatie (raai)	Hoeveelheid	Totaal
Hammen Oost			Vak 9	31000			940-990	2500	37700
			Vak 10	4200					
Hammen West							680-880	15000	15000
Schaar Oost					Vak 7	18005	400-600	10000	
							780-830	5000	43005
							840-940	10000	
Schaar West					Vak 8	6300	450-650	10000	21300
							750-850	5000	
Roompot Oost	Vak 1	51300	Vak 4	18000			uitbreiding Vakken 4/5	30000	168600
	Vak 2	32100	Vak 5	7200			1900-2000	10000	
Roompot West			Uitbreiding vak 1	20000	Vak 11	7200	1600-1800	30000	80200
			Vak 6	43000					
Totaal		83400		123400		31505		127500	365805

**de tranches zijn weergegeven in onderstaande figuur/foto*

In de reeks van stortvakken is sprake geweest van een vak 3. Dit vak ligt aan de Noord-Bevelandse oever voorbij de verlengde bodembescherming. In overleg met het waterschap adviseert het projectteam BOOS dit vak vooralsnog niet te bestorten en de ontwikkeling te monitoren. Bijdoorgaande verdieping (onderin) en aanzanding (bovenin) kunnen maatregelen worden getroffen (bestorten en/of zand verwijderen).

Wij merken hierbij op dat gegeven de ontstane situatie de stabiliteit niet meer voldoet aan de gewenste faalkans van de hoogwaterkering, ondanks het feit dat zich geen verdere erosie van de helling voordoet.



Herstelplan bestortingen.

Wij zijn van mening dat bovengenoemd bestortingsplan voldoet aan het criterium simpel en robuust, mits het in 2012 en 2013 wordt uitgevoerd. De randbodembescherming en aansluitende dijkvakken voldoen dan weer aan de gestelde onderhoudscriteria (mits er geen nieuwe ontwikkelingen zijn).
Alle oksels nabij de oevers vallen onder het normale regiem, waarbij dan veelal de dwarshellingen maatgevend zijn. De door het BBT voorgestelde oksellengte van 400 m (circa 2 x h_{max} met een taludhelling van 1 : 5) lijkt goed om als afstand te hanteren voor de te bewaken oever in relatie tot de bodembescherming.
Bij Noord-Beveland stellen wij voor om na het aanbrengen van de nodige bescherming in de diepere delen het bovenliggende zand dat daar recentelijk gedeponeerd is weg te halen, of althans de hellingen te verflauwen. Afschuiving in dit zand kan immers ook een dieper of naastgelegen formatie triggeren om te gaan vloeien. In de 2e tranche is volgens het bestortingsplan het diepste punt van de kuil inmiddels bestort.

6. Organisatie
Geconstateerd is dat in de afgelopen periode niet adequaat is gereageerd op het resultaat van de lodingen en onvoldoende de ontwerpkennis van de Oosterscheldekering is betrokken . Met het instellen van de" projectgroep Jorissen" en het hieruit ontstane herstelplan is er geen onherstelbare schade aan de kering ontstaan. Voor de rand bodembescherming is een dergelijke situatie niet meteen desastreus , maar het niet adequaat reageren op erosiekuilen in de bodembescherming kan wel desastreuse gevolgen hebben. Om de situatie van de "projectgroep Jorissen" structureel te maken geven we in overweging een "Maintenance Board" in te stellen, waarin o.a. inhoudelijke ontwerpdeskundigen zitting hebben. De Beheersdienst rapporteert jaarlijks aan deze "Maintenance Board", over de ontwikkelingen in het afgelopen jaar, de conclusies die ze uit de ontwikkelingen trekken, en het geplande onderhoud. Deze werkwijze zorgt ervoor dat een analyse gemaakt wordt van de

ontwikkelingen (je moet het aan een derde uitleggenen' vreemde ogen dwingen') en heeft tevens het voordeel dat door de interactie de historische ontwerpervaring overgedragen wordt aan de mensen die met het actuele beheer bezig zijn. De beheersdienst behoudt haar eigen verantwoordelijkheid, maar is wel verplicht uit te leggen wat er met de adviezen wordt gedaan.
Ervaringen bij o.a. het Maasvlakte 2 project leren, dat een dergelijke Maintenance Board wel de mogelijkheid moet hebben te kunnen escaleren naar het hoogste niveau. In de praktijk is daar echter nog niet van deze escalatiemogelijkheid gebruik gemaakt.

7. Samenvatting conclusies

1. Het onderhoudsschema voor de Oosterscheldekering zoals vastgelegd in het Beheer en Onderhoudsplan Natte Werken (1998)is vanaf ca 2000 niet gevolgd, wat op termijn zou kunnen hebben geleid tot het falen van de kering en/of de oevers (m.n. Noord-Beveland).

2. De historische en actuele bodemsituatie worden op een voortreffelijke manier inzichtelijk gemaakt en vormen daardoor een uitstekende basis voor het onderhoud aan de bodembescherming en aangrenzende dijkvakken.

3. De hydraulische rekenmodellen zijn o.i. niet geschikt om in absolute zin de morfologie en ontgrondingen zeer nauwkeurig te voorspellen, maar wel geschikt om het effect van bepaalde ingrepen te beoordelen.

4. Bij de aanbevelingen van Deltares moet o.i. onderscheid worden gemaakt tussen wetenschappelijke informatie, en praktische ontwerpkennis. Waterbouwkundige constructies moeten simpel en robuust zijn.

5. De ontwerpuitgangspunten voor de bodembescherming zijn nog steeds actueel, ook met de huidige kennis, en daarmee ook de interventiecriteria. Het bewaken van deze criteria en het proces van bijstorten met erosiebeschermend materiaal was en is een ontwerpuitgangspunt.

6. In de interventiecriteria zit teveel differentiatie voor de verschillende grondsoorten, wat kan leiden tot kleine niet aansluitende stortvakken, en het te laat uitvoeren van het onderhoud (bijvoorbeeld bij kleilagen).

7. Bij de oevers en damvakken kunnen ook geotechnische instabiliteiten ontstaan die niet alleen een gevaar kunnen vormen voor de stabiliteit van de oevers, maar ook instabiliteit van de rand bodembescherming kunnen inleiden. Voor de zijhellingen moeten daarom ook interventiecriteria opgesteld worden, en wanneer nodig onderhouden . Speciaal aandacht wordt hierbij gevraagd voor de stabiliteit van de Noord-Bevelandse oever.

8. Het herstelplan/bestortingsplan zoals opgesteld door het BodemBeschermings-Team, mits uitgevoerd volgens het tijdschema in 2012 en 2013 is voldoende om de bodembescherming weer te laten voldoen aan de ontwerpuitgangspunten.

8. Aanbevelingen

1. Maak een koppeling tussen de lodingen van RWS en de Waterschappen en integreer dit tot een systeem, zodat de actuele en historische situatie van de bodem integraal beoordeeld kan worden. Ga na of het mogelijk en zinvol is ook de helling (1^e afgeleide) te presenteren in langs- en dwarsprofielen.

2. Voor het bewaken en bestorten van de ontgrondingskuil wordt aanbevolen om alle interventiecriteria afhankelijk van grondsoort en helling te vervangen door het volgende interventiecriterium voor de stabiliteit van de bodembescherming.

   Als de kuildiepte zich meer dan 5 meter verder heeft ontwikkeld, waardoor er een onbestort deel van de aanzethelling zich uitstrekt over meer dan 5 meter diepte, dan moet deze helling (langs- en dwarshelling) bestort worden bij hellingen steiler dan 1 : 5. Daar waar de totale diepte de 40 meter overschrijdt dient het mechanisme "glijvlak" te worden beschouwd, en geanalyseerd of in dat geval de "gemiddelde" 1 : 5 nog wel voldoet. Bedacht moet worden dat met name bij de oevers een hoogte van 40 meter relatief snel wordt bereikt.

3. Naast dit stabiliteitscriterium wordt aanbevolen ook te bezien of uit bedrijfseconomische overwegingen het zinvol is om in geval van onderhoud het stortveld uit te breiden, waardoor:
   - het volgende onderhoud later in de tijd kan plaatsvinden;
   - de helling van de ontgrondingskuil mogelijk wat flauwer wordt;
   - de uiteindelijke kuildiepte mogelijk wat minder wordt.

4. Aanbevolen wordt om naast de langshellingen ook de dwarshellingen te monitoren, en hiervoor interventiecriteria te ontwikkelen, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen stabiliteit van de oever en (indirect) de stabiliteit van de bodembescherming. Dit is op dit moment vooral belangrijk voor de oever van Noord-Beveland. Instabiele zijhellingen kunnen ook (economische) schade veroorzaken aan de havendammen van Noordland. Aanbevolen wordt om op korte termijn de situatie bij Colijnsplaat te bezien, gezien de lokale helling van 1 op 4 (gemeten met een grote raai-afstand)

5. Aanbevolen wordt te overwegen om de door aanzanding ontstane overhoogte bij de randen van de sluitgaten weg te halen, of de hellingen te verflauwen, omdat de hier mogelijk ontstane geotechnische instabiliteiten ook instabiliteit van de oever en/of bodembescherming kan initiëren.

6. Aanbevolen wordt om bij het maken van het bestortingsplan altijd rekening te houden met de gewenste helling in de eindsituatie (gemiddeld 1 : 5), met voldoende overlap tussen de bestortingsvelden en/of de rand van de bodembescherming en met een betrouwbare beëindiging aan de onderzijde danwel het doortrekken over het diepste deel van de kuil.

7. Het aanbrengen van de bestorting kan op zich aanleiding geven tot zettingsvloeiing, afhankelijk van de manier waarop dat wordt uitgevoerd. Bij de opbouw van de bestortingslaag moet daarmee rekening gehouden worden.

8. Aanbevolen wordt de inspectiefrequentie en interpretatie daarvan goed op elkaar af te stemmen en adequate herstelacties in geval van instabiliteiten. Duidelijk moet zijn wat met elke loding/inspectie moet gebeuren. Tevens dient de bewaking op basis van opgetreden hydraulische randvoorwaarden

(inclusief afwijkende schuifstanden) te worden gecontinueerd dan wel geprogrammeerd.

9. Aanbevolen wordt een Maintenance Board in te stellen waarin o.a. inhoudelijke (senior)ontwerpdeskundigen zitting hebben. De Beheersdienst vraagt advies aan deze Maintenance Board over het jaarlijkse onderhoudsplan, gebaseerd op de ontwikkelingen van het afgelopen jaar en de conclusies die daarruit zijn getrokken. De Beheerdienst is verplicht aan te geven wat er met het advies gedaan wordt. De Maintenance Board moet voldoende gezag hebben en de mogelijkheid tot escaleren.

10. Aanbevolen wordt om het Beheer en Onderhoudsplan voor de bodembescherming te actualiseren, en daarin o.a. aan te geven wat er wel en niet met de aanbevelingen van Deltares gedaan wordt.

BIJLAGE 1 bij advies ontwerpdeskundigen (bijlage 2)
Uit 1206907-005-GEO-0002-r-Onderzoek stabiliteit bodembescherming Stormvloed Kering Oosterschelde- integratie deelonderzoeken
Tabel met waarnemingen:

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Hammen Oost	?	2010 - 2012	De maximale waterdiepte bedroeg NAP-55m en de ontgrondingsdiepte is 30m (gemeten vanaf de RABO), maar de huidige diepte is lager, omdat de instabiliteit van 2010 nog niet geheel is weggeërodeerd. De ontgronding neemt met ongeveer 0,75m/jaar toe sinds 1985.	
Hammen Oost	Stroomgat Zuid	2012	De ontgrondingskuil is het diepst in het zuidelijke deel, maar schuift sinds 2005 met ca. 15m/jaar op richting de as van de geul. Omdat de snelheden hier het grootst zijn zal de ontgrondingsdiepte hier verder toenemen.	
Hammen Oost	Zuid		Er hebben zich 4 instabiliteiten voorgedaan aan de zuidkant van Hammen-Oost. Deze instabiliteiten hebben een cyclustijd van 8 à 9 jaar en de hoeveelheid gemobiliseerd sediment neemt steeds toe.	Door aanzandingen hogerop
Hammen Oost	Stroomgat	2012	De maximale aanzethelling van RABO tot diepste punt in de kuil varieert sinds 1995 constant tussen 1:3 en 1:5. De maximale aanzethelling over 5m hoogte varieert tussen 1:1 en 1:2.	Te steil

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Hammen Oost	Zuid	2010	De zuidelijke zijhelling over 5m hoogte beweegt zich tussen 1:1 en 1:2 en heeft een sterke relatie met de optredende instabiliteiten. Sinds 2008 was de zuidelijke helling even **40m** hoog (1:7.5), totdat in 2010 een zettingsvloeiing optrad.	Er is blijkbaar een verband tussen helling, hoogte "losgepakt" en kans op vloeiing. Pleit voor maatregel "verwijderen los gepakt zand". Denk om risico "triggeren" van de instabiliteit door onzorgvuldig baggeren
Hammen West	Stroomgat	2012	De maximale waterdiepte bedraagt in 2012 NAP-46m en de ontgrondingsdiepte is 20m (gemeten vanaf de RABO). De ontgronding neemt ongeveer 0,35m/jaar toe. In bepaalde raaien zijn er aanwijzingen dat de kleilaag lokaal is doorgebroken. Wellicht leidt dit later tot een verdere toename van de ontgronding.	
Hammen West	Stroomgat	2012	De maximale aanzethelling van RABO tot diepste punt in de kuil is al sinds 1995 stabiel op 1:5. De maximale helling over 5m was 1:2 en wordt langzaam iets flauwer.	
Hammen West	Noord en Zuid	2012	De zuidelijke zijhelling is al jaren stabiel, maar sinds 2005 is de helling over 20m iets aan het versteilen tot ongeveer 1:6. De maximale noordelijke helling versteilt langzaam en wordt steeds hoger.	Aanzanding afvlakken
Hammen West		2012	Er hebben zich geen geotechnische instabiliteiten voorgedaan en op dit moment zijn er geen indicaties, dat de ontgrondingsontwikkeling dit risico vergroot.	Bedacht zijn op zettingsvloeiing en afschuiving vanuit de zij

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Schaar Oost	Stroomgat	2012	De maximale waterdiepte bedraagt in 2012 NAP-53m en de ontgrondingsdiepte is 33m (gemeten vanaf de RABO). De ontgrondings-diepte ontwikkelt zich sinds de bouw met ongeveer 0,8m/jaar, maar heeft zich recentelijk wat versneld nu een kleilaag is doorgebro-ken. Het diepste punt be-vindt zich nu nog noordelijk van het hart van de geul, maar zal zich komende jaren naar het midden be-geven, aangezien daar de stroomsnelheden het grootst zijn.	
Schaar Oost	Stroomgat	2012	De maximale aanzethelling over 5m hoogte bedraagt 1:1 en de maximale helling van RABO tot diepste punt in de ontgrondingskuil is vrij constant 1:5.	Vooral de zijhel-lingen van de kuil zijn steil. Vermoe-delijk gaat het hier om een kleilaag
Schaar Oost	Noord en Zuid	2012	De zuidelijke zijhelling is maximaal 1:2.5 over 5m hoogte, 1:4 over 10m; 1:8 over 20m en al vele jaren stabiel. De steilste noorde-lijke zijhellingen zijn tijdens het erosieproces soms steil-ler, wanneer een kleilaag wordt geërodeerd (1:1.3 over 5m). De noordelijke zijhelling is tot wel 40m hoog (1:6.6).	Gevaar voor vloei-ingen en afschui-ving. Zie ook Hammen-Oost-Zuid
Schaar Oost	Stroomgat	2012	Bij Schaar-Oost zijn geen problemen met de RABO geconstateerd.	Zie hierboven

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Schaar West	Stroomgat		De maximale waterdiepte bedraagt in 2012 NAP-44m en de ontgrondingsdiepte is 23m (gemeten vanaf de RABO). De ontgrondingsdiepte ontwikkelt zich sinds de bouw met ongeveer 0,4m/jaar, maar heeft zich recentelijk wat versneld nu een kleilaag is doorgebroken. Het diepste punt bevindt zich nu nog noordelijke van het hart van de geul, maar zal zich komende jaren naar het midden begeven, aangezien daar de stroomsnelheden het grootst zijn.	
Schaar West	Stroomgat		De aanzethellingen over 5m hoogte zijn al jaren rond de 1:2; de helling tussen RABO en diepste punt wordt langzaam steiler en is sinds 2011 steiler dan 1:5.	
Schaar West	Noord en Zuid		De zuidelijke zijhellingen over 5m hoogte zijn maximaal 1:4; over grotere hoogte (≥10m) altijd flauwer dan 1:5. De noordelijke zijhellingen zijn wat steiler: rond 1:3 over 10m hoogte.	Bestorting gewenst opdat gemiddeld 1 : 5
Schaar West	Stroomgat		Bij Schaar-West zijn geen problemen met de RABO geconstateerd.	
Roompot Oost	Stroomgat	2012	De maximale waterdiepte bedraagt in 2012 NAP-59m en treedt op in zowel de zuidelijke als de noordelijke ontgrondingskuil. De ontgrondingsdiepte is wel veel groter in de noordelijke kuil (34m, gemeten vanaf de RABO). Ook hier geldt dat de ontgrondingsdiepte in deze fase sinds 1996 geleidelijk toeneemt met ca. 1m per jaar. De uitbreiding is hier ook vooral in zijdelingse richting, totdat de kleilaag wordt doorgebroken.	

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Roompot Oost	Stroomgat	2012	De locatie van de grootste ontgronding hangt wederom samen met het ongunstige stroombeeld in de Roompot. De drempelhoogte in het noordelijke deel komt niet goed overeen met de waterdiepte op de achterliggende bodembescherming, waardoor er door dit noordelijke deel van de kering teveel debiet stroomt, wat tot hoge stroomsnelheden ter plaatse van de RABO leidt.	Het stroombeeld is zoals het is en wordt vrijwel volledig bepaald door de geometrie van de kering. Met de nu voorgestelde bewaking en herstelafspraken kan de erosie goed worden beheerst.
Roompot Oost	Stroomgat	2003 - 2012	De maximale aanzethellingen zijn over 5m al jaren tussen 1:1 en 1:1.5. Deze hellingen zijn niet altijd bestort. De maximale aanzethelling van RABO tot diepste punt in de kuil is rond 2003 steiler dan 1:3 geweest, totdat instabiliteiten optraden. De laatste jaren is deze helling tussen 1:4 en 1:5.	Is hier een zettingsvloeiiing geweest tot onder de RABO?
Roompot Oost	Stroomgat		De RABO is op diverse plaatsen ondermijnd en verzakt tijdens geotechnische instabiliteiten. De grootste zakking is zichtbaar tussen dwarsraaien 1490 en 1620 (maximaal ca. 10m zakking) en tussen dwarsraaien 1970 en 2200 (maximaal ca. 7m zakking).	Datering instabiliteiten, van welke vorm?

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Roompot Oost	Noord en Zuid	2002 - 2012	In Roompot-Oost zijn zowel de noordelijke als zuidelijke zijhelling hoog en steil. De zuidelijke zijhelling stond het steilst over 5m, maar ook over 20m staat het vrijwel constant 1:2.5. In dit gebied hebben zich sinds 2002 dan ook 5 geotechnische instabiliteiten voorgedaan. Aan de noordelijke zijhelling is het niet anders: hellingen steiler dan 1:1 over 5m hoogte. Hier zijn ook 5 instabiliteiten geconstateerd. Deze zijhelling heeft ook een grote hoogte en in 2003 (voor de serie geotechnische instabiliteiten) stond de noordelijke zijhelling over 40m steiler dan 1:5.	Risico voor Noord-Beveland en kans op schade aan havendammen aan de noordzijde (Noordland)
Roompot West	Stroomgat	2012	De maximale ontgrondingskuildiepte bedraagt in 2012 NAP-60m. De uitbreiding van de ontgrondingskuil is vooral in zijdelingse richting.	
Roompot West	Stroomgat	2012	De maximale aanzethellingen (haaks op de as van de kering) hebben jarenlang over 5m hoogte 1:1 gestaan. In 2012 is dat 1:1.6. De gemiddelde aanzethelling (van RABO tot diepste punt in de ontgrondingskuil) beweegt zich tussen 1:3 en 1:4.	Bestorting gewenst
Roompot West	Noord	2006 - 2008	Er hebben zich vlak na elkaar 2 geotechnische instabiliteiten voorgedaan (2006-2007 en 2007-2008) aan de noordelijke zijhelling. De eerste instabiliteit heeft de ontgrondingskuil met ongeveer 10m opgevuld. Dit sediment was binnen 2 jaar weer weggeërodeerd.	

Locatie	Detail	Jaartal	Waarnemingen	Opmerkingen (jvo, jko,hne)
Roompot West	Noord	2012	De noordelijke zijhellingen zijn het steilst met hellingen over 5m hoogte tegen 1:1 tussen 1998 en 2000 en rond de 1:2 – 1:2.5 sindsdien. Over 20m hoogte kwamen voor de geotechnische instabiliteiten hellingen steiler dan 1:5 voor.	Bestorting gewenst
Roompot West	Zuid	2012	De zuidelijke zijhellingen zijn flauwer met waarden rond 1:2.5 (over 5m) en 1:5 over 10m.	Nog steeds erg steil
Roompot West	Noord	2006 - 2012	Van dwarsraai 1820-2080 (dus over 260m) is de RABO aanzienlijk verzakt tijdens bovengenoemde instabiliteiten tot wel **13m** (in verticale richting).	Veroorzaakt door de bressende instabiliteit, direct of indirect?
Roompot West	Noord		Alleen de aanzethellingen in het noordelijke deel zijn bestort, wat tot scherpe overgangen in de steilheid van de helling leidt (bijv. tussen dwarsraaien 1560 en 1570). Vanaf deze dwarsraaien is de RABO mogelijk ook tot maximaal 2m verzakt (tussen dwarsraaien 1250-1580). Precies op deze overgang is ook een stevige toename van de ontgrondingsdiepte zichtbaar, nu de kleilaag lijkt doorgebroken in deze middensectie.	Te steile bestortingen in principe uitvlakken. Macro streven naar een aanzethelling van 1 op 5

Bijlage 3: Tijdlijn

In deze bijlage wordt een beeld geschetst van diverse gebeurtenissen en beslissingen rond de organisatie en het beheer van de Oosterscheldekering, voornamelijk gebaseerd op documenten. Met als doel inzicht te krijgen hoe er ten aanzien van de (rand) bodembescherming en ontwikkeling van de ontgrondingskuilen is gehandeld. De beschrijving start op het moment van overdracht van de Oosterscheldekering van de projectorganisatie naar RWS Zeeland (1-1-1987) en loopt door tot 2012. Er wordt afgesloten met een korte analyse.

1-1-1987: overdracht van OSK van projectorganisatie aan RWS Zeeland.

In nota AX 86.148 ("beheer en onderhoud stormvloedkering Oosterschelde") is de organisatie en de beheerfilosofie toegelicht. Enkele opmerkelijke zaken uit deze nota:

- HID Zeeland is (eind)verantwoordelijke voor de kering. NB. Dit is tot op heden het geval.
- Dienstkring Deltakust is operationeel verantwoordelijke.
- Betrokken personeel op Oosterscheldekering: 60 fte, loonsom 4,5 miljoen gulden.
- Kosten uitbestede taken: 18 miljoen gulden.
- Ook toen al gold: markt tenzij. De tenzij ligt vooral in het feit dat de Oosterscheldekering een technisch complex en vitaal waterstaatsobject is. Daartoe eigen mensen inzetten.
- Voor bestortingen (rand) bodembescherming en drempel wordt uitgegaan van circa 5 onderhoudsbestortingen en reparaties per jaar met 100.000 ton fosforslakken en 25.000 ton breuksteen.
- (Rand) bodembescherming. Meetdienst voert onderwaterinspecties uit; de afdeling morfologie van DZL interpreteert de resultaten en adviseert de dienstkring en de AX-afdelingen. Dienstkring voert onderhoudswerken uit / laat deze uitvoeren
- Op directieniveau worden de bouwdienst(en) en specialistische diensten betrokken. Er is niet expliciet sprake van een samenwerking op werkvloerniveau tussen genoemde diensten.

Beheerorganisatie

Vanaf 1986 werd het beheer en onderhoud van de natte werken van de Oosterscheldekering begeleid door de Begeleidingsgroep Natte Werken, grondmechanica en beton (BNW). BNW was samengesteld uit leden van de dienstkring Deltakust, de afdeling AXB (beheer nat) van RWS Zeeland en RWS Bouwdienst. Door BNW werden op grond van inspectieresultaten besluiten genomen over het beheer van de natte werken.
Een soortgelijke begeleidingsgroep bestond voor werktuigbouwkunde, staal en electro (BSE). Omdat veelal dezelfde personen in beide groepen zaten en het aantal onderwerpen terugliep is eind jaren '90 besloten BNW en BSE samen te laten gaan. Begin 2001 is de groep BNW/BSE overgegaan in de Adviesgroep Beheer en Onderhoud Oosterscheldekering (ABO). De ABO bestond naast de reguliere beheerorganisatie van de dienstkring. Met als leden "oud" bouwers, een vertegenwoordiger vanuit centraal Dienst Zeeland, het districtshoofd en specialisten van district. In de periode 2000 tot 2004 verdween steeds meer "kennis" uit deze groep en is de ABO geruisloos opgeheven.

December 1988:Handleiding Reparatie Methoden Natte Werken Oosterscheldekering,

In nota 230BNW-N-89011, is door RWS Zeeland (H.A. Ruijter) vastgelegd hoe monitoring, inspectie en onderhoud uit te voeren aan de Oosterscheldekering. De nota

bevat een hoofdstuk "Bodembescherming, rand" met de volgende opmerkelijke zaken:

- Bewakingsinspecties door peilingen, uit te voeren tot 200 m uit de rand bodembescherming. NB. Dit is voor het eerst dat iets over de monitoring van de bodembescherming gezegd wordt.
- De toetscriteria van de ontgrondingskuil zijn gelijk aan die uit de ontwerp- en bouwfase ("2e RABO nota 1982" en "Ontwerpnota bodembescherming 1986"), met uitzondering van het hoogtecriterium. Dit is aangescherpt van h = 5 m tot h = 4,5m: "de aanzethelling dient te worden bestort indien de steilste helling van de kuil over ca. 4,5 m hoogte of meer de volgende waarde bedraagt…"
- In deze nota is ook sprake van werken met meerdere bestortingsvelden, zoals in de ontwerpnota's. In de context dat "in zettingsvloeiingsgevoelig zand en vastgepakt zand cq. samenhangende grond maximaal respectievelijk ca. 4 en 3 opeenvolgende bestortingsvelden benodigd zijn. "

<u>Februari 1992: signalering instabiliteiten zijhellingen ontgrondingskuilen</u>
Notitie 230BNW/M/92005, RWS Bouwdienst (Richard Jorissen), "Instabiliteit(en) zijhellingen ontgrondingskuilen". De aanleiding voor deze notitie was een instabiliteit in de zijhelling van Roompot Oost. Geconcludeerd wordt dat instabiliteit van zijhellingen van ontgrondingskuilen reeds genoemd wordt in RaBo nota uit 1982. Verder is in de in 1992 vigerende bewakingsplannen alleen de Rand Bodembescherming opgenomen en niet de zijhellingen. In de notitie wordt een aantal aanbevelingen gedaan, onder andere:

- Na te gaan in hoeverre de aanzanding van oevers en plaatranden ontwerp(uitgangspunten) kunnen veranderen.
- Na te gaan in hoeverre het beschreven ontwerp nog juist is.
- Het opstellen van een bewakingsplan voor oevers en plaatranden.
- Concrete voorstellen voor criteria oevers en plaatranden.

<u>1997: monitoringsfrequentie van de blokkenmatten van 4 x per jaar teruggebracht tot 2 x per jaar.</u>
De basis hiervoor is het rapport "Het inspecteren van de blokkenmatten van de Oosterscheldekering", Projectbureau Onderhoud Kunstwerken, RWS Bouwdienst, 31 december 1996.

<u>1998 Beheer- & Onderhoudsplan Natte werken Oosterscheldekering</u>
Projectbureau Onderhoud Kunstwerken, RWS Bouwdienst, 25 mei 1998 (Klatter, Ariëns)
In dit inhoudelijke verhaal ligt de nadruk ligt op inspectie en onderhoud. Opgesteld door HKV, begeleid door L. Klatter en E. Ariëns van RWS Bouwdienst, projectbureau onderhoud kunstwerken. Dit document kan gezien worden als de opvolger van het "Handboek" uit 1988.

Naast de in eerdere documenten genoemde criteria voor kuilhelling met bijbehorende minimale hoogte, is er in dit document een interventiecriterium toegevoegd. Namelijk de diepte van de ontgrondingskuil in relatie tot de afstand van de as van de kering: "De tijdens de inspectie gesignaleerde kuildieptes moeten worden vergeleken met de verwachte kuildieptes, zoals geschat in Project Handboek Ontgrondingen, 1996)".

De formulering voor de criteria voor aanzethelling en bijbehorende diepte zijn net wat anders verwoord dan in de voorafgaande documenten. "Er moeten onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd worden als de aanzethelling van een ontgrondingskuil steiler of gelijk is aan de in de tabel genoemde waarden over 4,5 m

hoogte". Daar waar in de "Handleiding" nog sprake was van "de steilste helling van de kuil" wordt nu alleen de aanzethelling genoemd. Voor het eerst wordt gemeld dat er getoetst wordt m.b.v. een GIS applicatie van de dienstkring Deltakust.

Ook wordt ingegaan op het aanbrengen van meerdere, in de tijd opeenvolgende bestortingsvelden. De tekst hierover uit de "Handleiding reparatiemethoden" is vrijwel letterlijk overgenomen.

Verder is er expliciet een criterium voor plaatranden en oevers geformuleerd: "de hellingen binnen 150 m van de kering moeten worden bestort na het overschrijden van de RABO criteria. De uitvoering van het onderhoud is gelijk aan de uitvoering van het onderhoud van de rand bodembescherming." Waarschijnlijk is dit criterium toegevoegd n.a.v. de in februari 1992 gerapporteerde zettingsvloeiing van de zijhelling bij Roompot Oost noordzijde.

2000 – 2006: organisatieverandering en inkrimping op het werkveld waterbouw.
Tot circa 2000 werd het werkveld waterbouw bij de dienstkring Deltakust door 6 mensen uitgevoerd, waarvan 1 persoon fulltime op het onderwatergedeelte. Taken waren onder andere opstellen meerjarenplanning en invullen van Instandhoudingsplannen. Rond 2000 was er een krimpoperatie en vanaf 2002 was 1 persoon verantwoordelijk voor "civiel", waarvan waterbouw aspecten voor circa 0,1 fte ingevuld werden.
Rond 2006 was er weer een grote reorganisatie bij het district. De "civiele stoel" werd omgezet in expertise op gebied van werktuigbouw. Waterbouwkunde dreigde tussen wal en schip te raken. In de praktijk gingen "niet-civielen" dit onderwerp erbij doen.

1998 – heden: GIS applicatie toetsing rand bodembescherming (MOKUS)
In het B&O plan uit 1998 is voor het eerst sprake van een GIS applicatie als hulpmiddel om te toetsen aan de ontgrondingscriteria. MOKUS staat voor Monitoren van de Ontgrondings Kuilen achter de rand van de bodembescherming van de Stormvloedkering.
In 2004 wordt door de inspecteur die met MOKUS werkt, aan de ABO gewaarschuwd voor beperkingen en risico's van MOKUS. De belangrijkste zijn:

- MOKUS bewaakt alleen een beperkt gebied van de kuilhelling; boven en onderliggend gebied wordt niet meegenomen.
- De vraag rijst of bestortingen goed zijn uitgevoerd, het kan voorkomen dat er onverdedigde stukken helling zijn die niet bewaakt worden.
- MOKUS werkt alleen maar in een 2-Dimensionaal vlak. De wens bestaat om een nieuw verbeterd MOKUS systeem te ontwikkelen die een zogenaamd 3-Dimensionaal karakter heeft en zodoende alle kuilhellingen bewaakt in iedere richting.

De aanbevelingen worden gedeeld en overgenomen door de ABO. De aanbevelingen hebben niet tot aanpassing van MOKUS geleid, getuige een drietal verslagen van intern dienstkring overleg planmatig beheer en onderhoud in de periode 2004 – 2005. Er was zelfs sprake van dat MOKUS op het punt stond om in het kader van versoberingen verwijderd te worden.

Circa 2004 - 2011: rapportages van inspectieresultaten: criteria overschreden, geen maatregelen

In deze periode vindt naar aanleiding van de halfjaarlijkse lodingen, geregeld rapportage plaats over de MOKUS resultaten en de voorgestelde maatregelen. Een zinsnede uit de rapportage van 19-11-2004: "hoewel er dus 28 overschrijdingen van bestorting criteria zijn, heeft nadere verificatie uitgewezen dat deze locaties op de kuilhellingen reeds allemaal bestort zijn. Vervolgacties zijn dan ook niet noodzakelijk.". Uit de rapportage van 3-11-2010: "…zijn jaarlijks bij maximaal 9 raaien beide bestortingscriteria overschreden, het betreft hier louter de raaien die in het verleden ook niet voldeden en waar (soms) meerdere malen een bestortingsbestek is uitgevoerd.". En verder: "… ligt er op de locatie van 'overschrijding bestorting criteria' op de kuilhelling ter plaatse al stortsteen ten gevolge van eerder uitgevoerde bestortingen? Indien dit het geval is gelden de geconstateerde overschrijdingen van de bestortingen **niet**.**".**

Deze redenering strookt niet met de in het Beheer en Onderhoudsplan Natte werken uit 1998 voorgeschreven aanbrengen van meerdere, in de tijd opeenvolgende bestortingsvelden. Wanneer en hoe deze omslag heeft plaatsgevonden is niet terug gevonden.

<u>Juni 2005: Beheer en onderhoudsplan Oosterscheldekering, Algemeen,</u>
Dit plan van het Waterdistrict Zeeuwse Delta verwijst voor onderhoud aan de bodembescherming naar het B&O plan uit 1998. De criteria t.a.v. kuildiepte, helling en bijbehorende hoogte zijn hieruit overgenomen. Het computerprogramma MOKUS wordt genoemd als registratie en toetsinstrument.
De passage over opeenvolgende bestortingsvelden is niet overgenomen.

<u>September 2008: `Zettingsvloeiing bij ontgrondingskuil Oosterscheldekering`</u>
Deltares rapport 427540-0029. Dit rapport geeft een gedetailleerde analyse van de zettingsvloeiing 2004-2005 in Roompot Oost, noordzijde. Opdrachtgever is Bouwdienst RWS. De insteek was wetenschappelijk: kennisvermeerdering op het gebied van zettingsvloeiingen en afschuivingen. De resultaten zijn gepresenteerd aan Bouwdienst en aan District Deltakust.
Twee van de aanbevelingen uit het rapport:

- Analyse van alle opgetreden taludinstabiliteiten in alle zes ontgrondingskuilen langs de Oosterscheldekering.
- Eventuele heroverweging van de beheersstrategie op basis van die analyse.

Voor zover na te gaan zijn deze aanbevelingen niet opgevolgd door Bouwdienst of District. Onduidelijk is waarom dit zo gelopen is.

<u>September 2007: "Onafhankelijke beoordeling en advies mbt de stand van zaken Organisatie en Onderhoud Oosterscheldekering".</u>
Het rapport is opgesteld in opdracht van RWS Zeeland door Bureau Horvat en partners samen met RWS steunpunt ProBo. De aanleiding voor de opdracht was "dat de aansturing en uitvoering van beheer en onderhoud aan de Oosterscheldekering in de voorliggende 5 jaar sterk veranderd is. De vrees bestaat dat daarmee de kwaliteit van het beheer en onderhoud en wellicht ook de betrouwbaarheid van de kering negatief is beïnvloed".
De belangrijkste conclusies uit het rapport zijn:

1. De organisatie is te krap in omvang om taken goed uit te kunnen voeren. Er zijn achterstanden in planning en verantwoording.
2. De betrouwbaarheid van de kering staat onder druk.
3. Het district heeft steeds minder kennis en raakt "out of control".
4. Opschaling en escalatie gebeuren onvoldoende
5. District kan niet op verantwoorde wijze invulling geven aan "Markt, tenzij..".

6. Er kan niet aantoonbaar gemaakt worden dat de kering aan de gestelde eisen tav faalkans voldoet.
7. Het district moet eindverantwoordelijk zijn, maar hiervoor ook geëquipeerd zijn.
8. Bij de SVKO is er zowel een acuut probleem dat het veiligheidsniveau verslechterd is als dat de organisatie niet geëquipeerd is om veranderingen door te voeren. Invoering van ProBo zou een oplossing kunnen betekenen.
9. Structurele verbetering in organisatie is nodig. Te beginnen met een tijdelijke forse versterking om op een structurele verbetering uit te komen (plateauniveau voor ProBo)
10. Advies: verbetering in 3 fasen:
    a. stabiliseren huidige situatie en opzetten verbetertraject (1/2 jaar)
    b. uitvoering verbetertraject (2 jaar)
    c. consolidatie

<u>2007 – 2010: voorbereiden Probo organisatie</u>
Na het verschijnen van het rapport Horvat is in 2007 een projectteam gestart om Probo op de Oosterscheldekering voor te bereiden. Het team heeft diverse basisdocumenten opgesteld. Ook werd medio 2009 personeel aangetrokken om het Probo team vorm te geven.

<u>12 april 2010: Formele start Probo team in de lijnorganisatie van het district Zeeuwse Delta.</u>
Als nieuwe functies zijn onder andere keringmanager en faalkansspecialist geïntroduceerd. De formatieve omvang op papier bedraagt 18,7 fte. De invulling in de praktijk is 13 – 15 fte. Daardoor is sprake van structurele onderbezetting.

Eén van de basisdocumenten is de "Faalkansanalyse civiele delen Oosterscheldekering, coverrapportage" uit 2010. Daarin wordt geconstateerd dat er de voorgaande 7 – 8 jaren ter plekke van de rand bodembescherming enkele significante zettingsvloeiingen hebben plaatsgevonden, waarbij sommige onder de rand bodembescherming lopen. Geconcludeerd wordt dat "De consequenties van de zettingsvloeiingen zijn vooralsnog beperkt" en "uit monitoring volgt dat de situatie nu in 'rust' is".
Welke gevolgen hieruit getrokken zijn, wordt niet duidelijk uit het document.

Ten aanzien van de faalkans van de bodembescherming wordt gesteld: "… Falen van de bodembescherming leidt niet direct tot falen van de kering. Beperkte schade aan (delen van) de bodembescherming wordt toelaatbaar geacht en is meegenomen in de inspectie en onderhoudsstrategie. Deze strategie maakt daarop een wezenlijk onderdeel uit van de werkelijke bijdrage van de bodembescherming aan de faalkans van de kering."

<u>Samenvattende analyse</u>
8. Na overdracht van de OSK van de projectorganisatie aan RWS Zeeland in 1987 was 60 fte betrokken bij de OSK. In 2012, 25 jaar later, is dit aantal afgenomen tot (formatief) 18,7 fte. In de praktijk (bron: Mariëlle Alberts) is dit ongeveer 13 tot 15 fte.
9. In 1987 was het principe "markt, tenzij"ook al van toepassing. De toen toegepast "tenzij"is dat de OSK een vitaal en complex waterstaatsobject is waarbij eigen mensen ingezet worden. Niet expliciet benoemd is dat hiermee de kennis van het object binnen de organisatie op peil gehouden wordt.
10. Tot circa 2000 was de natte waterbouw met circa 6 fte goed vertegenwoordigd. Sinds 2000 zijn diverse reorganisaties en versoberingen doorgevoerd waardoor de natte waterbouw nog door minder dan 0,1 fte uitgevoerd wordt.

11. Tot 2004 was er een externe (=buiten dienstkring) adviesgroep beheer en onderhoud natte werken. Hierin was expertise vanuit de bouw aanwezig. Deze adviesgroep is onder andere door pensionering van leden geruisloos gestopt.
12. In 2007 is door bureau Horvat een onderzoek uitgevoerd naar organisatie en kennisniveau OSK., samen met steunpunt Probo van RWS. De conclusies die daarin getrokken zijn, zijn stevig (betrouwbaarheid kering staat onder druk, district raakt door steeds minder kennis "out of control"). Een groot deel van de conclusies geldt nog vrijwel onverkort. Wel wordt sinds 2007 met de Probo systematiek gewerkt.
13. Instabiliteiten als gevolg van zijwaartse ontwikkeling van ontgrondingskuilen zijn tenminste in 1992 en 2008 gesignaleerd en als belangrijk risico gecommuniceerd naar dienstkring/district. Op deze signalen is geen actie ondernomen.