



Voortgangsbericht KPP-project Versterking Onderzoek Waterveiligheid

no 5



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken



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, en ook om betere risicobeheersing en versterking van het imago van Rijkswaterstaat. Het merendeel van de projecten wordt in NKWK-kader uitgevoerd, dus samen met en met medefinanciering van andere partijen uit de sector, zoals STOWA, individuele waterschappen en TU Delft.

Dit voortgangsbericht brengt de werkzaamheden in beeld die we in 2019 hebben uitgevoerd. We hebben onderscheid gemaakt tussen projecten (P1 t/m P11) en verkenningen (V1 t/m V3). Bij alle projecten en verkenningen heeft Rijkswaterstaat kort aangegeven welke meerwaarde het project voor Rijkswaterstaat heeft.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen / bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

P1 Asset management

Het programma ROBAMCI (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 liep van 2015 tot 2019 en wordt afgerond met een symposium op 11 maart 2020. Binnen het programma ROBAMCI werken overheid, private bedrijven en onderzoeksinstituten samen, wat zorgt voor een brede en complete basis van relevante kennis, ervaring en data. Deltares is initiatiefnemer en penvoerder.

In ROBAMCI zijn 14 cases uitgevoerd (zie figuur 1) met actuele behevraagstukken van Rijk, waterschappen en gemeenten. Verder is er een Framework of Analysis opgezet, en zijn de voor de analyse benodigde software-tools ontwikkeld. Er is een inventarisatie gemaakt van investeringen in aanleg en onderhoud, en er is op basis van de cases een indicatie van de efficiëntiewinst gemaakt. Er zijn in totaal ca. 50 rapporten en papers geschreven. Tenslotte is er een serious game ontwikkeld en gepubliceerd en is er een website opgezet waarop alle rapporten en de serious game beschikbaar zijn: <https://www.robamci.nl/>. Voor Rijkswaterstaat zijn in het programma twee cases uitgevoerd:

• Case IJmuiden

Er is een integrale levensduurbeschouwing opgezet waarmee de kosten voor renovatie en vervanging van verschillende objecten op verschillende momenten in de tijd kunnen worden afgewogen tegen de maatschappelijke belangen. De invloed van onzekerheid over bijv. zeespiegelstijging is daarin meegenomen. In deze case is de potentie van systeemoverwegingen getoetst. Daartoe zijn adaptatiepaden met ingrepen aan verschillende objecten op verschillende momenten (strategieën) vergeleken aan de hand van risico's op systeemniveau

• Case Oesterdam

In kader van de zorgplicht is voor de Oesterdam inzichtelijk gemaakt hoe door schade aan gras op het buitentalud van de Oesterdam, bij verschillende veroudering, de faalkans oploopt en welke inspectie-intervallen op basis hiervan nodig zijn om te voldoen aan de wettelijke norm.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen / bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

Het ROBAMCI programma heeft opgeleverd:

- Een aanpak van anticiperend, systeemgericht en integraal asset management die kwantitatieve informatie biedt voor beslissingen over asset management in de tijd.
- Deze aanpak is getest op actuele beheervraagstukken. Hieruit blijkt dat de aanpak een meerwaarde levert in verschillende dimensies: prestaties (kwaliteit), maatschappelijk risico (kwetsbaarheid) en kosten.
- Samenwerking tussen overheid, markt en kennisinstellingen. In de uitvoering van de cases bleek dat alle drie de hoeken van de gouden driehoek vanuit hun eigen rol, kennis en ervaring meerwaarde leveren.

Een belangrijke bevinding uit ROBAMCI is dat door de schaal van het vraagstuk te vergroten (in ruimte, tijd, zoekrichtingen) nieuwe oplossingen binnen bereik komen. De schaal waarop prestaties, risico's en kosten worden geoptimaliseerd moet daarom nadrukkelijk worden opgevat als een vrijheidsgraad in plaats van als een gegeven.

ROBAMCI biedt handvatten om integraal, systeem-georiënteerd, risico-gebaseerd, anticiperend asset management in de watersector te kunnen uitvoeren. Het ROBAMCI programma heeft de potentie van een transitie naar meer systeem-georiënteerd en risico-gebaseerd assetmanagement getoond. De kern van de transitie moet in de beheerorganisaties van de publieke infrastructuur plaatsvinden. ROBAMCI heeft met de voorbeelden en de ontwikkelde tools getoond dat deze transitie mogelijk is, en dat ROBAMCI deze transitie kan faciliteren.

De sector kan in risicogebaseerd en systeemgeoriënteerd assetmanagement groeien door:

- Interventies te baseren op het in stand houden van systeemfuncties (bijv. van een waterkeringssysteem, of een rioleringsstelsel) in plaats van uit te gaan van prestatie-eisen aan en in stand houden van individuele assets.
- Interventies tijdig uit te voeren, zodat ze planmatig kunnen worden voorbereid en uitgelijnd of meegekoppeld met andere ingrepen, ook met die van andere beheerders.
- Interventies te optimaliseren over het systeem/netwerk en over de levensduur, op basis van kennis over de conditie van de asset, het bijbehorend risico, en de veroudering/verandering ervan gedurende de levensduur.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Het doorontwikkelen van assetmanagement is een continu proces waarbij het betrekken en rekening houden met andere functies steeds belangrijker wordt. De cases geven voorbeelden van benaderingen en werkwijzen hoe assetmanagement verder gebracht, cq geoptimaliseerd, kan worden. Enerzijds dus vanuit de hoofdfunctie en anderzijds met meer aandacht voor nevenfuncties.

Daarnaast is het werken in de "driehoek" een leerzame en belangrijke ervaring.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie

slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

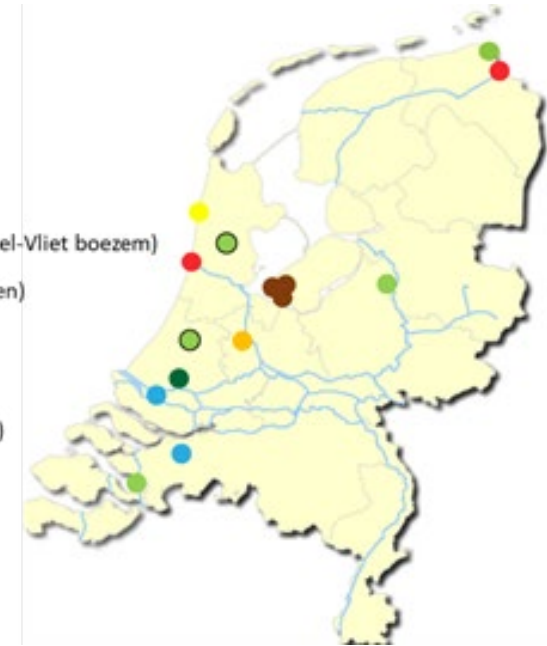
P11 Waterdiepte/golfoverslag

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

- Primaire waterkeringen (Ommelander Zeedijk, IJsseldijk, Oesterdam)
- Asset management regionale waterkering (HHNK, Rijnland)
- Risico gestuurd beheer regionale watersystemen (Spijkenisse, Mark-Dintel-Vliet boezem)
- Assetmanagement van kunstwerken (zeetoegang Delfzijl, gemaal IJmuiden)
- Assetmanagement van de kust (suppleties Hollandse kust)
- Asset management van de ondergrond
- Ondergrondse infrastructuur - riolering (Almere, meerdere vraagstukken)
- Risico gestuurd calamiteitenbeheer (Oude Rijn gebied)

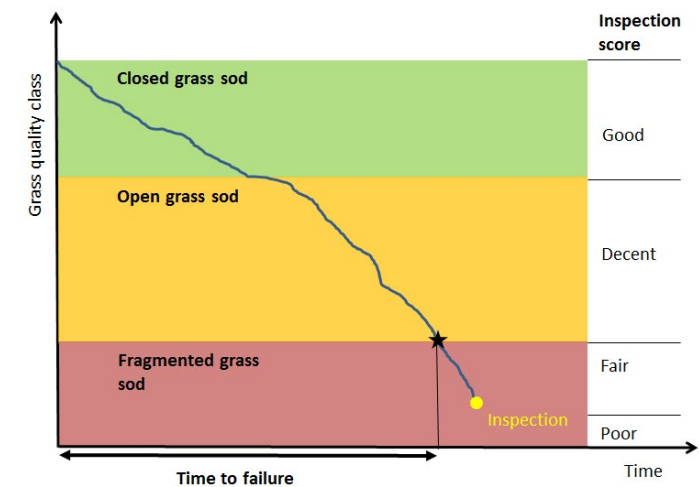


Figuur 1. De 14 cases van ROBAMCI



Figuur 2. Door graverij beschadigde grasmat op een dijktaalud.

Figuur 3. Case Oesterdam: mogelijk verloop van de kwaliteit van een aan graverij onderhevige grasmat, vanaf het moment van goede kwaliteit, waarmee inspectie-intervallen kunnen worden bepaald.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

P2 Quick Reaction Force

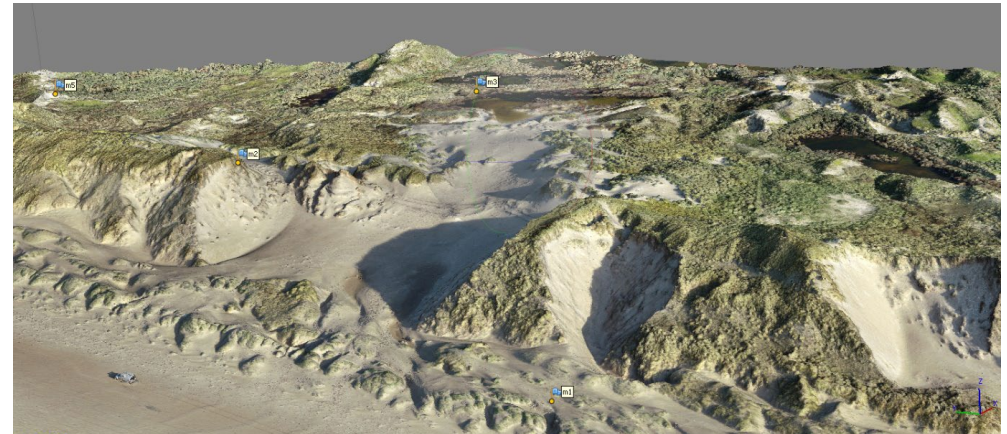
Het doel van de Quick Reaction Force (QRF) is om waterveiligheidskennis te verbeteren door betere verwerving, ontsluiting en gebruik van velddata rondom stormen en hoogwaters. Het project is verdeeld in twee onderdelen: QRF-kust en QRF-rivieren.

QRF-kust richt zich in 2020 op de dynamiek van strand en duinen. Samen met Universiteit Utrecht worden door QRF-kust in Noord-Holland op het strand en de duinen met nieuwe technieken bodemhoogtemetingen en golfhoogtemetingen uitgevoerd. Er is in 2019 een XBeach model opgezet waarmee we in 2020 voorafgaand aan een storm snel een inschatting willen maken van de strand- en duinerosie. Na de storm willen we het model valideren en verbeteren. Doel is uiteindelijk om deze technieken voor een groter deel van de kust toe te passen.

QRF-rivieren. Voor het bepalen van hydraulische condities in rivieren speelt de vraag hoe goed de kwaliteit van golf- en stromingsberekeningen is met de huidige instrumentaria (bijv. WBI). Er zijn voor rivieren echter geen of nauwelijks golf- en stromingsmetingen beschikbaar om modelsimulaties en voorspellingen te verifiëren en te verbeteren. QRF-rivieren richt zich daarom in 2020 op golfhoogtes in uiterwaarden. We onderzoeken methodes om golven en stroming op rivieren kwalitatief en kwantitatief te meten zodat deze ingezet kunnen worden voor riviertoepassingen. Er zijn daartoe in voorgaande jaren o.a. metingen gedaan met een drone die zijn vergeleken met modelberekeningen. In de eerste helft van 2020 inventariseren we of er nieuwe metingen of andere meettechnieken nodig zijn. In het najaar van 2020 voeren we deze uit.

Enkele resultaten

Het onderstaande beeld toont een zogenaamde blowout in de duinen bij Egmond aan Zee van 20 november 2019. Het lijkt een gewone luchtfoto maar het is een puntenwolk op basis van heel veel foto's gemaakt met een drone. Van elk puntje weten we exact de coördinaten en de hoogte tot op de cm nauwkeurig. Met deze zogenaamde Structure-for-Motion-techniek kunnen we snel strand en duinen in kaart brengen.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

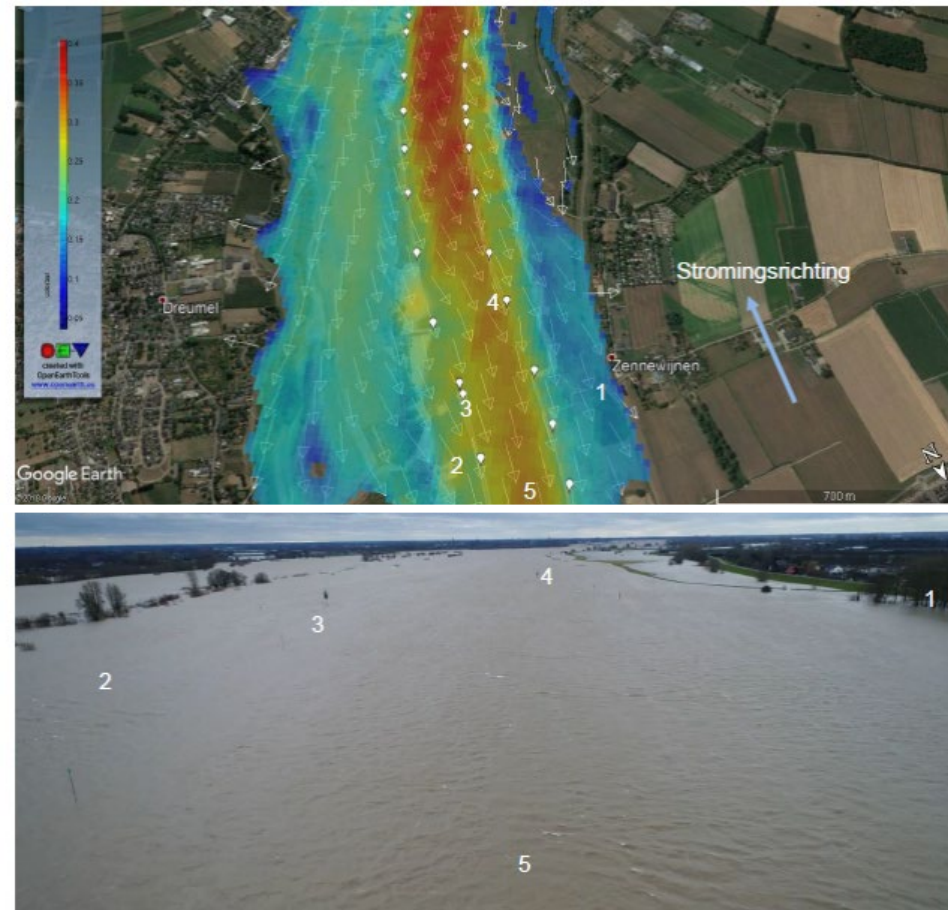
P11 Waterdiepte/golfoverslag

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

Onderstaande figuur toont een vergelijking van SWAN-resultaten met een videobeeld op 24-01-2018 bij Zennewijnen. De SWAN-resultaten zijn geroteerd. Vectoren tonen de golfrichting. Te zien is dat er sterke stromingsgradiënten optreden in de rivier. De invloed van deze stromingsgradiënten is ook terug te zien in de videobeelden, waarvan het onderste plaatje een impressie geeft.



Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

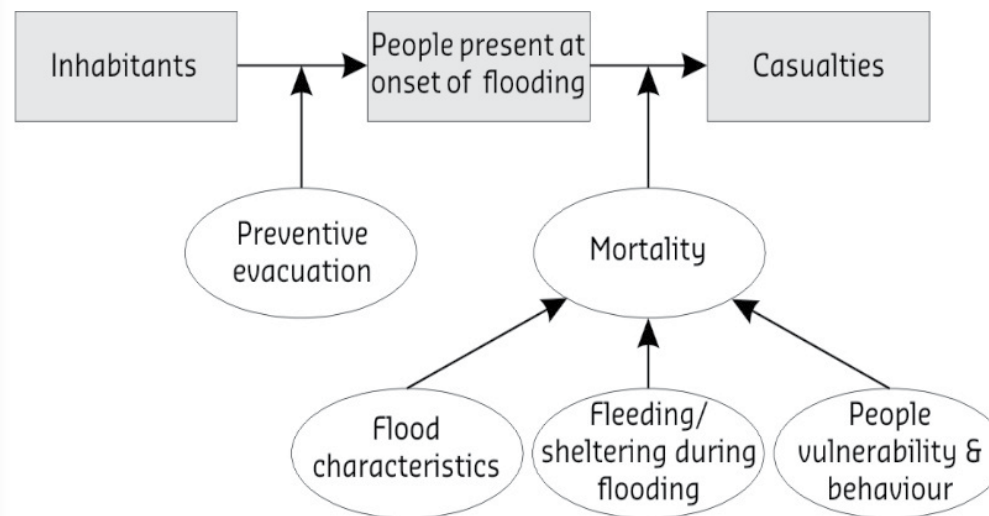
Doel van QRF Kust is om technieken te ontwikkelen die het mogelijk maken strand- en duinerosie langs de kust systematisch te monitoren.

Doel van QRF-rivieren is om de voorspellingen van hydraulische condities in rivieren bij hoog water met de huidige instrumentaria (bijv. WBI), te valideren en zonodig te verbeteren.

P3 Kennisalliantie slachtoffers en evacuaties

Waterveiligheid en crisismanagement zorgen ervoor dat de kans op en omvang van overstromingsrampen verkleind worden en dat het aantal slachtoffers zo klein mogelijk blijft. Om deze taken te verbeteren verzamelt de kennisalliantie “Slachtoffers en evacuaties” van Rijkswaterstaat, TUD, HKV en Deltares gegevens en kennis over slachtofferrisico's en evacuaties. Hierbij werkt de kennisalliantie samen met internationale partners, waaronder de USACE. In de afgelopen jaren heeft de kennisalliantie een database ontwikkeld voor gegevens gerelateerd aan overstromingen. Deze database is gedeeld en verspreid in ons internationale netwerk. In 2019 is de database verder gevuld en is onderzoek uitgevoerd gerelateerd aan twee hoofdvragen:

1. Hoe kan evacuatie effectief uitgevoerd worden en wat bepaalt die effectiviteit?
2. Hoe kunnen de mortaliteit en het aantal slachtoffers het best bepaald worden, rekening houdend met (nieuwe) kennis over evacuatie, gedrag, gebouwsterkte en andere factoren?



In Nederland kent iedere Nederlander een wettelijke basisveiligheid tegen overstromingen, wat betekent dat de kans om te overlijden door een overstroming niet meer dan 10^{-5} per jaar mag zijn. Om deze overlijdenskans te bepalen wordt de kans op een overstroming vermenigvuldigd met de kans dat personen niet op tijd weg komen en met de kans van achterblijvers om te overlijden. Deze laatste kans wordt mortaliteit genoemd. De kennis om die te bepalen is nog grotendeels afkomstig

uit gegevens van de watersnoodramp in 1953. Om deze kans beter te bepalen is onder andere door middel van proeven en berekeningen geanalyseerd of en onder welke omstandigheden woningen instorten. Deze kennis is ook cruciaal voor evacuatieadviezen en voor de identificatie van geschikte shelters door crisismanagers. Ook is gekeken naar waarschuwingstijd en reactiesnelheden van mensen, om de evacuatiefractieschattingen en evacuatieplannen te verbeteren. Het is de bedoeling dat in 2021 de nieuwe kennis omgezet kan worden in voor waterveiligheidsbeleid bruikbare resultaten en modellen. Zodat beter besloten kan worden welke gebieden extra bescherming nodig hebben of waar de prioriteit van crisismanagers moet liggen.

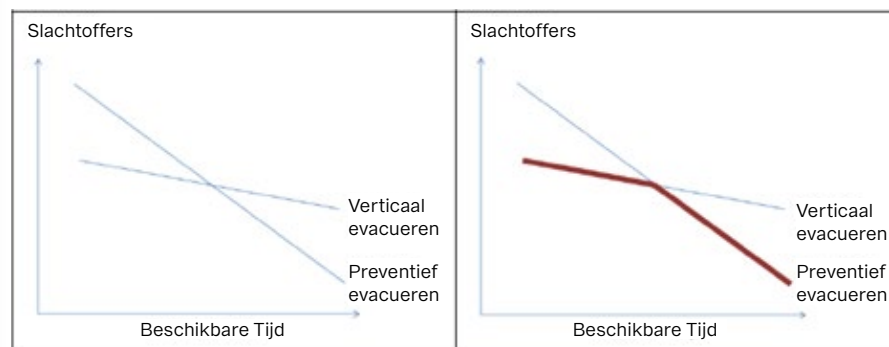


Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

Proces van onderzoek naar toepassing in beleid (De Bruijn et al., 2016)



Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Het onderzoek dat in het kader van dit deelproject wordt uitgevoerd zorgt voor een betere onderbouwing van de evacuatiemogelijkheden en de berekening van het aantal slachtoffers t.b.v. waterveiligheidsnormen in het algemeen en de evaluatie van de Waterwet in 2023 in het bijzonder. De validatie van de gehanteerde evacuatiefracties is zeker een onderwerp dat bij de evaluatie aan bod zal komen.

Beter inzicht in evacuatiemogelijkheden en -gedrag zal leiden tot realistischere evacuatiestrategieën en daarmee tot betere rampenplannen, met het ultieme doel een kleiner aantal slachtoffers bij overstromingen. De veiligheidsregio's hebben hierbij inhoudelijke ondersteuning nodig van Rijkswaterstaat. Het Watermanagement Centrum NL kan daarbij met de opgedane kennis beter invulling geven aan zijn beoogde functie als kenniscentrum voor de veiligheidsregio's. Nog belangrijker voor Rijkswaterstaat is onze rol bij het verkeersmanagement bij grootschalige evacuatie, waarbij het hoofdwegennet als evacuatieleroute zal dienen (ook bij een 'verticale' evacuatiestrategie zullen nog altijd veel mensen de weg op gaan en dit advies negeren, met enorme verkeersdrukke tot gevolg). Een goede (crisis)communicatie richting burgers is voor zo'n zeldzame gebeurtenis cruciaal. Hoewel dat in eerste instantie bij de veiligheidsregio's ligt (waarbij wij hen via ons netwerk goede voorbeelden uit het buitenland kunnen aanreiken, bijvoorbeeld USACE), heeft Rijkswaterstaat daar zeker ook een rol in.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

P4 Overgangen dijkbekledingen

Het op juiste wijze meenemen van overgangen in dijkbekledingen bij ontwerp, beoordeling en beheer van primaire waterkeringen is, onder andere vanwege de grote variëteit, zeer complex. Overgangen zijn potentieel zwakke plekken in de dijkbekleding, die kunnen leiden tot een hogere faalkansbijdrage. De analyse van dijkfalen wereldwijd toont dat veel dijken zijn gefaald op de overgangen. Om die reden wordt er onderzoek uitgevoerd naar de sterkte van overgangen in dijkbekledingen. Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek betreft de proefopstelling op de Friese Waddenzeedijk, waarbij overgangsconstructies in grasbekledingen zijn voorzien van versterkingsmaatregelen (zoals doorgroeibare grids). Deze proefopstellingen zijn in 2016 en 2017 aangelegd. De ontwikkeling van het gras bij deze versterkingsmaatregelen is sindsdien gemonitord. Nadat het gras voldoende is ontwikkeld, wordt de weerstand tegen hydraulische belasting (golfoploop en golfoverslag) fysiek getest.

In 2019 is een viertal activiteiten uitgevoerd rondom het onderwerp overgangen:

- De grasbekleding van de proefopstelling is, in samenwerking met een ervaren grascoloog, gemonitord. Vanwege de droogte in de zomer van 2018 was er zorg over de ontwikkeling van het gras maar uit de monitoring blijkt dat het gras goed is hersteld. De verwachting is dat vanaf 2020 de graszode afdoende is ontwikkeld om beproefd te kunnen worden.
- Om proeven bij de genoemde testsectie uit te kunnen voeren is aanvullende financiering noodzakelijk. Om deze financiering te realiseren is in 2019 een businesscase opgesteld. Uit deze businesscase blijkt dat potentieel veel projecten belang bij dit onderzoek kunnen hebben maar dat individuele uitvoeringsprojecten naar verwachting geen gesloten business case zullen hebben. Dat betekent dat beheerders nauw over diverse HWBP projecten heen zullen moeten samenwerken aan innovaties om deze case gefinancierd te krijgen vanuit de Kennis- en Innovatieagenda van het HWBP. Rijkswaterstaat zal hierin gezamenlijk met waterschappen moeten optrekken om dit van de grond te krijgen.
- Voor de POV Waddenzeedijken en voor Rijkswaterstaat WVL zijn in 2018 grootschalige golfoploopproeven uitgevoerd, waarbij tevens een overgang zonder versterkingsmaatregel is beproefd. In 2019 is de analyse, in het kader van KPP-VOW, van deze proef uitgevoerd. Het bleek dat, ondanks de relatief hoge belasting, er geen schade optrad. Dit geeft aan dat deze overgang relatief sterk was, maar ook dat niet kon worden vastgesteld hoe sterk deze daadwerkelijk is. Op basis hiervan is geadviseerd om de huidige beoordelingsmethode nog niet te wijzigen en is aanbevolen om bij eventuele volgende proeven de op te leggen belasting te verhogen.
- De beoogde proeven op de Friese zeedijk richten zich op overgangen met aangebrachte en doorgroeide versterkingsmaatregelen. Echter, naast het aanbrengen van versterkingsmaatregelen zijn er verschillende andere handelingsperspectieven welke in 2018 in kaart zijn gebracht. Hierbij valt te denken aan oplossingsrichtingen zoals het vergroten van kennis, fysieke versterkingsmaatregelen, beheersmaatregelen of het hanteren van lagere belastingen. In 2019 zijn deze handelings-perspectieven geprojecteerd op een



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

zestal typen overgangen (waaronder wegen, trappen, paaltjes etc). Uit deze studie blijkt dat voor de verschillende typen overgangen verschillende handelingsperspectieven relevant zijn. In het rapport wordt tevens aangegeven hoe overgangen in bekledingen kunnen worden ingebed in het beheer van onze primaire keringen. Hiermee kan een belangrijke bijdrage aan de Zorgplicht worden geleverd.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Overgangen tussen dijkbekledingen zijn ook voor Rijkswaterstaat als dijkbeheerder belangrijk. Zo heeft Rijkswaterstaat-GPO vragen gesteld omtrent overgangen aan Rijkswaterstaat-WVL (denk aan bv Afsluitdijk en Houtribdijk). Rijkswaterstaat-WNN heeft in het kader van de dijkversterking IJmuiden behoefte aan een overslagbestendige dijk. Omdat er een weg op de dijk ligt en het talud met gras bekleed moet zijn moeten de overgangen voldoende betrouwbaar zijn tegen erosie door overslag bij zeer extreme weersomstandigheden. Dat vraagt om een innovatieve oplossing. Momenteel is er geen financiering te vinden om grootschalige erosieproeven uit te voeren om innovatieve en zeer sterke materialen als bv geogrids te testen. Daarom is in het afgelopen jaar vooral ingezet op wat beheerders kunnen doen zolang er nog geen innovatieve oplossingen zijn die het probleem “wegengineeren”. Voor het project IJmuiden betekent dit echter nog steeds dat het beste handelingsperspectief is het “versterken van de overgang”. Dat moet dan gebeuren met de beste nu bekende aanpak. Maar in andere gevallen kan het mogelijk zijn de overgang te verleggen, de belastingen te verkleinen of te zorgen dat optredende schade niet kan leiden tot een dijkdoorbraak. Deze handelingsperspectieven zijn van belang voor beheerders van Rijkswaterstaat en de waterschappen.



Beproefde overgang van asfaltbekleding naar doorgroeiestenen



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

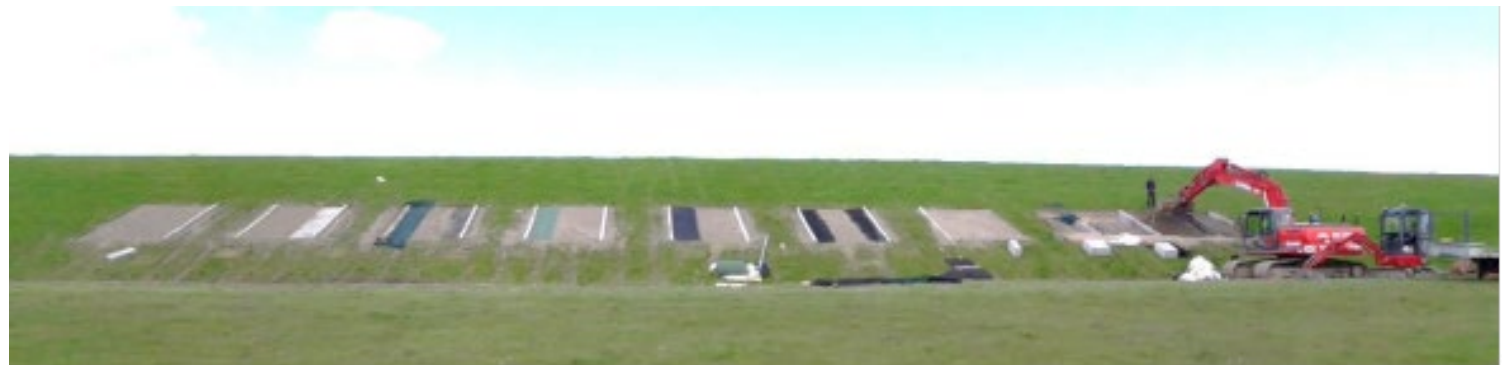
V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken



Monitoring horizontale overgangen
op de Waddenzeedijk



Impressie van pilotsectie met aangelegde versterkingsmaatregelen bij verticale overgangen op de Friese Waddenzeedijk
(de foto is genomen tijdens de aanleg hiervan)

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen**
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

P5 Beheer- en noodmaatregelen

Voor een succesvolle toepassing van de meerlaagsveiligheidsbenadering is veel kennis en ervaring nodig. Het project beheer- en noodmaatregelen richt zich op laag 3, calamiteitszorg. Bij dreigende overstromingssituaties is het van groot belang snel de juiste maatregelen te nemen en deze maatregelen correct uit te voeren, zodat de gevolgen van een overstroming worden voorkomen of geminimaliseerd.

Wiki Noodmaatregelen

Op verzoek van Rijkswaterstaat en STOWA heeft Deltares de Wiki Noodmaatregelen opgezet. Deze Wiki geeft een overzicht van robuuste en betrouwbare stabiliteitsverhogende noodmaatregelen, die bij een (dreigende) overstroming kunnen worden toegepast. Bovendien wordt ook gewerkt aan een kennismanagementsysteem, waarbij de in Nederland en het buitenland beschikbare en ontwikkelde kennis, ervaring en tools op het gebied van noodmaatregelen ontsloten en beschikbaar gesteld worden. Het gaat hierbij om een proces dat start met de waarneming van schadebeelden, dan vaststelt wat de bijbehorende faalmechanismen zijn, en uitmondt in het kiezen, dimensioneren en uitvoeren van geschikte noodmaatregelen.

COP Noodmaatregelen

De COP Wiki Noodmaatregelen bestaat uit waterkeringbeheerders van Rijkswaterstaat en waterschappen, deskundigen van het Ministerie van Defensie en uit verschillende netwerken. De COP signaleert kansen voor professionalisering, initieert activiteiten en onderhoudt contacten met diverse gremia en professionals. Op deze wijze leren partijen van elkaar, definiëren zij gemeenschappelijke onderzoeksdoelen, wordt kennis ontwikkeld en samengewerkt aan nieuwe producten. In dit project zijn in het afgelopen jaar verschillende oefeningen, trainingen en werkinstructies ontwikkeld en is meer samenwerking op het gebied van crisisbeheersing van waterkeringen bereikt. Het afgelopen jaar is hard gewerkt aan het verder ontwikkelen van werkinstructies. We willen nu ook de kustwaterschappen en hun behoeften meer aandacht geven en ook de community verbreden en intensiveren met initiatieven rondom maatregelen bij kunstwerken. Binnen de COP krijgt het aspect “veilig werken” meer aandacht. Hiervoor is in 2019 een handreiking veilig werken ontwikkeld.

Relatie COP Noodmaatregelen met SCW

De COP Wiki Noodmaatregelen is onderdeel van de Samenwerking Crisisexpertise Waterkeringen (SCW). Binnen de SCW werken alle crisispartners in Nederland samen aan de benodigde crisisexpertise, in het bijzonder met het Crisis Team Waterkeringen (CTW). Het CTW is een flexibel inzetbaar team van Rijkswaterstaat en waterschappen dat landelijk (en eventueel internationaal) alle waterbeheerders desgewenst kan bijstaan bij dreiging van overstromingen en op verzoek beschikbaar is om (in situ) te adviseren op het gebied van het (dreigend) falen van waterkeringen en over het inzetten van noodmaatregelen.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 **Beheer- en noodmaatregelen**
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken



Daarnaast is de wiki-noodmaatregelen nu bezig met werkbeschrijvingen en werkinstructies. Deze kunnen eenvoudig door Rijkswaterstaat en de aannemers van Rijkswaterstaat worden gebruikt.

Ook lessen vanuit de uitwisseling bij events in het buitenland (zoals het 'observation protocol' dat met de Britse EA en de Amerikaanse USACE is opgesteld) worden bij de wiki-noodmaatregelen ingebracht en ontsloten waardoor de ervaringen beter en breder ontsloten worden. Dit is voor Rijkswaterstaat maar ook voor andere keringbeheerders van belang.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

De meerwaarde van de wiki-noodmaatregelen wordt duidelijk in de structuur van de Samenwerking Crisisexpertise Waterkeringen (SCW). Zij verbinden meerdere pijlers die nu onder de SCW hangen. Die verbinding is noodzakelijk vanuit het integraal benaderen van waterveiligheidsproblemen. Het CalamiteitenTeam Waterkeringen (CTW) is een grootgebruiker van de Wiki-noodmaatregelen voor inzet en oefeningen. Bij diverse incidenten waarbij het CTW is ingezet is gebruik gemaakt van de wiki-noodmaatregelen.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

P6 Toestand dijkbekledingen / bijdrage wegen aan sterkte

In het project Toestand bekledingen vindt er onderzoek plaats naar de toestand van verschillende typen bekledingen die op een dijk kunnen voorkomen. In 2019 is hierbij vooral aandacht geschonken aan de weg als onderdeel van de dijkbekleding.

Wegen op dijken maken duidelijk dat het keren van water niet de enige functie is van een primaire waterkering. Het mogelijk maken van verkeer is een belangrijke nevenfunctie. In veel gevallen is daarvoor een andere overheidsinstantie verantwoordelijk dan de waterkeringbeheerder [Figuur 1].

In de bestaande leidraden en technische rapporten voor het beheren, beoordelen en ontwerpen van waterkeringen komt het effect van wegen op het functioneren van een dijk als waterkering in beperkte mate aan bod. Er is voldoende aandacht voor de effecten van verkeersbelasting op de stabiliteit van een dijklichaam. Minder aandacht is er voor de betekenis van wegen als bescherming tegen erosie. Dikwijls wordt een wegverharding gezien als een Niet Waterkerend Object. In [Ref1] wordt bepleit om wegen onderdeel te laten uitmaken van de dijkbekleding. Er worden hierbij de volgende aanbevelingen gedaan:

- Wegen op het buitentalud dienen te worden ontworpen en beoordeeld als een vorm van steen- of asfaltbekleding.
- Van wegen op kruin en binnentalud waarbij de wegverharding bestaat uit asfalt of straatklinkers met een hecht verband mag worden verondersteld dat deze voldoende sterkte biedt tegen erosie. Voor onverharde wegen of wegen met een los type wegverharding dient dit verder te worden uitgezocht.

Voor het beheer van wegen als vorm van dijkbekleding worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Er wordt aanbevolen om wegen op de dijk als een aparte elementgroep op te nemen in de Digigids. Op dit moment is er nog heel weinig beeldmateriaal aanwezig met betrekking tot objecten die een relatie hebben met wegen op dijken.
- In het kader van de Omgevingswet verandert er het één en ander ten aanzien van regelgeving rond duinen en wegen en komt er een verplichting om vergunningsgegevens digitaal vast te leggen. Voor Rijkswaterstaat als weg- en waterkeringbeheerder kan het interessant zijn om hier een pilotproject voor op te starten.

In [Ref2] (zie ook hoofdstuk 'Overgangen dijkbekledingen') komt het onderwerp wegen aan bod wanneer er sprake is van de overgang van een weg op een grasbekleding (een wegberm). Aan de hand van mogelijke handelingsperspectieven is beschreven welke handelingsperspectieven een waterkeringbeheerder heeft.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

Wanneer wegen op dijken als een type bekleding wordt beschouwd, biedt dit de waterkeringbeheerder mogelijkheden om richtlijnen te geven aan het ontwerp en beheer van de wegverharding en de aansluitende berm. Dit dient er toe te leiden dat de samenwerking tussen wegbeheerder en waterkeringbeheerder wordt versterkt waardoor er mogelijkheden ontstaan om de sterkte van de dijk te vergroten en/of de kosten van aanleg en beheer te reduceren.



De gecombineerde rol van waterkeringbeheerder en wegbeheerder.
Links Rijkswaterstaat, Rechts: waterschappen [Referentie: 1]

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat heeft een flink aantal dijken in beheer waar zich wegen op bevinden (zie Figuur, links). Deze korte studie laat aan beheerders zien wat daarbij allemaal kan spelen. Daarbij moet men zich er ook van bewust zijn dat wegen tevens een waterkerende functie hebben.

Referenties

[REF1]: Deltares. 2019a. Wegen op dijken; Onderdeel van de dijkbekleding. Rapport 11203682-003-ZWS-0002.

[REF2]: Deltares. 2019b. Handelingsperspectieven overgangen in de praktijk. Rapport 11203682-002-ZWS-0004.

(Dit rapport is ontstaan in samenwerking met het andere deelproject KPP-VOW Overgangen)

Inhoudsopgave

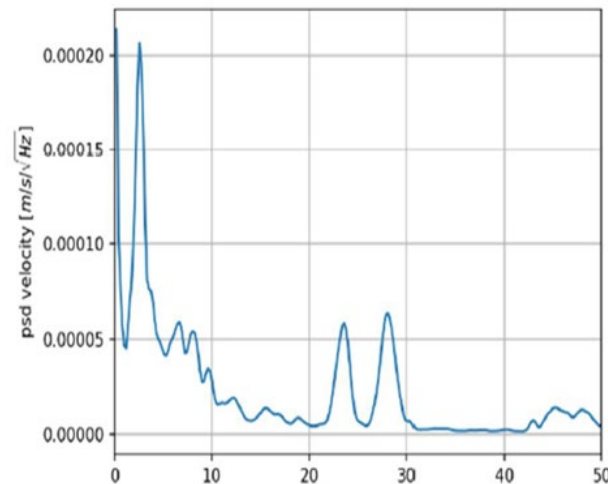
Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)**
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

P7 Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen

Een draaiende windturbine genereert trillingen in de bodem. Als de windturbine op een waterkering staat, kan dat nadelige effecten hebben op de stabiliteit van de waterkering. Er is daarom een handreiking ontwikkeld, die een beheerder van een waterkering ondersteunt bij de beoordeling van de toelaatbaarheid van een windturbine op een waterkering. De handreiking is gebaseerd op de kennis die op de TU Delft is ontwikkeld. Deze kennis is in 2018 aangepast aan het nieuwe toetsinstrumentarium en vertaald naar de praktijk.

Om de handreiking betrouwbaarder te maken en verder te verbeteren is een meting voorzien, waarmee het ontwikkelde model kan worden onderbouwd. Daarna moet voor de handreiking op basis van het model en de empirische onderbouwing grenswaarden worden afgeleid waarmee snel kan worden vastgesteld in welke situaties een eenvoudige beoordeling volstaat, en wanneer een gedetailleerde of geavanceerde beoordeling noodzakelijk is.



In verband met de lage frequenties die door een windturbine worden gegenereerd is het meten van deze trillingen lastig. Daarom is in dit onderzoek aandacht besteed aan geschikte meetapparatuur om dit betrouwbaar vast te stellen. Gebleken is dat hoogwaardige versnellingsopnemers met voldoende laag ruisniveau hiervoor bruikbaar zullen zijn.

De benodigde opnemers zijn kostbaar, zodat een beperking van het aantal opnemers noodzakelijk is. Een bruikbare opzet van de monitoring is uitgewerkt. De uitvoering van de meting is voorzien in het voorjaar 2020.

Power spectral density van de trillingssnelheid bij een werkende windturbine

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Het 'medegebruik' van waterkeringen door windturbines wordt in belangrijke mate belemmerd door de onbekendheid met de invloed van een windturbine op de veiligheid van een waterkering. Dit is een generieke kennislacune voor zowel de waterkeringen van Rijkswaterstaat als van andere waterkeringbeheerders. De studie leidt tot het kwantificeren van de trillingen en eisen aan de opnemers, zodat de effecten beter beoordeeld kunnen worden of eisen aan het ontwerp en controle van een windturbine beter gespecificeerd kunnen worden. Een belangrijke stap in het faciliteren van medegebruik van keringen door windturbines.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben**
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

P8 Optimalisatie van kribben

Het Nederlandse riviersysteem wordt gekenmerkt door het gebruik van kribben, onder andere voor oeverbescherming, behoud van voldoende stromingsdiepte voor de scheepvaart in de hoofdgeul tijdens laagwaters en voor het creëren van biodiversiteit in de kribvakken. Echter, bij hoogwater verhogen de kribben de weerstand in de rivier, aangezien ze dan obstakels vormen in het dwarsprofiel. Dit resulteert in verhoogde waterstanden. Hoeveel waterstandsverhoging de kribben veroorzaken, bij verschillende overstromingscondities van deze kribben, is nog niet eerder kwantitatief vastgesteld.



Rijkswaterstaat heeft de afgelopen decennia overwogen om kribben te verlagen of te stroomlijnen, om de kribweerstand tijdens hoogwater te verminderen. Er zijn een aantal testprojecten gerealiseerd (bijvoorbeeld in de Waal tussen Beuningen en Gorinchem) om het (lange termijn) effect op de stroming en morfodynamica in de rivier te onderzoeken. Deze effecten (zowel hydro- als morfodynamisch) zijn tot op heden echter nog niet gekwantificeerd. Daarom hebben Rijkswaterstaat en de Technische Universiteit Delft besloten hiervoor een fysisch laboratoriumexperiment op te zetten bij de TUD.

Deltares is belast met het uitvoeren van voorlopige simulaties van de gootexperimenten, ter ondersteuning van het ontwerp van de experimentele opstelling; bijv. om het effect van de bodemhelling in de goot en de kribvelden te beoordelen.

Het onderzoek dient om inzicht te geven in de verwachte waterstanden en stromingspatronen in de laboratoriumgoot die zal worden gebouwd bij de TUD. Deze zijn gekwantificeerd voor zowel een hoge als een lage afvoer en waterniveaus. De hoofdconclusie is dat zowel de longitudinale bodemhelling als de bodemhelling van de kribvakken dwars op de stroomrichting een beperkt effect hebben op de (lokale) waterstanden en de stroomverdeling.

Een tweede doel van dit onderzoek was om te beoordelen of de effecten van aanpassingen van de kribben met significante nauwkeurigheid in de goot meetbaar zijn. De variatie van het waterniveau over de lengte van de goot bleek klein te zijn. De effecten op de waterdiepte van het verlagen of stroomlijnen van kribben zullen naar verwachting een orde van grootte kleiner zijn. Dienovereenkomstig is het noodzakelijk om voldoende nauwkeurige meetinstrumenten te gebruiken en effectieve meetstrategieën toe te passen voor het elimineren van variabiliteit van gootcondities en meetonzekerheid.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

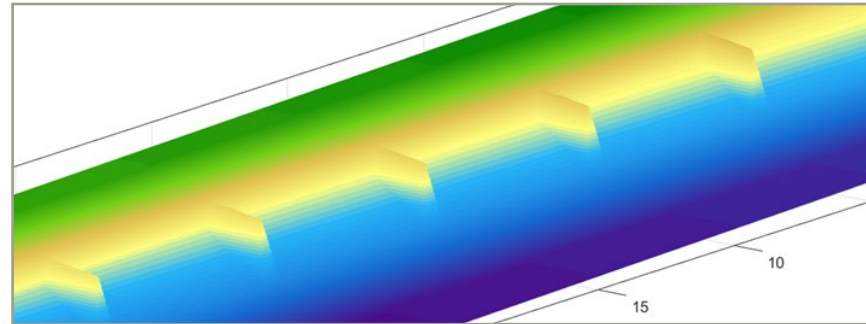
P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

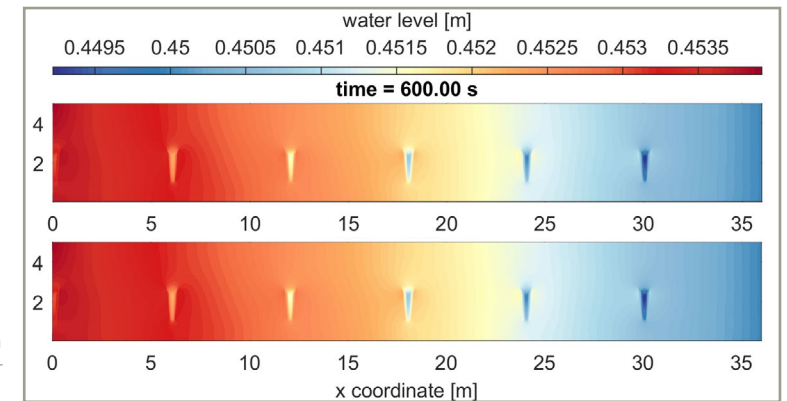
V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

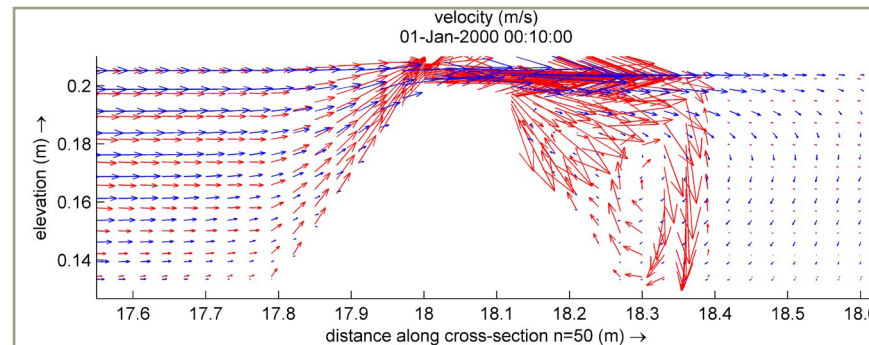
V3 Verkenning kunstwerken



Driedimensionale weergave van de hoogteligging van de rivierbodem, zoals aangenomen in het model



Niveau van het wateroppervlak voor het geval van een vlakke (boven) en hellende (onder) bodem; beide voor het geval van hoge afvoer.



Stroming over kribben: vergelijking tussen het hydrostatische o-laagmodel (blauw) en het niet-hydrostatische z-laagmodel (rood).

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Met de inzichten uit dit onderzoek en de hierop te baseren modellen is het mogelijk om in planstudies kribvakevers en kribprofielen effectief te optimaliseren voor hoogwaterveiligheid, scheepvaart en natuur. Omdat op kriboevers veel verschillende rivierfuncties samenkomen draagt dit bij aan een werkelijk integraal rivier management.

Inhoudsopgave

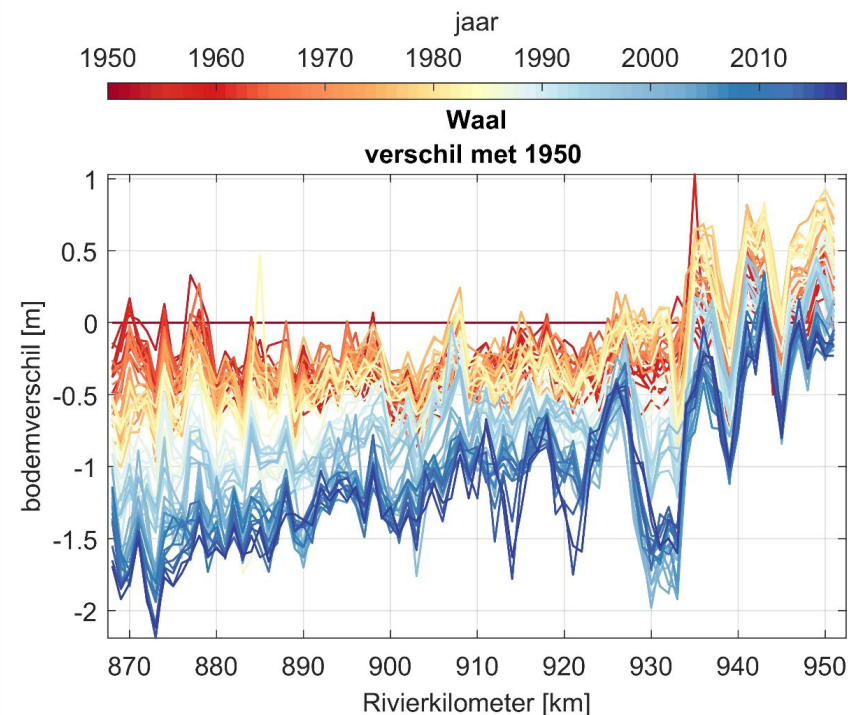
Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 **Morfologie en scheepvaart**
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

P9 Morfologie en scheepvaart

In dit deelproject is een onderzoek uitgevoerd naar de trends in de bodemhoogte en de sedimenteigenschappen bij de splitsing van Pannerden. In de analyse zijn veldmetingen vergeleken met de uitkomsten van het Delft3D-model voor de Duurzame Vaardiepte Rijndelta. Omdat het model en de metingen verschillende tijdspannen bestrijken, was het een uitdaging om de uitkomsten direct te vergelijken. Op basis van metingen lijkt het bedniveau in de buurt van de splitsing de laatste jaren te stabiliseren, terwijl het model de neiging heeft het rivierbed sneller te laten eroderen dan uit de metingen blijkt. Op basis van de beperkte gegevens konden eventuele trends in de sedimentdiameter niet met voldoende nauwkeurigheid worden bepaald. Daarnaast was het niet mogelijk om een vereenvoudigde relatie af te leiden op basis van de modeloutput, die de ontwikkeling van de sedimentsamenstelling relateert aan sprongen in het bedniveau bij de splitsing.

Het begrijpen en kunnen voorspellen van de toekomstige evolutie van Pannerden-splitsing blijft een belangrijk onderwerp voor toekomstig onderzoek. Verdere analyse van de gegevens, modelkalibratie, testen en verbeteren van modelconcepten, zoals van de opbouw en het uiteenvallen van beschermende lagen, zullen naar verwachting in 2020 leiden tot verder inzicht.



Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Als op basis van historie en opbouw van sedimentlagen iets gezegd kan worden over historische situaties en ontwikkelingen is het wellicht ook mogelijk iets te zeggen over toekomstige situaties met grotere of kleinere debieten dan thans. Door hier kennis over op te bouwen kunnen toekomstige kosten van beheer en onderhoud beperkt worden.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

P1 Asset management

P2 Quick reaction force

P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties

P4 Overgangen dijkbekledingen

P5 Beheer- en noodmaatregelen

P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte

P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)

P8 Optimalisatie kribben

P9 Morfologie en scheepvaart

P10 Stormklimaat

P11 Waterdiepte/golfoverslag

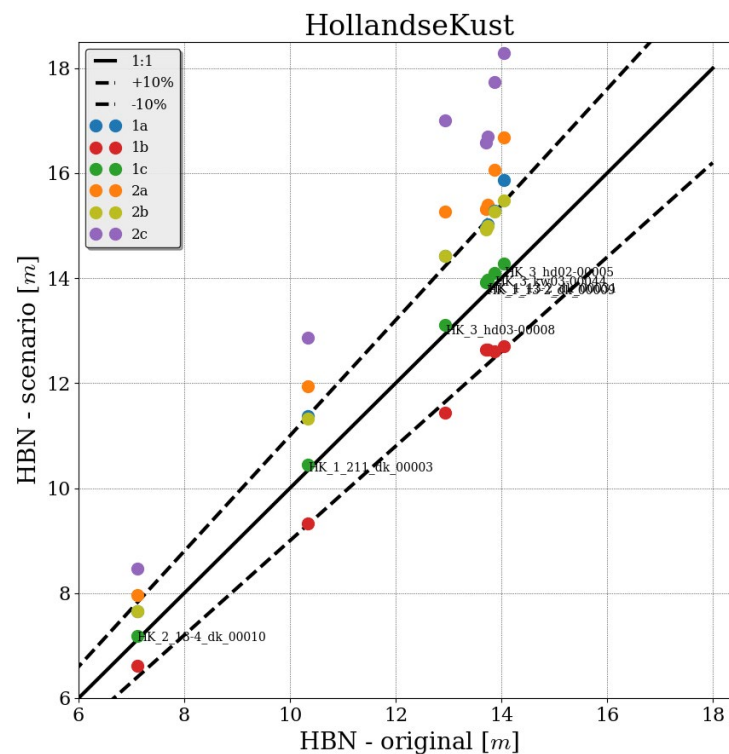
V1 Verkenning hoogwaterscenario's

V2 Verkenning graverij

V3 Verkenning kunstwerken

P10 Stormklimaat

Voor het ontwerpen en beoordelen van primaire waterkeringen wordt in Nederland gebruik gemaakt van probabilistische methoden, die onderdeel uitmaken van het Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium (BOI). Onzekerheden in hydraulische belastingen worden daarin expliciet in rekening gebracht. Het effect van zeespiegelstijging is daarin verdisconteerd. Maar dit geldt niet voor klimaatgeïnduceerde onzekerheden in het stormklimaat. Met een verkennende studie is een eerste ruwe inschatting gegeven van de grootte van de stormklimaatonzekerheden en hun effecten op de hydraulische belastingen.



Om enigszins realistische schattingen van variaties van parameters van de huidige windstatistiek te verkrijgen, zijn experts op het gebied van statistiek en klimaatverandering bevroegd naar hun mening. Dit met het doel om tot een aantal scenario's voor het huidige en toekomstige (2100) stormklimaat te komen. Op basis van de expertsessie is een plausibel toekomstscenario gedefinieerd met 5% meer wind dan de huidige BOI-windklimaatstatistiek, en een onzekerheidsband die toeneemt van 5% naar 12%. Dit omdat niet uitgesloten kan worden dat actieve restanten van tropische cyclonen Nederland vaker zullen kunnen bereiken. In de expertsessie is op basis van nog te valideren nieuwe kennis ook een aangepast scenario gedefinieerd voor het huidige klimaat. Dat scenario gaat uit van gemiddeld 5% minder wind dan in de BOI-statistiek, maar wel met een onzekerheid die toeneemt van 5% naar 10%.

Met behulp van Hydra-NL berekeningen is het effect van de verschillende scenario's op de waterstand en de benodigde kruinhoogte (HBN) bepaald op locaties in de meren en kustregio's. Het aangepaste scenario voor het huidige klimaat leidt nauwelijks tot veranderingen in waterstand en HBN. Het toekomstscenario leidt tot significante toenames van de waterstand (0,4 – 0,6 m op de meren voor wind-dominante locaties). Daarnaast neemt het HBN toe met 1 – 2 m voor wind-dominante locaties en 1,5 – 4 m voor kustlocaties.

Ook een verandering in windrichting heeft impact, maar die is aanzienlijk kleiner



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

Het is nu nog te vroeg om deze inzichten te implementeren in het BOI. Er is namelijk dermate weinig kwantitatieve kennis over het toekomstig stormklimaat, dat de trends en onzekerheden in stormklimaat voor de huidige verkenning afgeschat moesten worden op basis van expert judgement. Nader onderzoek naar trends en onzekerheden in stormklimaat (en impact daarvan) is dan ook nodig. Zeker omdat dit relevant is voor een groot deel van de primaire keringen: in getijwateren, langs de grote meren, en in overgangsgebieden.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Voor het ontwerp van waterkeringen van Rijkswaterstaat en waterschappen is het cruciaal om toekomstige trends en onzekerheden te verdisconteren. Voor het Deltaprogramma geldt dat evenzeer, zowel voor een geloofwaardige Rijkswaterstaat-bijdrage daaraan, als voor het formuleren van toekomstvaste handelingsperspectieven.

Voor zeespiegelstijging worden die toekomstige trends en onzekerheden al verdisconteerd. Veranderend stormklimaat heeft tot nu toe echter (te) weinig aandacht gekregen. Via dit project wordt eraan gewerkt dit hiaat in te vullen.

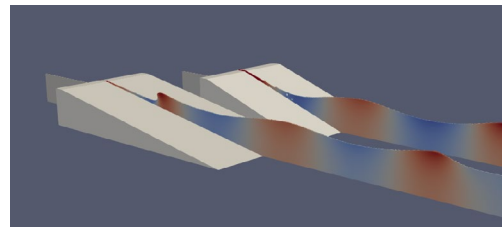
Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag**
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

P11 Waterdiepte/golfoverslag

De eisen ten aanzien van golfoverslagcondities bepalen voor een aanzienlijk deel de benodigde kruinhoogte en daarmee het ruimtebeslag van een waterkering. De onzekerheid rondom golfoverslagmodellen is relatief groot. De golfoverslagcondities zijn afhankelijk van de hydraulische condities, de ruwheid van het buitentalud en de geometrie van de dijk. In de bestaande formuleringen wordt de waterdiepte niet meegenomen. Er is in 2015 echter, door middel van een bureaustudie, aannemelijk gemaakt dat de waterdiepte wel degelijk een significante invloed kan hebben op de golfoverslagcondities. Indien dit kan worden aangetoond en kan worden gekwantificeerd is het mogelijk om de onzekerheid van de golfoverslagmodellen te verkleinen waardoor er efficiënter kan worden ontworpen en scherper kan worden beoordeeld. Mogelijk kunnen toekomstige dijkversterkingen daarom worden uitgesteld of beperkter van omvang zijn.



Figuur X: Schematische weergave van numerieke simulatie met OpenFoam

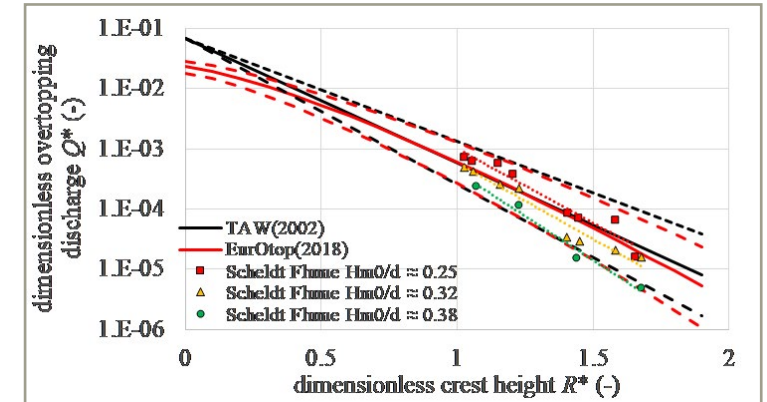


Deltares Scheldegoet waarin de golfoverslag is gesimuleerd

is gevarieerd. Uit deze proeven bleek dat bij een kleinere waterstand (en gelijke andere condities) de golfoverslagcondities beperkter waren. Aan de hand van deze resultaten is een voorstel gedaan om het bestaande golfoverslagmodel aan te passen. Met het bestaande en aangepaste model is een predictie gedaan van verschillende testen in een al bestaande database (CLASH database). Hieruit bleek dat de spreiding kleiner is geworden.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

De huidige reken- en ontwerpregels voor golfoverslag houden geen rekening met de waterdiepte vóór de dijk. Dit project richt zich daarom op de invloed van de waterdiepte voor de waterkering op de golfoverslag, en daarmee op het ontwerp. Daarmee kunnen mogelijk te zware versterkingen bij Rijkswaterstaat-waterkeringen met voorland, en een wellicht onvoldoende veilige waterkering wanneer het een schaadrijk betreft, worden voorkomen.



Figuur X: invloed van dimensionele waterdiepte H_{mo}/d op het golfoverslagdebiet. H_{mo} is de significante golfhogte aan de teen, d is de diepte aan de teen.

V1 Verkenning hoogwaterscenario's

Stel je voor: je wilt een goed nieuw hoogwaterscenario maken.... voor crisismanagers;

- Met aandacht voor de hiaten in de kennis
- Met aandacht voor handelingsperspectief
- En met aandacht voor de strategische vragen voor de toekomst.

Crisismanagers zijn niet de makkelijkste klanten. Er is veel ervaring en men heeft een duidelijk beeld van de eigen organisatie en men heeft alles wel eens gezien... toch?

Hoe kom je tot zulke nieuwe scenario's?

- Wat moet daar dan in zitten?
- Welke ingrediënten heb je nodig?
- Wat is er allemaal al?
- Wat maakt een oefening voor een CM tot een succes?

Deze vragen en andere zijn aan de orde geweest in de Quickscan Hoogwaterscenario's. Aan de hand van tientallen hoogwaterscenario's die met verschillende doelen zijn gemaakt, zijn de vaste onderdelen bij scenario's rond hoog water geïdentificeerd en zijn elf andere onderwerpen benoemd die een scenario kunnen verrijken.

Bij de workshop bleek dat de crisismanagers met name behoefte hebben aan het goed kunnen doorleven en dat ze graag het menselijk gedrag van bestuurders getoetst zien aan de protocollen: wat doet deze bestuurder echt als het foute boel is? Hoe rolvast is men dan en hoe communiceren de verschillende kolommen met elkaar?

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Tijdens een hoogwatercrisis met een dreigend falen van waterkeringen heeft Rijkswaterstaat geen tijd om na te denken welke scenario's er zijn om te situatie beheersbaar te maken dan wel de gevolgen te beperken. We zullen dat ook niet als waterkeringbeheerder alleen doen, we gaan hulp nodig hebben van of leveren aan andere waterkeringbeheerders (waterschappen), veiligheidsregio's, defensie. Rijkswaterstaat heeft er dus een belang bij scenario's op de plank te hebben liggen die het handelingsperspectief bieden vanuit verschillende dreigingensituaties. Met deze scenario's kan in de koude fase samen geoefend worden zodat we in de warme fase effectief kunnen handelen. Met de elementen uit de quickscan ligt er een voorstel hoe er voor komend jaar een effectief scenario gemaakt kan gaan worden. De invulling voor 2020 zal plaatsvinden samen met een aantal van de crisismanagers. De bruikbaarheid van een op deze manier opgezet scenario kan op deze manier meteen worden getest.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

V2 Verkenning graverij door dieren

Help! Er zitten bevers in mijn kering

Wat nu? Meten is weten! Of toch niet? Meten van hollen is niet zo eenvoudig als het lijkt, zo bleek uit een uitvraag van de STOWA onder verschillende waterschappen. Tot nu toe worden hollen van bevers vaak bij toeval ontdekt. Het inzetten van meettechnieken gebeurt vaak na zo'n toevallige ontdekking op de plaats van het incident. Als herstelmaatregelen nodig zijn komt dat vaak neer op het afgraven en opnieuw opbouwen van de waterkering.

Veelbelovende meettechnieken voor het opsporen van beveractiviteit

De door de waterschappen al toegepaste technieken zijn in een eerste verkenning, een quickscan, onder de loep genomen. De mate van succes blijkt in deze scan redelijk voorspelbaar. Zo werkt de grondradar relatief goed bij droge zandgronden en een stuk minder bij zeer natte ondergrond met een dikke kleilaag. Naast de meest succesvolle bekende technieken van sonar/fishfinder en grondradar, zijn in de quickscan rond de meettechnieken voor bevers twee veelbelovende, nog niet voor dit doel ingezette meettechnieken geïdentificeerd:

- de glasvezeltechniek, om activiteit van levende bevers te detecteren,
- en de EM-techniek waarmee holtes kunnen worden onderscheiden. (Zie foto: EM onder een drone).

Deze technieken hebben bij andere toepassingen hun effectiviteit bewezen. In de living lab van de Hedwige Prosperpolder is er een mooie kans om verschillende meettechnieken te toetsen, zij het op hollen van andere dieren: bevers zijn daar nog niet gespot.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

Perspectief

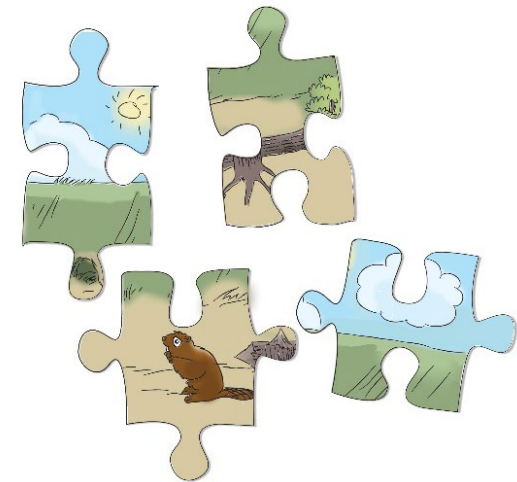
Er lijkt een wereld te winnen te zijn bij de inzet van meettechnieken voor het meten van hollen en holtes. Dit kan langs drie sporen:

1. Het eerste spoor is afstemming van de te gebruiken onderzoeksmethode op de beschikbare kennis van de ondergrond, en de verzameling van informatie met de inzet van de bovengenoemde nieuwe meettechnieken.
2. Het tweede spoor is het gebruik van kunstmatige intelligentie. Om de algoritmes te kunnen trainen die nodig zijn, is er vooral veel en goede data nodig. Data van meettechnieken moet samenkomen met data van ecologen, en dan gecombineerd worden met gebiedskenmerken en andere relevante data. Op termijn kunnen de verschillende soorten data ingezet worden voor algoritmes ten behoeve van Machine Learning en Artificial Intelligence, die mogelijk kunnen helpen bij het identificeren van risicolocaties.
3. Het derde spoor is onderzoek naar de invloed van gegraven hollen en gangen op de stabiliteit van de dijk, om de inschatting te onderbouwen of er wel of geen veiligheidsprobleem is.

De gecombineerde kennis van deze sporen zal uiteindelijk inzicht kunnen geven in verspreiding, kosten en risico's. Dat is de informatie die nodig is om een besluit te nemen om te handelen en om investeringen in preventieve maatregelen te rechtvaardigen en dus om een afweging te kunnen maken tussen natuurwaarde en overstromingsveiligheidsreductie.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

In deze quickscan is verder gekeken dan alleen de techniek om holtes op te sporen. Want met meten en dus weten waar bevers zitten (of gezeten hebben) begint de bestrijding pas (?). Wat kun je met de kennis? Het resultaat is een opmaat naar handelingsperspectief voor beheerders, met uiteindelijk zicht op de reductie van het veiligheidsniveau van het IPO of van het LIR (van praktische proeven naar uiteindelijk de verwerking in de toetsing). Dat is nodig om een weloverwogen beslissing te kunnen nemen. Het levert een plan op om de puzzelstukjes met de noodzakelijke deelkennis bijeen te brengen.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken

V3 Verkenning kunstwerken

Deltares heeft eind 2019, met ondersteuning van Greenrivers en Bob van Bree Waterbouwkundig advies, een verkennende inventarisatie uitgevoerd naar de voortgang van de beoordeling van waterkerende kunstwerken. Achterliggende gedachte is dat er inmiddels veel tools beschikbaar zijn, maar dat onvoldoende kan worden ingeschat hoe het beoordelingsproces bij kunstwerken (als onderdeel van dijktrajecten) verloopt.

De voortgang van het beoordelingsproces zou kunnen worden belemmerd, bijvoorbeeld door gebreken in het beschikbare instrumentarium of de beschikbare capaciteit bij beheerders. Het is wenselijk dergelijke belemmeringen tijdig te signaleren en waar mogelijk weg te nemen. Een volledig beeld van de voortgang bij Rijkswaterstaat en waterschappen is hierbij gewenst. In de voorbereiding van de verkenning is daarom afgestemd met het programma “Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium” (BOI), waarin voor 2020 een nulmeting is gepland rondom primaire waterkeringen.

In de verkenning kunstwerken is een vragenlijst opgestuurd naar relevante beheerders, waarbij het netwerk van Kennis- en Kundeplatform Kunstwerken is gebruikt. Vier beheerders hebben de vragen beantwoord. De representativiteit van de conclusies op basis van deze beperkte respons is daarmee onbekend.

Op basis van de resultaten lijkt de gemiddelde voortgang van het beoordelen van waterkerende kunstwerken redelijk volgens planning te verlopen, en lijken de beheerders de weg naar de landelijke ondersteuningskanalen redelijk te vinden. Verder blijkt dat, ondanks dat het merendeel van de respondenten aangeven een kunstwerken-specialist binnen de organisatie te hebben, meestal de markt bij het beoordelen wordt betrokken. Daarmee lijken zorgen over de voortgang van het beoordelingsproces vooralsnog ongegrond...

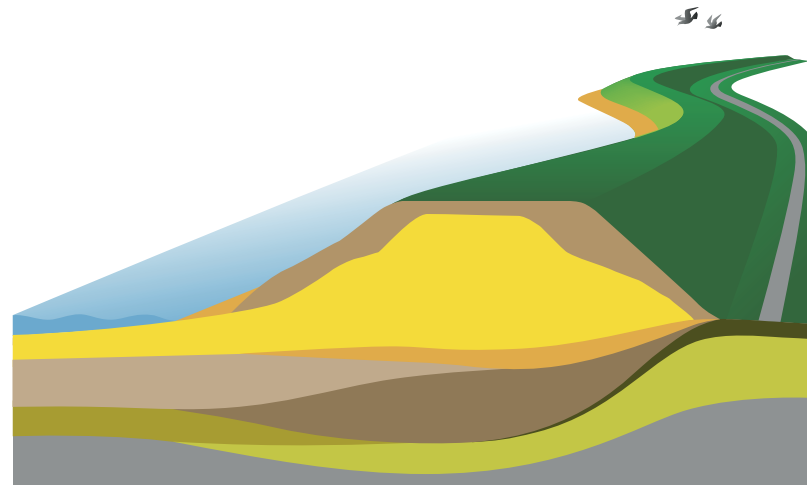
Het is de bedoeling om de resultaten uit de verkenning over te dragen aan het team dat in 2020 namens het BOI aan de nulmeting gaat werken. Dat omvat ook de genoemde verbeterpunten van het instrumentarium voor kunstwerken, namelijk het vergroten van de verklaarbaarheid van rekenresultaten en de ondersteuning bij het beoordelen van de constructieve sterkte van kunstwerken. Verder wordt het ook zinnig geacht om intercollegiaal overleg tussen kunstwerken-specialisten van (alle) beheerders – bijvoorbeeld via het Kennis- en Kundeplatform Kunstwerken - te blijven ondersteunen en stimuleren.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- P1 Asset management
- P2 Quick reaction force
- P3 Kennisalliantie
slachtoffers&evacuaties
- P4 Overgangen dijkbekledingen
- P5 Beheer- en noodmaatregelen
- P6 Toestand dijkbekledingen /
bijdrage wegen aan sterkte
- P7 Multifunctioneel gebruik
dijken (windturbines)
- P8 Optimalisatie kribben
- P9 Morfologie en scheepvaart
- P10 Stormklimaat
- P11 Waterdiepte/golfoverslag
- V1 Verkenning hoogwaterscenario's
- V2 Verkenning graverij
- V3 Verkenning kunstwerken



WBI-2017

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Via deze verkenning is inzicht verkregen in de wijze waarop Rijkswaterstaat gesteld staat voor de beoordeling van de kunstwerken. Tevens draagt deze verkenning bij aan een efficiënte invulling van het programma Vervanging en Renovatie.

