



# Voortgangsbericht KPP-project Versterking Onderzoek Waterveiligheid



## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

- P1 Assetmanagement
- P2 Noodmaatregelen
- P3 Quick reaction force
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Seiches
- P6 Coïncidenties IJsselmeer
- P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

- V1 Toestand bekledingen
- V2 Onzekerheden en toetsing
- V3 Invloed lokale ontgravingen op constructies



Samen met enkele andere partijen doet Deltares voor Rijkswaterstaat onderzoek op het gebied van waterveiligheid. Dit gebeurt in het kader van het KPP-project Versterking Onderzoek Waterveiligheid, waarbij KPP staat voor kennis primaire processen. Rijkswaterstaat gebruikt de uitkomsten van het onderzoek om zijn primaire proces rondom waterveiligheid te verbeteren. Bij deze verbeteringen gaat het om kostenbesparingen bij aanleg, beheer en onderhoud, maar ook om betere risicobeheersing en versterking van het imago van Rijkswaterstaat.

De projecten die Deltares in 2016 heeft uitgevoerd zijn te verdelen in twee soorten: onderzoeksprojecten en verkenningen. Bij de onderzoeksprojecten bestuderen we onderwerpen grondig, bij de verkenningen gaan we na of het betreffende onderwerp belangrijk en interessant genoeg is om er meerjarig onderzoek voor te starten en om voor dit onderzoek draagvlak te verwerven.

Dit voortgangsbericht beschrijft een aantal deelprojecten waar we in 2016 aan gewerkt hebben. Daarbij geven we een inschatting van de meerwaarde van de projecten voor Rijkswaterstaat. Bij sommige projecten geeft Rijkswaterstaat ook zelf aan waarom het project van belang is. In dit voortgangsbericht zijn overigens niet alle deelprojecten opgenomen, omdat sommige onderdeel zijn van een groter project.



## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

#### P1 Assetmanagement

#### P2 Noodmaatregelen

#### P3 Quick reaction force

#### P4 Overgangen dijkbekledingen

#### P5 Seiches

#### P6 Coïncidenties IJsselmeer

#### P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

#### V1 Toestand bekledingen

#### V2 Onzekerheden en toetsing

#### V3 Invloed lokale ontgrondingen op constructies

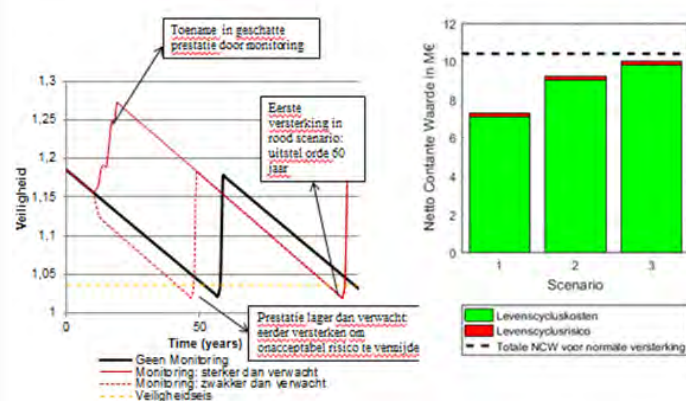
## P1 Assetmanagement

Bij assetmanagement, 'het realiseren van waarde uit assets', gaat het om het vinden van een optimale balans tussen kosten, prestaties en risico's. Het programma ROBAMCI (2015 – 2018; Risk and opportunity based asset management for critical infrastructures) is gericht op het verbeteren van het beheer en onderhoud van publieke infrastructuur door een risicogestuurde en systeemgerichte aanpak. Het programma laat zien dat een efficiëntieverbetering van meer dan tien procent mogelijk is door toepassing van risicogestuurd assetmanagement. In Nederland kan dat leiden tot een besparing van een tot twee miljard euro per jaar.

Binnen het programma ROBAMCI werken overheid, private bedrijven en onderzoeksinstituten samen, wat zorgt voor een brede en complete basis van relevante kennis en data. Deltares is initiatiefnemer en penvoerder van ROBAMCI. Een van de doelen van het programma is het ontwikkelen van een generiek model voor levenscyclusanalyses, dat zowel kan worden gebruikt voor de analyse van een systeem, als voor de analyse van de individuele assets waaruit een systeem is opgebouwd. Met het model is het mogelijk om prestaties, kosten en risico's te berekenen in de tijd.

### LiveDike XL

De prestaties in de tijd zijn een cruciaal aspect bij assetmanagement. Om deze prestatie nauwkeurig te kunnen beoordelen, is Structural Health Monitoring (SHM) een belangrijk middel. Aan een dijkvak van Noorderzijlvest is de afgelopen jaren een grote monitoringscampagne uitgevoerd, de LiveDike XL in het FloodControl IJkdijk-onderzoeksprogramma. In de onderhavige ROBAMCI case study is een instrument ontwikkeld voor de beoordeling van de kosten en baten van SHM. Met dit instrument is aangetoond dat voor dit specifieke geval de informatie uit het monitoringprogramma zorgt voor forse besparingen op het ontwerp, in de orde van dertig procent van de life-cycle kosten, zie figuur.



Links een conceptuele voorstelling en de verschillende voordelen van het verkleinen van de onzekerheid door middel van een monitoringcampagne. Rechts een vergelijking van de kosten van verschillende monitoringstrategieën.

In 2017 start de opzet voor ROBAMCI fase 3, waarin een casus door Rijkswaterstaat wordt ingebracht op het gebied van Risk Based Inspection. Daarnaast zullen nog twee of drie andere cases worden gezocht, wordt het onderliggende instrument voor het analysemodel verder ontwikkeld en wordt de business case verder opgezet. Ook wordt nagedacht hoe de boodschap van ROBAMCI – risicogebaseerd asset management biedt significante efficiencyvoordelen - het beste kan worden overgebracht aan de sector.

## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

**P1 Assetmanagement**

**P2 Noodmaatregelen**

**P3 Quick reaction force**

**P4 Overgangen dijkbekledingen**

**P5 Seiches**

**P6 Coïncidenties IJsselmeer**

**P7 Economie van klimaatadaptatie**

### Verkenningen

**V1 Toestand bekledingen**

**V2 Onzekerheden en toetsing**

**V3 Invloed lokale ontgroningen  
op constructies**

## **P2 Noodmaatregelen**

Op verzoek van Rijkswaterstaat heeft Deltares een wiki opgezet die een overzicht geeft van robuuste en betrouwbare sterkte-noodmaatregelen die kunnen worden ingezet bij een (dreigende) overstroming. Deze wiki fungeert ondertussen als kennismanagementsysteem. Vrij snel na het opzetten van de wiki zijn diverse waterschappen aangesloten, die bereid zijn om hun kennis, ervaringen en tools te ontsluiten. Daardoor is er nu een grote enthousiaste werkgroep die bestaat uit vijftien leden en veertien agendaleden.

De werkgroep signaleert kansen voor professionalisering, initieert activiteiten, verbindt professionals en onderhoudt contacten met diverse gremia. De werkgroep geeft invulling aan de wiki en gebruikt de wiki voor de professionalisering van de inzet van noodmaatregelen.

De werkgroep is de afgelopen jaren niet alleen gegroeid, maar heeft zich ook verbreed. Zo heeft Defensie zich aangesloten. Inmiddels wordt geprobeerd om het netwerk verder te verbreden met onder andere het Platform Waterkeringenbeheer en het Platform Professionalisering Dijkbewaking, en het ook te internationaliseren. Naast contacten met Duitsland wordt aansluiting gezocht met het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten, de EU Working Group for Emergency Response en de International Commission on Large Dams (ICOLD). Het uiteindelijke doel is een grote community of practice op te bouwen, zodat partijen van elkaar kunnen leren, gemeenschappelijke onderzoeksdoelen kunnen definiëren en samen aan nieuwe producten kunnen werken. Gezien het belang van de wiki voor waterschappen heeft STOWA ondertussen besloten om de krachten te bundelen met Rijkswaterstaat en om mee te financieren.

Doel van de wiki is het ontsluiten van kennis, ervaring en hulpmiddelen rond de inzet van noodmaatregelen. Het gaat hierbij om het gehele proces vanaf de vaststelling van schadebeelden en bijbehorend faalmechanismen tot en met het bepalen en uitvoeren van een of meer noodmaatregelen. De informatie in de wiki kan waterkeringbeheerders in rustige perioden helpen bij het professionaliseren van de inzet van sterkte-noodmaatregelen, onder andere via kennisdeling.

*Rijkswaterstaat: 'Voor een succesvolle toepassing van de nieuwe meerlaags waterveiligheidsbenadering is meer kennis en ervaring nodig om laag 3, de calamiteitszorg, goed in te vullen. Immers, als het mis gaat of mis dreigt te gaan moeten we in staat zijn om zo snel mogelijk samen met onze partners de juiste maatregelen te nemen om de gevolgen van een overstroming te minimaliseren.'*



## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

P1 Assetmanagement

P2 Noodmaatregelen

**P3 Quick reaction force**

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Seiches

P6 Coïncidenties IJsselmeer

P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

V1 Toestand bekledingen

V2 Onzekerheden en toetsing

**V3 Invloed lokale ontgravingen  
op constructies**

### **P3 Quick Reaction Force Waddengebied; samenwerken bij inwinnen, delen en ontsluiten van meetgegevens tijdens stormen**

Van extreme gebeurtenissen zoals hevige stormen kunnen we veel leren, ze zijn belangrijk voor de kennisontwikkeling rond waterveiligheid. Tijdens stormen kunnen bijvoorbeeld de maatgevende hydraulische belastingen optreden. Ook kunnen stormen morfologische processen in gang zetten die tot veranderingen van het watersysteem leiden. Het is dan ook heel zinvol om tijdens en vlak na stormen veel te meten. In de praktijk gebeurt dat echter weinig. Bovendien worden de meetgegevens vaak door verschillende partijen verzameld, waardoor overzicht ontbreekt en niemand een totaalbeeld heeft.

Om meer te leren van extreme stormen en ons kustbeheer te verbeteren, is een zogeheten Quick Reaction Force (QRF) opgezet. De QRF heeft protocollen opgesteld waarin is vastgelegd welke informatie nodig is om de beheer- en kennisvragen te kunnen beantwoorden en hoe deze informatie ingewonnen en ontsloten dient te worden. Na afloop van een extreme storm stelt de QRF bovendien alle meetgegevens overzichtelijk en op een toegankelijke manier beschikbaar aan onderzoekers, zodat deze gegevens meer en beter worden benut. In 2016 zijn protocollen uitgewerkt voor drie kustgebieden met nadruk op beheer- en kennisvragen rond de volgende thema's:

- Gedrag kustfundament en plaat-geulinteracties (Amelanderzeegat).
- Dynamiek strand, duinen, kwelders en overwashgebieden (noordwest Ameland en Emmapolder).
- Voorspelbaarheid hoogwater (Delfzijl).

In 2017 zullen de protocollen in de praktijk worden getest. Verder zal het QRF-principe ook voor het rivierengebied worden toegepast. In 2017 zal hiervoor een protocol worden opgesteld.

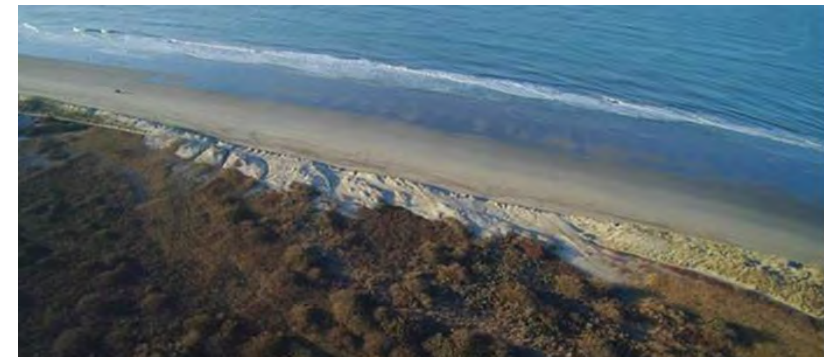


Foto Ameland, 2016 (bron: Valentin Pöchmüller) laat zien hoe het zand over het pad is gespoeld dat achter het duinenrijtje loopt.

Afslag aan de westkop van Ameland na de Sinterklaasstorm van 5-6 december 2013 (Uit Deltares Rapport 1204421\_1503\_0080)



*Rijkswaterstaat: 'De QRF zorgt ervoor dat alle gegevens van een extreme storm verzameld worden en op een overzichtelijke en toegankelijke wijze beschikbaar komen voor onderzoek. Zo kunnen we meer leren van extreme stormen en ons kustbeheer (en dat van onze partners) verbeteren. Aantrekkelijk is verder dat de QRF een aanzet geeft om de waterveiligheidsberichtgeving bij Delfzijl verder te verbeteren.'*

## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

P1 Assetmanagement

P2 Noodmaatregelen

P3 Quick reaction force

**P4 Overgangen dijkbekledingen**

P5 Seiches

P6 Coïncidenties IJsselmeer

P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

V1 Toestand bekledingen

V2 Onzekerheden en toetsing

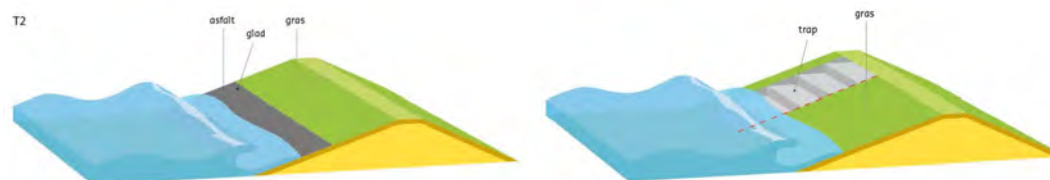
V3 Invloed lokale ontgravingen  
op constructies

## P4 Overgangen dijkbekledingen

Om dijken te beschermen tegen golfaanval zijn ze meestal voorzien van een steen-, asfalt- of grasbekleding als toplaag. De sterkte van deze bekledingstypen is vrij goed bekend. Uit de praktijk blijkt dat de overgangen tussen verschillende bekledingen vaak zwakke plekken zijn. Dat tonen veldproeven met simulatoren, waarmee golfklap, golfoploop of golfoverslag kunnen worden nagebootst, ook aan. Verder is de overgang tussen objecten – denk aan een trap, weg, dijkmeubilair of een boom - en gras vaak een zwakke plek, onder andere omdat het gras bij de objecten meestal van mindere kwaliteit is. Dit soort zwakke plekken is vrijwel altijd maatgevend voor de totale sterkte van de dijk.

Inmiddels zijn diverse maatregelen ontwikkeld om de overgangen te versterken. In 2016 zijn deze maatregelen toegepast op een pilotlocatie op de Waddenzeedijk in Friesland. Op deze dijk is een honderd meter lange kunstmatige horizontale overgang aangebracht. Deze is in twintig secties van vijf meter verdeeld, waarbij elke sectie is voorzien van een specifieke versterkingsmaatregel. Het gaat hierbij onder andere om doorgroeibare textielen, versterkte onderliggende lagen, geïnjecteerde kunststof vezels, toevoeging van graswortelstimulators en het aanbrengen van grasbetontegels.

In 2017 zullen ook versterkingsmaatregelen worden toegepast voor verticale overgangen. Het plan is om al deze maatregelen na een aantal jaren te testen onder golfoploop en golfoverslagbelasting. De uitkomsten van deze testen zijn van cruciaal belang voor het vergroten van het inzicht in de sterkte van overgangen bij dijkbekledingen en leveren handvatten op om deze overgangen beter te kunnen ontwerpen.



Links: voorbeeld van een horizontale overgang. Rechts: voorbeeld van een verticale overgang.

*Rijkswaterstaat: 'Overgangen zijn vaak kwetsbare onderdelen van een dijk, waar we nog niet veel van weten. Meer kennis is daarom zeer gewenst.'*

Literatuur  
Van Steeg, P., 2016, Bouw overgangen. Verslag van uitgevoerde werkzaamheden op de dijk in augustus 2016. Deltares rapport 1230042-005-ZWS-0002



Voorbeelden van aangebrachte horizontale overgangen op de pilotlocatie. In de komende jaren zal het gras door de versterkingsmaatregel heen groeien.





## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

P1 Assetmanagement

P2 Noodmaatregelen

P3 Quick reaction force

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Seiches

**P6 Coïncidenties IJsselmeer**

P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

V1 Toestand bekledingen

V2 Onzekerheden en toetsing

V3 Invloed lokale ontgravingen

op constructies

## P6 Coïncidenties IJsselmeer

Extreem hoge waterstanden op het IJsselmeer ontstaan vaak door een samenloop van omstandigheden die hoge waterstanden veroorzaken (een coïncidentie), zoals een grote toevoer naar het IJsselmeer en een hoge waterstand op de Waddenzee. Als deze omstandigheden gecorreleerd zijn, beïnvloedt dat de kans van optreden van een hoge hoogwaterstand.

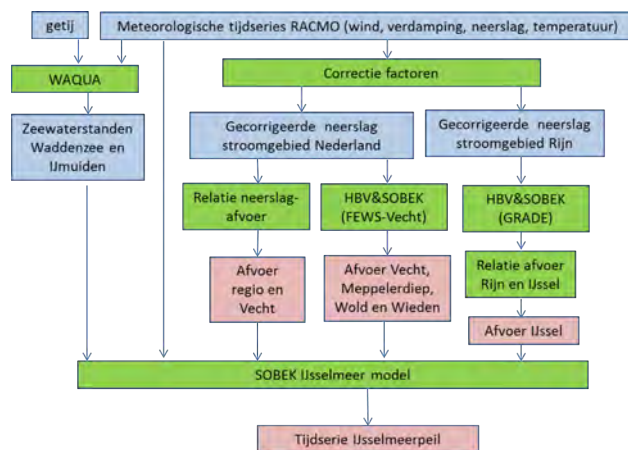
Deltares heeft op basis van historische meetreeksen een kwantitatieve en kwalitatieve studie uitgevoerd naar de afhankelijkheid tussen de aanvoer naar het IJsselmeer en de spuimogelijkheden bij de Afsluitdijk.

De studie laat correlaties zien tussen verhoogde zeewaterstanden, grote aanvoer via de IJssel, grote aanvoer vanuit gebieden rond het IJsselmeer en het voorkomen van een grootschalig 'Westlage zyklonaal' weertype. Bij dit weertype is sprake van overtrekkende depressies vanuit het westen, waarbij tijdens het overtrekken van een depressie de wind naar het noordwesten draait. Opvallend is dat de gevonden correlatie sterker lijkt te zijn bij hogere IJsselmeerpeilen.



Hoogwatersituatie IJsselmeer 1998

Om de correlaties nog beter in kaart te brengen gaan we langjarige synthetische IJsselmeerpeilen genereren. Hiervoor willen we de meteorologische tijdseries van het klimaatmodelsysteem RACMO\_EC-EARTH (800 jaar) gebruiken als invoer van hydrologische en hydraulische modellen. De IJsselmeerpeilen die we op deze manier genereren, geven inzicht in hoogwatersituaties die kunnen optreden, maar in het verleden nooit zijn voorgekomen



Schematisch model voor het genereren van een synthetische tijdserie van het IJsselmeerpeil. In blauw de onderdelen waarvoor het KNMI verantwoordelijk is, en in roze de onderdelen waarvoor Deltares dient te zorgen. De groene blokjes geven de benodigde modellen weer.

*Rijkswaterstaat: 'Dit onderzoek is voor ons van belang bij het bepalen van de hydraulische belastingen rond het IJsselmeer. Dit is een ingewikkeld onderwerp, mede omdat we slechts korte bruikbare tijdreeksen hebben. En dat terwijl de consequenties voor de hydraulische randvoorwaarden groot kunnen zijn. Het is ook een onderwerp waarbij betrokkenen allerlei beelden hebben, soms juist en soms onjuist. Dus om gefundeerd gesteld te staan in gesprekken is het onderzoek nuttig'*



## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

**P1 Assetmanagement**

**P2 Noodmaatregelen**

**P3 Quick reaction force**

**P4 Overgangen dijkbekledingen**

**P5 Seiches**

**P6 Coïncidenties IJsselmeer**

**P7 Economie van klimaatadaptatie**

### Verkenningen

**V1 Toestand bekledingen**

**V2 Onzekerheden en toetsing**

**V3 Invloed lokale ontgroningen  
op constructies**

## **P7 Economie van klimaatadaptatie**

In het Deltaprogramma Rivieren wordt onderzocht of het maatschappelijk wenselijk is om toekomstige dijkversterkingen te combineren met rivierverruimende maatregelen. Daarvoor wordt ook een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) gedaan voor verschillende hoogwaterstrategieën. Een van de vragen is op welke manier adaptiviteit – de mogelijkheid om in de loop van de tijd een strategie aan te passen als de omstandigheden veranderen – het beste kan worden meegenomen. Het inbouwen van dergelijke flexibiliteit is belangrijk als de toekomst onzeker is.

Binnen het deelonderzoek Economie van Klimaatadaptatie onderzoeken we hoe de onzekerheid rondom scenario's voor de toekomstige maatgevende Rijnafvoeren het beste kunnen worden meegenomen in een MKBA. In het Deltaprogramma komt deze onzekerheid uitsluitend op het conto van klimaatverandering. Een historische analyse van de maatgevende Rijnafvoeren laat echter zien dat klimaatverandering nooit de reden is geweest om de maatgevende afvoer aan te passen. Voor de vijf aanpassingen in de afgelopen 90 jaar was er telkens een andere reden. En aangezien het effect van klimaatverandering op de maatgevende afvoeren waarschijnlijk niet te detecteren is, ligt het voor de hand dat een toekomstige aanpassing ook om een andere reden gebeurt.

We gaan daarom in deze studie uit van meerdere oorzaken voor het aanpassen van de maatgevende afvoer en hanteren een grotere onzekerheidsband rondom de ontwikkeling van de maatgevende afvoer. Uitgaande van deze onzekerheidsband leiden we in een pilotstudie voor de IJssel optimale, adaptieve strategieën af. We verwachten te kunnen aantonen dat het onderkennen van een grotere onzekerheid het economisch rendement van rivierverruimende maatregelen ten opzichte van dijkversterking gunstig beïnvloedt.



Noot: het artikel over risico-aversie, inkomensverschillen en kosten-batenanalyse voor overstromingsrisicobeheer, waarover in de voorgaande nieuwsbrief VOW is gerapporteerd, is inmiddels gepubliceerd (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.446/epdf>).

Meer informatie: [jarl.kind@deltares.nl](mailto:jarl.kind@deltares.nl) en [paul.vanden.hoek@rws.nl](mailto:paul.vanden.hoek@rws.nl)

## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

P1 Assetmanagement

P2 Noodmaatregelen

P3 Quick reaction force

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Seiches

P6 Coïncidenties IJsselmeer

P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

V1 Toestand bekledingen

V2 Onzekerheden en toetsing

V3 Invloed lokale ontgravingen  
op constructies

## V1 Inspectie dijkbekledingen en overgangen

Om er zeker van te zijn dat dijken in goede staat verkeren, worden de dijkbekledingen en overgangen tussen verschillende bekledingen geregeld geïnspecteerd. Dit is een belangrijke taak van de dijkbeheerders (waterschappen en Rijkswaterstaat), die inmiddels is vastgelegd in de Waterwet als onderdeel van de zorgplicht.

Het is belangrijk dat de dijkbeheerder op basis van de inspectie kan beoordelen of de actuele staat van de dijkbekleding reden is om te starten met onderhoudswerkzaamheden. Aangezien dijkbekledingen op talloze manieren kunnen vervormen en degenereren is een dergelijke beoordeling niet eenvoudig. Bij de inspectie gaat het om de vraag of de veiligheid tegen overstromingen nog gegarandeerd is. Een andere belangrijke vraag is of het op korte termijn uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden goedkoper is dan wachten totdat de toestand van de dijkbekleding zodanig is verslechterd dat er een grotere ingreep nodig is. Bij deze laatste vraag moet uiteraard worden bekeken of het vereiste veiligheidsniveau van de dijk gehandhaafd blijft.

Als hulpmiddel voor beheerders heeft de STOWA samen met Rijkswaterstaat een richtlijn uitgebracht voor het beoordelen van dijkbekledingen: de Digigids (2016) die wordt beheerd door het Informatiehuis Water. Wij hebben verkend of de beoordelingscriteria in de Digigids overeenkomen met de criteria in de Leidraden en Technische Rapporten van ENW/TAW en de Handreiking van Deltares/Rijkswaterstaat voor het ontwerpen en toetsen van dijkbekledingen. Daarbij hebben we ons gericht op de meest gebruikte dijkbekledingen – gras, steenzettingen, asfalt en breuksteen – en de overgangen daartussen.

Bij de vergelijking hebben we vanuit de verschillende bezwijkmechanismen tijdens maatgevende omstandigheden gekeken naar de criteria. Daarbij hebben we diverse criteria geïdentificeerd, die in de huidige Digigids ontbreken. Voorbeelden zijn onder andere:

- Als objecten in de steenzetting – denk aan palen, hekwerken en bankjes – met de hand heen en weer kunnen worden bewogen, is er een aanzienlijke kans dat deze objecten tijdens een zware golfaanval schade aan de steenzetting veroorzaken.
- Als er lokale verzakkingen zijn bij een overgang of aansluiting op een constructie, is er wellicht een zand- of klei-lek of kan er granulair materiaal uitspoelen. Dit is een vorm van ernstige schade omdat de verzakking en uitspoeling tijdens een storm snel kunnen toenemen.
- Vooral bij overgangen moet de ondergrond onder het gras worden gecontroleerd om vast te stellen of er zand is toegepast op plaatsen waar klei hoort te zitten.
- In de Digigids staan verrassend weinig criteria voor overgangen, terwijl deze een belangrijke bron van problemen kunnen zijn tijdens zware belasting in een storm.

In 2017 geven we vervolg aan deze verkenning, waarbij we samen met de waterschappen en Rijkswaterstaat de inspectiecriteria verder invullen. De aangepaste lijst criteria is ook zinvol voor het asset management van waterkeringen.



Verschillende vormen van schade aan dijkbekledingen.

## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

P1 Assetmanagement

P2 Noodmaatregelen

P3 Quick reaction force

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Seiches

P6 Coïncidenties IJsselmeer

P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

V1 Toestand bekledingen

**V2 Onzekerheden en toetsing**

V3 Invloed lokale ontgrondingen  
op constructies

## V2 Onzekerheden en toetsing

Voor het beoordelen en het ontwerpen van primaire waterkeringen zijn we per 1 januari 2017 overgestapt van de overschrijdingskans naar de overstromingskansbenadering. Om deze overstap mogelijk te maken zijn de afgelopen jaren onzekerheden explicieter gemodelleerd en hebben probabilistische analyses een prominenter plaats gekregen.

De praktische invulling van de nieuwe benadering kent onvolkomenheden, die niet voor iedereen zichtbaar zijn. Daarom hebben we in 2016 een memo opgesteld inclusief de aandachtspunten van deze nieuwe benadering. Verder hebben we twee workshops georganiseerd bij Rijkswaterstaat WVL, waarbij projectleiders actief input konden geven.

De memo en de workshops waren de aanzet om een discussie op gang te brengen hoe we de kennis rond de beoordeling en het ontwerp van primaire waterkeringen en gerelateerde beleidsstudies de komende jaren een stap verder kunnen brengen. Daarbij gaan we uit van een uitwerking in twee stappen. De eerste stap is het analyseren van het proces en de rolverdelingen: moeten deze worden aangepast worden om een efficiëntere invulling van onderzoek te kunnen faciliteren? De tweede stap is een inhoudelijke analyse: welke inhoudelijke onderwerpen moeten de komende jaren worden opgepakt?

In 2017 geven we vervolg aan de activiteiten. De inzichten uit de memo werken we verder uit en willen we breder delen, zowel binnen Rijkswaterstaat als binnen Deltares. Daarnaast willen we verschillende workshops organiseren. Per toetsspoor willen we betrokken experts uitnodigen om te bespreken hoe de organisatie kan worden verbeterd en welke inhoudelijke onderwerpen de komende jaren aandacht verdienen.

*Rijkswaterstaat: 'De uitkomsten van de verkenning:*

- *helpen Rijkswaterstaat bij het vormgeven van de kennisregie en de samenwerking met gebruikers rond de toepassing van technische, wettelijke instrumenten op het gebied van overstromingskansen.*
- *Verhogen het rendement van onderzoeksmiddelen door de risicogestuurde invulling van fysisch onderzoek of beleidsonderzoek.*
- *Verbeteren de beslissingen van Rijkswaterstaat in de sfeer van beheer en vervanging van waterkeringen.'*





## Inhoudsopgave

### Onderzoeksprojecten

P1 Assetmanagement

P2 Noodmaatregelen

P3 Quick reaction force

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Seiches

P6 Coïncidenties IJsselmeer

P7 Economie van klimaatadaptatie

### Verkenningen

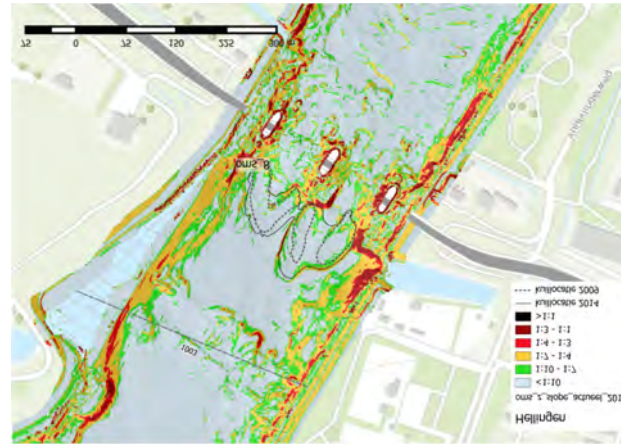
V1 Toestand bekledingen

V2 Onzekerheden en toetsing

**V3 Invloed lokale ontgrondingen op constructies**

## V3 Invloed van lokale ontgrondingen op waterbouwkundige constructies en primaire waterkeringen

De bodemdynamiek in het getijdengebied van de Rijn-Maasmonding wordt bepaald door vele componenten, waaronder de rivierafvoer, het getij, de zoutconcentraties, de heterogene ondergrond, het sedimentbeheer en andere menselijke ingrepen. Zo zijn er mede door menselijk ingrijpen ruim honderd ontgrondingskuilen ontstaan en vindt er op verschillende locaties rivierbodemerrosie en versteiling van onderwatertaluds plaats.



Figuur 1: Steilheid van hellingen (Kuilen bij Spijkenisserbrug)



Figuur 2: Ontgrondingskuil bij Nieuw-Beijerland

In 2016 heeft Deltares onderzoek gedaan naar de ontwikkeling en stabiliteit van de ontgrondingskuilen bij de Spijkenisserbrug. De onderzoeksuitkomsten waren aanleiding om de onderwatertaluds nabij de Spijkenisserbrug op een klassieke wijze te fixeren zodat het erosieproces lokaal stopt. Dit jaar wil Rijkswaterstaat beginnen met het vullen en afdekken van deze lokale ontgrondingskuilen. Tijdens de werkzaamheden moet worden nagegaan of de veiligheid van het achterland aan de vigerende normen blijft voldoen. Aangezien het erosieproces in dit getijdengebied nog niet in een evenwichtsfase verkeert, is niet alleen onderzoek naar het erosiegedrag nodig. Voor het ontwikkelen van effectieve en duurzame oplossingsrichtingen is ook samenwerking nodig tussen (lokale) overheden, marktpartijen, universiteiten en kennisinstituten. Begin 2017 gaan we na hoe we dergelijk gezamenlijk onderzoek mogelijk kunnen maken.

