



Voortgangsbericht KPP-project Versterking Onderzoek Waterveiligheid

801



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfoploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen



Samen met vele andere partijen voert Deltares onderzoek uit voor Rijkswaterstaat op het gebied van waterveiligheid. Dit gebeurde tot en met 2022 in het kader van het KPP-project Versterking Onderzoek Waterveiligheid (VOW), waarin KPP staat voor Kennis Primaire Processen¹. Rijkswaterstaat gebruikt de uitkomsten van het onderzoek om zijn primaire proces rondom waterveiligheid te verbeteren. Hierbij gaat het om kostenbesparingen bij aanleg, beheer en onderhoud, om betere risicobeheersing en om 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 in de vorm van 16 beknopte teksten de hoogtepunten in beeld van de werkzaamheden die we in 2022 hebben uitgevoerd. Daarbij heeft Rijkswaterstaat in het kort aangegeven welke meerwaarde het project voor Rijkswaterstaat heeft.

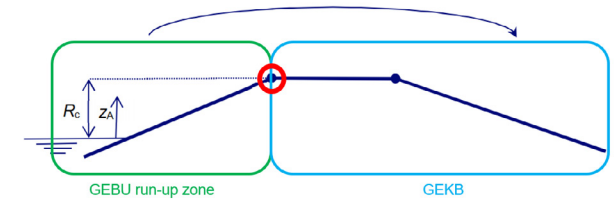
¹ Met ingang van 1 januari 2023 gaat het project door onder de vlag van SITO, waarbij SITO staat voor Subsidieregeling voor Instituten voor Toegepast Onderzoek.

1. **Parameters stroomsnelheden dijktaalud**
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud

Veel van de Nederlandse dijken hebben een grasbekleding. Deze grasbekleding wordt, behalve door de impact van golfklappen, belast door het stromende water tijdens golfploop en -overslag. Deze fenomenen worden in de BOI-systematiek (Beoordelings- en OntwerpInstrumentarium) geadresseerd via de initiële mechanismen ‘graserosie buitentalud in de oploophoogte’ (GEBU oploophoogte) en ‘graserosie kruin en binnentalud’ (GEKB). Voor beide mechanismen wordt gerekend met de cumulatieve overbelastingmethode (COM), waarin de stroomsnelheid van het water een belangrijke rol speelt. De stroomsnelheden van golfploop en -overslag worden beïnvloed door de geometrie en de ruwheid van de dijkbekleding.

In 2022 is een literatuurstudie uitgevoerd naar de invloedsfactoren van de oploophoogte en de snelheid van overslaande golven. Hierbij is gekeken naar de aannames van verschillende onderliggende studies, om een beeld te krijgen hoe de invloedsfactoren in een probabilistische methode meegenomen kunnen worden en hoe deze in de toekomst verbeterd kunnen worden.



De golfploophoogte wordt gebruikt om de oploophoogte te berekenen. De bekleding, de geometrie van het dijktaalud en de hoek van golfval kunnen zorgen voor een afname van de oploophoogte. De invloedsfactoren die deze reductie kwantificeren zijn veelal gebaseerd op (een beperkte hoeveelheid) onderzoek uit het verleden. Vanwege de beperkte hoeveelheid experimenten, die destijds zijn uitgevoerd, is er voor de meeste invloedsfactoren niet genoeg data beschikbaar om de onzekerheden van deze factoren te bepalen en er op een volledig stochastische manier mee te rekenen. Een eerste advies is om kennis uit meer recente studies gerelateerd aan golfploophoogtereductie mee te nemen in de formules. Daarnaast is het belangrijk om op een nauwkeurigere en meer systematische manier nieuwe metingen voor golfploop uit te voeren. Op deze wijze kan het toepassingsbereik van de formules uitgebreid worden voor veel voorkomende situaties die door de bestaande formules en de achterliggende data niet gedekt worden.

Voor golfoverslag bevat de COM een versnellingsfactor op het binnentalud. Hoewel de versimpeling van een constante versnellingsfactor van 1.4 vaak gebruikt wordt vanuit praktische overwegingen, wordt de snelheid significant beïnvloed door de steilheid van het binnentalud en de initiële snelheid op de kruin. Er zijn analytische formules beschikbaar voor een meer nauwkeurige berekening van de snelheidsontwikkeling langs de kruin en het binnentalud. Deze formules resulteren in een lagere snelheid aan het einde van de kruin en een grotere versnelling langs het binnentalud vergeleken met de vigerende methode.

De resultaten uit deze studie bieden belangrijke aanknopingspunten voor mogelijke aanscherpingen van de initiële mechanismen GEKB en GEBU oploophoogte, om zo een betere schatting van de faalkans te verkrijgen voor dijken met grasbekleding.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

2. Graverij in waterkeringen door dieren

Het afgelopen jaar is de toename van graverijen door dieren in waterkeringen en andere infrastructuur, met name door de bever, menigmaal in het nieuws geweest. Voorbeelden hiervan zijn de ondergraving van het spoor bij Ternaarlo, op de lijn Den Bosch - Eindhoven, en het afschieten van bevers in graverijen aan de buitenteen van de Waalbandijk te Wamel. Door de graverijen in de dijk neemt de weerstand van de dijk tegen hoogwater sterk af.

De afgelopen jaren is ook droogte steeds vaker in het nieuws. Niet alleen door graverijen neemt de weerstand van de dijk tegen hoogwater af, maar ook door droogte.

Het doel van het onderzoek naar degradatie van dijken door graverijen en droogte is om deze fenomenen in kaart te brengen, de effecten ervan op de infrastructuur te kwantificeren en met de opgedane kennis gerichte en proportionele maatregelen te ontwerpen. De invloed van dierlijke graverijen en droogtescheuren op de conditie van dijken wordt ingeschat op grond van beschrijvingen van waarnemingen ervan in waterkeringen. De eventuele onderlinge samenhang tussen dierlijke graverij en droogte is hierbij aan de orde gekomen, evenals het potentiële risico voor de waterveiligheid en het bijbehorende handelingsperspectief. Dit onderzoek zal in 2023 worden voortgezet om aan deze doelstelling te kunnen voldoen.

Gelet op de verwachte doorgaande klimaatverandering en de waargenomen groei van diverse dierlijke populaties zijn mogelijk diverse aanpassingen noodzakelijk op de volgende aspecten:

- Het beheer en onderhoud van de dijk.
- De overstromingskansanalyses.
- De aanleg of versterking van dijken.

Deze aspecten worden in 2023 verder uitgewerkt.



Uitgegraven beverhol in de IJsseldijk (foto: WDOD).

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

3. Kunstwerken

Het afgelopen jaar lag de focus binnen dit deelproject op het verbeteren van de beoordeling van de weerstand tegen onder- en achterloopsheid bij waterkerende kunstwerken. In deze beoordeling zit nog veel ruimte om onzekerheden te verkleinen. Zo is het vaak niet duidelijk of piping, gezien het grondwaterregime in de omgeving en de staat van (constructieve) voorzieningen bij de kunstwerken om de weerstand hiertegen te vergroten, überhaupt een relevant faalmechanisme is. Aangezien deze onzekerheden soms leiden tot onnodige afkeuring en navolgende versterking, is een betere connectie tussen de disciplines geohydrologie en geotechniek gewenst. Het onderzoek in 2022 heeft zich gericht op het beantwoorden van de volgende vragen:

- Wanneer is het gunstig een verbinding te leggen tussen geotechniek en geohydrologie?
- Welke geohydrologische modellen en meetmethoden om de uitkomsten daarvan te verifiëren zijn beschikbaar en hoe kunnen die worden ingezet bij de beoordeling van kunstwerken?
- Welke toegevoegde waarde kan een geohydrologisch model hebben voor de analyse in het beoordelen van de weerstand tegen onder- en achterloopsheid?

Voor de beantwoording is gezocht naar een passende combinatie van een geohydrologische systeemanalyse en geotechnische methodieken in een voorbeeld, i.e. keersluis Zierikzee. Qua geohydrologische modellen betreft dat (van grof naar fijn) de semi-analytische fragmenten methode, het eindige differentie model Modflow en het eindige elementen model DgFlow. In het voorbeeld blijkt uit deze modelberekeningen dat er, vanwege de nabijgelegen diepe polder, nagenoeg geen grondwaterstroming langs het benedenstroomse kwelscherm plaatsvindt. En dus dat er onder maatgevende condities daar geen korreltransport optreedt. Dit zou betekenen dat er ook kan worden afgezien van het gebruik van de geotechnisch toetsregels (Bligh en Lane) om de weerstand tegen onder- en achterloopsheid te toetsen.

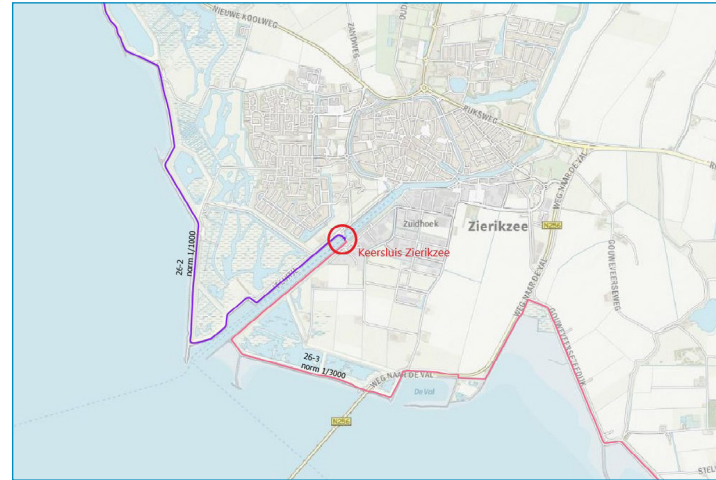
Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Met dit voorbeeld illustreren we de meerwaarde die het kan opleveren om bij het beoordelen van de weerstand tegen onder- en achterloopsheid een kunstwerk als onderdeel van zijn omgeving te beschouwen. Vanuit de verbinding tussen geohydrologie en geotechniek, i.e. door bij een beoordeling een eerste screening door een geohydroloog te laten doen, wordt tot essentiële informatie voor het verhaal van de kering gekomen. En met het rapport creëren we meer bewustwording over en inzicht in geohydrologische aspecten rondom kunstwerken.

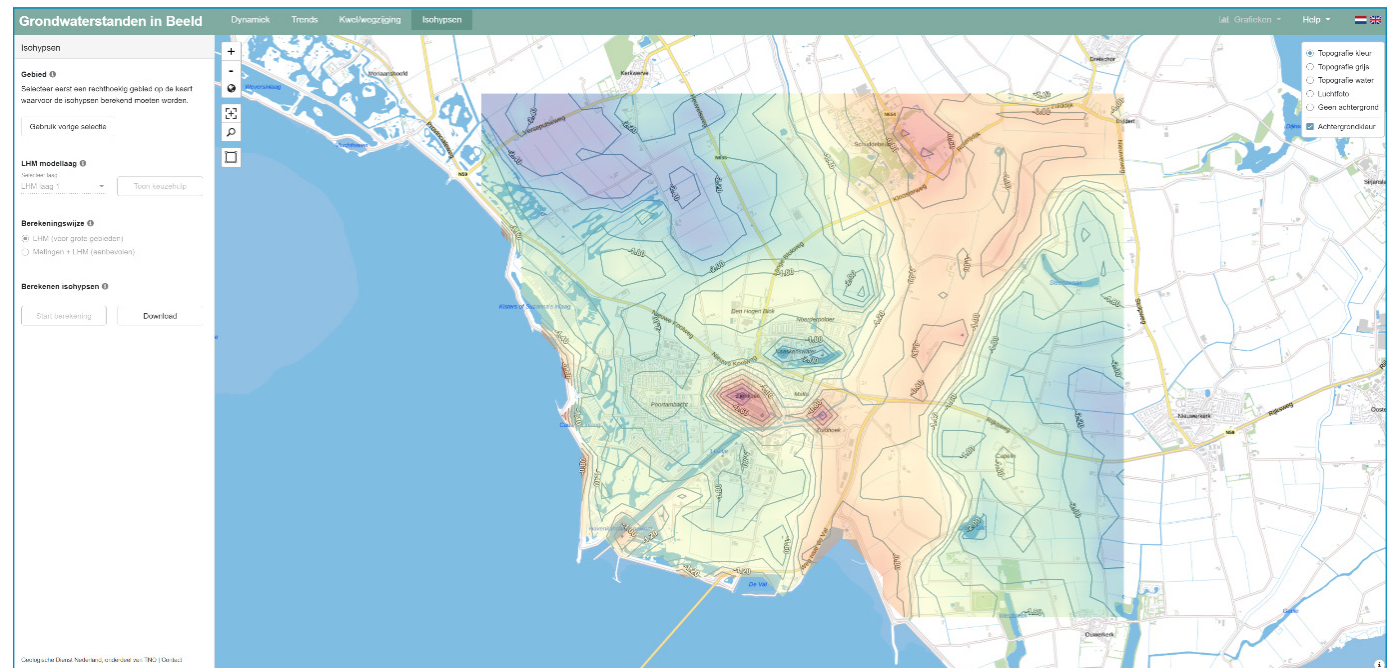
Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfoploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen



Figuur 1. Locatie keersluis Zierikzee



Figuur 2. Stijghoogteverloop in de eerste watervoerende laag volgens het Landelijk Hydrologisch Model

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stroomsnelheden dijktalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. **Damwanden als onderdeel
van een waterkering**
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

4. Damwanden als onderdeel van een waterkering

Waar werken we aan

In 2023 wordt de tweede fase van een probabilistisch onderzoek uitgevoerd, dat naar verwachting binnen twee jaar leidt tot een scherpere beoordelingsmethodiek met minder onnodige afkeuring van bestaande langconstructies (damwanden) in het buitentalud van regionale waterkeringen. Anders dan de CUR166-aanpak wordt bij deze aanpak het aspect “bewezen sterkte” meegenomen en is de aanpak gebaseerd op jaarkansen. Daarnaast start er in 2023 een onderzoek naar het beoordelen van complexe bouwkuipen in waterkeringen.

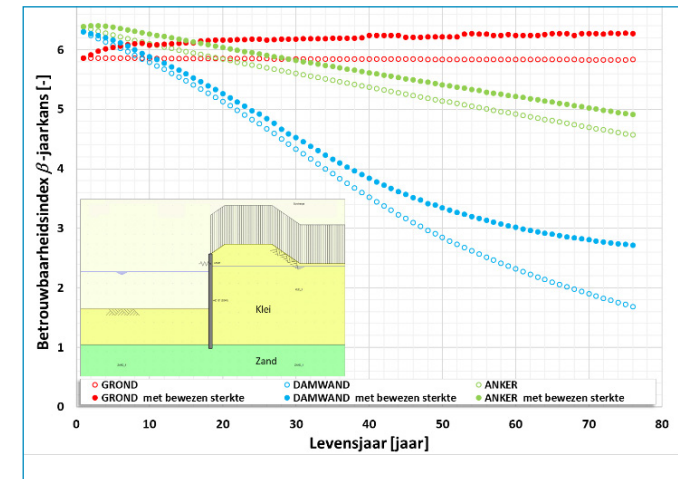
Wat kunnen we al laten zien

In 2022 heeft een expertsessie over het beoordelen van complexe bouwkuipen in waterkeringen plaatsgevonden, resulterend in een eerste inventarisatie van problemen waar de RWS-praktijk bij deze complexe materie tegenaan loopt. In 2022 is de eerste fase van het probabilistisch onderzoek uitgevoerd. Voor 16 cases is een ontwerp gemaakt volgens de CUR166 richtlijn voor een levensduur van 50 jaar. De 16 cases betreffen verankerde en onverankerde damwanden met diverse waterdiepten en bodemopbouw met of zonder grondwaterstroming. Vervolgens zijn probabilistische analyses

uitgevoerd voor drie faalmechanismen: passieve weerstand, damwand en anker. In deze analyses zijn de laatste inzichten op corrosiegebied en verdelingsfuncties van belastingen meegenomen. Ter vergelijking met de CUR166-aanpak zijn eerst probabilistische analyses voor een levensduurfaalkans voor een levensduur van 50 jaar gemaakt. Vervolgens is de overstap gemaakt naar het verloop van jaarkansen over een periode van 76 jaar met en zonder bewezen sterkte. Hierbij is in de probabilistische analyses met bewezen sterkte vanaf het tweede jaar meegenomen dat er in eerdere jaren geen falen is opgetreden.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat heeft veel kanalen met damwanden in beheer. Veel van die kanalen hebben zowel een waterveiligheidsfunctie als een functie in het hoofdvaarwegennet. De onderzoeken ondersteunen het beheer, monitoring en de beoordeling van de damwanden.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

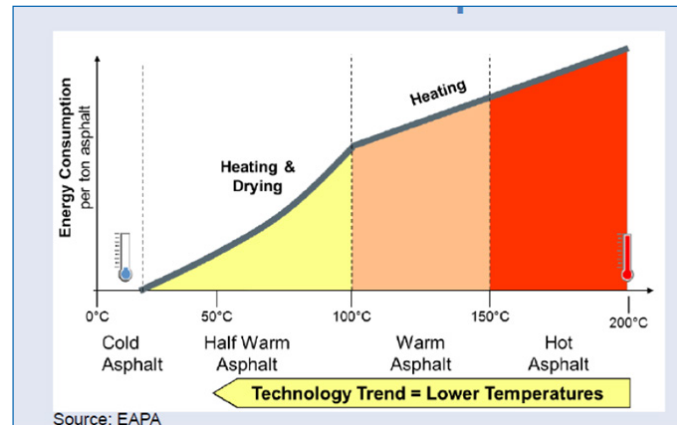
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton

In de komende jaren wordt de traditionele manier van het vervaardigen van asfalt middels hoge temperaturen afgebouwd in het kader van duurzaamheid; in uiterlijk 2030 zal er waarschijnlijk alleen nog maar lage- en warm-temperatuurasfaltbeton (< 120 °C) worden vervaardigd. Momenteel wordt voor waterbouwasfaltbeton alleen gebruikt gemaakt van hogetemperatuurasfalt (>160 °C).

Behalve aan de sterktekant worden er aan de belastingkant ook aanpassingen verwacht. Denk hierbij aan de hydraulische belastingen en de klimaatscenario's. Het is de verwachting dat de eisen zwaarder zullen worden. Verder is er onzekerheid over de langetermijnbelastingen. Hierdoor zullen waarschijnlijk ook de eisen voor waterbouwasfalt worden aangescherpt. Voor het KPP-VOW onderzoek is daarom een eerste verkenning uitgevoerd op “toekomstbestendig asfalt” met in het bijzonder lagetemperatuurwaterbouwasfaltbeton.

Om inzicht te krijgen in wat er speelt in de “asfaltwereld” en om inzicht te krijgen in haalbare functionele eisen voor lagetemperatuurwaterbouwasfaltbeton (LT WAB) is een workshop georganiseerd. Tevens is er een beknopte literatuurstudie uitgevoerd met als doel de huidige stand van LT WAB weer te geven.

Tijdens de workshop hebben de aannemers aangegeven dat zij elk LT WAB-mengsel kunnen maken dat gevraagd wordt en dat er al veel ervaring is met lagetemperatuurasfalt binnen de wegenbouw. Een aanbeveling is dat het gewenst is om ook voor lagetemperatuurwaterbouwasfalt een set functionele eisen op te stellen, deels naar analogie met de eisen voor het huidige hete-asfaltmengsel WAB.



Asfalttemperaturen vs. energieverbruik (Andersen, 2016)

Ook internationaal is er veel onderzoek gedaan naar LT WAB en wordt er veel gepubliceerd over dit thema. Aanbevolen wordt om een onderzoek te doen naar aspecten, zoals het verloop van de sterkte in de tijd en de levensduur van lagetemperatuurmengsels.

Een belangrijke conclusie van deze verkenning, ondersteund door zowel de workshop als de literatuurstudie, is dat er in Nederland en daarbuiten voldoende kennis aanwezig is om LT WAB te ontwikkelen en te produceren.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoerelnelheden dijktalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

6. 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 die waterkering. Er is daarom eerder in dit project een handreiking ontwikkeld, die een beheerder van een waterkering ondersteunt bij de beoordeling van de toelaatbaarheid van een windturbine op een waterkering.

Om de handreiking betrouwbaarder te maken en verder te verbeteren is in 2022 een meting uitgevoerd bij een 7.5 MW windturbine in het windpark ‘NOP Agrowind’ nabij de Westermeerdijk in de Noordoostpolder. De trillingen zijn gemeten op het funderingsblok, aan het maaiveld en in de zandlaag nabij de funderingspalen. De metingen zijn door overmacht minder voorspoedig verlopen. Dit heeft geleid tot een complexere interpretatie, terwijl niet alle doelen konden worden bereikt.

In 2022 is het resultaat van de meting verder geanalyseerd. De resultaten zijn in de handreiking opgenomen en de handreiking is verbeterd. De inhoud is gepresenteerd aan het Kennisnetwerk Windturbines nabij Waterkeringen. Verwacht wordt dat deze kennis zal worden opgenomen in een nieuwe versie van de meer algemene STOWA Handreiking Windturbines en Waterkeringen, deel Techniek.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

De resultaten van de analyses zijn primair bedoeld als invoer voor de opgestelde handreiking voor de beoordeling van de trillingen door windturbines op waterkeringen. Het resultaat van deze meting is ook interessant voor de uitvoering en beoordeling van controlemetingen bij nieuwe windturbines. Er is waardevolle informatie gevonden voor de reductie van de bodemtrillingen bij het stilzetten, het zogenaamde parkeren, van de windturbine bij hoge windsnelheden.

De onzekerheid over trillingsniveaus in de bodem blijft een belangrijk aandachtspunt bij de toelating van windturbines bij waterkeringen. Naast intensieve visuele inspecties tijdens de exploitatie fase, is evaluatie van trillingsmetingen (uit meetverplichtingen) noodzakelijk.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoenafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren

Doel QRF

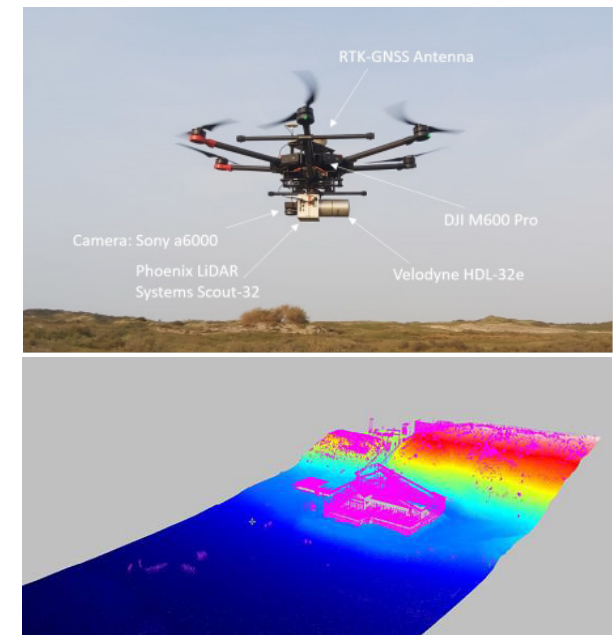
Het doel van de Quick Reaction Force (QRF) is de waterveiligheidskennis te verbeteren door betere verwerving, ontsluiting en gebruik van velddata tijdens en vlak na stormen en hoogwaters. Het project is verdeeld in twee onderdelen: QRF-kust en QRF-rivieren.

QRF-Kust: Waar werken we aan / waar werken we naar toe

QRF-kust richt zich in 2023 op de dynamiek van strand en duinen. Samen met Universiteit Utrecht wordt door QRF-kust in Noord-Holland op het strand en de duinen met nieuwe technieken bodemhoogtemetingen en golfhoogtemetingen uitgevoerd. Een XBeach model van de kust bij Egmond aan Zee, dat in het kader van QRF werd opgezet, is in 2022 verder verbeterd. Het stormseizoen 2021/2022 was onstuimig: in januari en februari 2022 traden diverse stormen op. Tijdens storm Corrie van 29 tot 31 januari 2022 en ook tijdens de drielingstormen Dudley, Eunice en Franklin van 18 t/m 21 februari waren de waterstanden in meerdere kustsectoren langs de Nederlandse kust hoog. Tijdens het stormseizoen zijn vijf golfhoogtemeters op het strand geplaatst met voldoende batterijen om het gehele stormseizoen 2021/2022 te meten. Ook de bodemhoogteveranderingen van duinen, strand en vooroever zijn gemeten. Naar aanleiding van de stormsequentie in 2022 wordt de gevoeligheid van XBeach voor stormsequenties bij Egmond aan Zee onderzocht en gekwantificeerd. Hierbij wordt gekeken naar de effecten van een normale storm, een grote storm en een hele grote storm die in verschillende volgordes na elkaar worden doorgerekend.

QRF-Kust: Wat kunnen we al laten zien

De bovenste foto toont de drone met de componenten van het meet-systeem, waarmee de bodemhoogte wordt gemeten. De onderste figuur toont een detail van de LiDAR puntenwolk bij Egmond gemeten in maart 2022. De magenta punten zijn de verwijderde punten (vegetatie, strandtenten, mensen, paaltjes, etc.). Deze metingen worden gebruikt om het XBeach model te actualiseren en om voorafgaand aan een volgende storm in 2023 snel een inschatting te kunnen maken van de strand- en duinerosie.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploohoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

QRF-Kust: Hoe wordt het gebruikt, wat is daarvan de zichtbare en nog te verwachten meerwaarde, voor RWSen/of maatschappelijk.

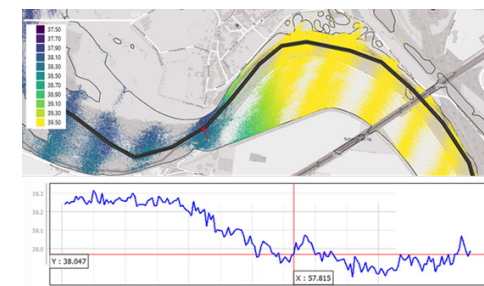
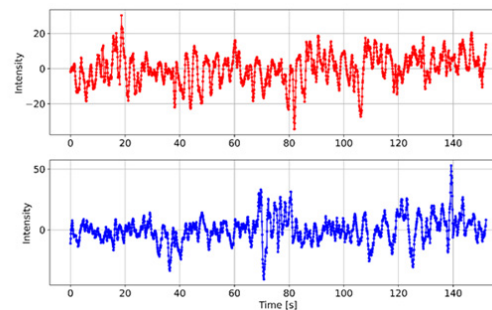
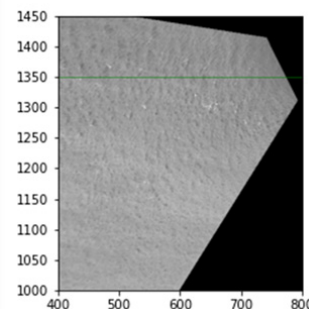
Doel van QRF-kust is om deze technieken voor een groter deel van de kust toe te passen en de strand- en duinerosie mee te nemen in de stormeffectrapportages die door het Water Management Centrum Nederland (WMCN) worden gepubliceerd.

QRF-Rivieren: Waar werken we aan / waar werken we naar toe

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. Beoordelings- en ontwerpinstrumentarium, BOI). Er zijn voor rivieren nauwelijks golf- en stromingsmetingen beschikbaar om modelsimulaties en voorspellingen te verifiëren en te verbeteren. QRF-rivieren richt zich daarom op de vraag welke meetmethoden gebruikt kunnen worden om de informatiebehoefte van bovengenoemde modellen in te vullen. In voorgaande jaren is bekeken hoe videomonitoring ingezet kan worden om golfinformatie op rivieren af te leiden. Daarnaast is gekeken hoe waterhoogtes uit Light Detection And Ranging (LiDAR) opnamen ingezet kunnen worden voor het bepalen van de afvoer in uiterwaarden, het verhang op rivieren en voor golven. In 2023 wordt gewerkt aan een langetermijnmeetplan voor rivieren. Dit meetplan geeft invulling geeft aan de meetbehoefte van golven en afvoeren op rivieren.

QRF-Rivieren: Wat kunnen we al laten zien

Onderstaande figuur toont hoe golfinformatie uit videobeelden van dronemetingen op de Westerschelde bij Bath is gehaald. De video-verwerking kan gebruikt worden om het golfmodel kwalitatief (bijv. waar breken de golven) of kwantitatief (golfperiode, richting) te verifiëren. Ook is een figuur getoond, waarop de LiDAR-waterhoogten op de Maas tijdens het hoogwater van 2021 te zien zijn. Er is te zien dat de LiDAR-data waardevolle informatie over het langsverhang op de rivier biedt. Met dezelfde LiDAR-dataset is aangetoond dat de LiDAR-data meerwaarde biedt om afvoer in de uiterwaarden te bepalen op basis van de overlaatmethode. Naast de meetmethodiek hebben de verwerking van golf- en afvoerinformatie op de Westerschelde en de Maas ook kennis en aanbevelingen opgeleverd, die ingezet worden bij het opstellen van de meetplannen in 2023.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoelnelheden dijktalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

QRF-Rivieren: Hoe wordt het gebruikt, wat is daarvan de zichtbare en nog te verwachten meerwaarde, voor RWS en/of maatschappelijk.

Het doel van QRF-rivieren is dat er metingen beschikbaar komen om de golf- en hydrodynamische modellen op rivieren te verifiëren en te verbeteren. Voor het Beoordelings- en ontwerpinstrumentarium (BOI) van RWS hebben betere modellen grote meerwaarde, omdat de waterkeringen in het rivierengebied scherper beoordeeld en ontworpen kunnen worden.

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’

De kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’, waarin RWS, TUD, HKV en Deltares sinds 2017 participeren, doet onderzoek naar evacuatie, mortaliteit en slachtofferschattingen om daarmee de waterveiligheid en het crisismanagement te verbeteren.

De kennisalliantie werkt aan de volgende hoofdvragen:

- Hoe kan een evacuatie effectief uitgevoerd worden en wat bepaalt die effectiviteit?
- Hoe kan de bij een overstroming te verwachten mortaliteit en het aantal slachtoffers het best bepaald worden, rekening houdend met (nieuwe) kennis over evacuatie, gedrag, gebouwsterkte en andere factoren?

In de afgelopen jaren is een slachtoffer- en evacuatiedatabase gemaakt en is er onderzoek gedaan naar slachtofferfuncties, de invloed van vertrekcurves op de evacuatiefractie, de invloed van huissterkte, en de modelleringsaanpak op slachtofferuitkomsten. Ook zijn er storylines gebruikt om dreigings- en overstromingsscenario’s te beschouwen vanaf het signaleren van hoogwater tot het begin van de herstelfase en alle belangrijke momenten daartussen.

In 2021 is onderzocht wat het effect is van het meenemen van aankomsttijden op slachtofferrisico’s. Vooral op locaties waar veel mensen wonen en met een aankomsttijd langer dan een dag nemen de slachtofferaantallen sterk af. Ook helpt het meenemen van aankomsttijden bij het identificeren van gevaarlijke locaties, door onderscheid te maken tussen plaatsen waar de waterdiepte snel toeneemt met een korte aankomsttijd, en plaatsen met vergelijkbare karakteristieken maar met lange aankomsttijden. Verder worden LIR (Lokaal Individueel Risico) waardes lager daar waar lange aankomsttijden maatgevend zijn. Daarnaast is gekeken naar de (onzekerheid in) de beschikbare tijd vanaf een hoogwatervoorspelling of inspectie tot aan een doorbraak voor twee fictieve cases. De gehanteerde methode combineert de sterkte van de waterkering (en de dominante faalmechanismen daarbij) met de verwachting van de waterstand om tot een schatting van de tijd tot aan doorbraak te komen.



In 2022 is het hoogwater in Limburg, België en Duitsland in de zomer van 2021 geanalyseerd. Er zijn zo veel mogelijk datapunten verzameld die indicatief zijn voor het al dan niet voorkomen van slachtoffers. Hierbij valt te denken aan gegevens over stroom- en stijgsnelheden, waterstanden, de instorting van gebouwen en de aanwezigheid en het gedrag van mensen en natuurlijk de locaties waar slachtoffers gevallen zijn. Het doel was om meer inzicht te krijgen in welke omstandigheden bepalend waren voor het wel of niet ontstaan van dodelijke slachtoffers, en hoe dit zich verhoudt tot uitgangspunten en functies die nu gebruikt worden in bijvoorbeeld de Schade- en Slachtoffer Module 2017.

Inhoudsopgave

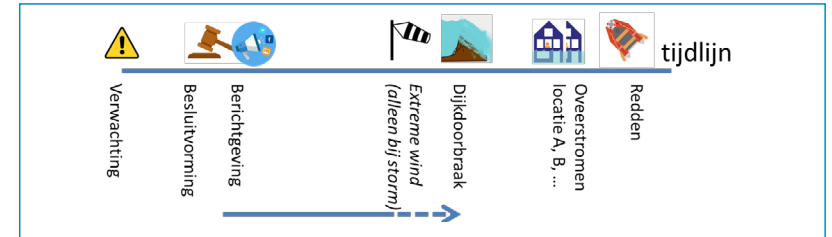
Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoensnelheden dijktaud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie 'Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen'
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

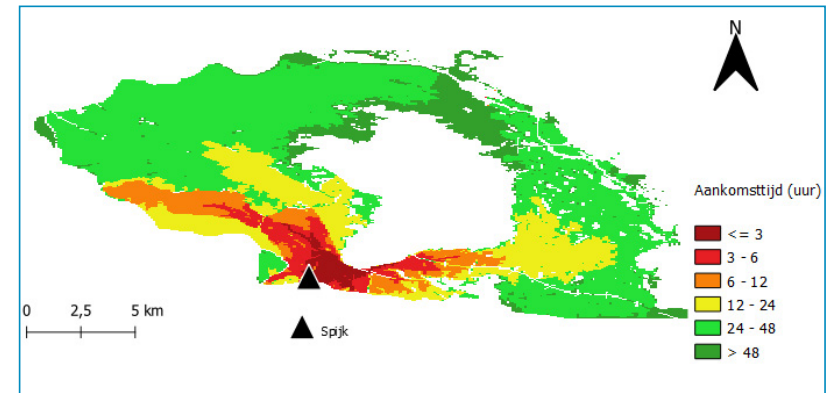
Daarnaast is aan de hand van interviews de effectiviteit van de evacuatie en evacuatiegedrag tijdens het hoogwater in Limburg beschouwd aan de hand van tijdlijnen voor verschillende individuen. De focus lag hierbij op de informatie en wanneer ze die gekregen hebben, en de handelingen die ze vervolgens hebben verricht. De berichtgeving bleek teveel te zijn toegesneden op 'mensen zoals wij'. Verwacht wordt dat met een meer 'inclusieve' informatievoorziening meer mensen gehoor zullen geven aan een evacuatieadvies.

In 2023 worden op basis van de onderzoeken en inzichten die sinds 2017 verricht zijn aanpassingen voor functies, tools en software uitgewerkt en toegepast. Daarmee worden de effecten en meerwaarde van opgedane kennis en inzichten zichtbaar voor slachtofferberekeningen op individueel niveau en op de schaal van heel Nederland. Het gaat bijvoorbeeld om het inzetten van aankomsttijden, toegenomen huissterkte en verbeterde mogelijkheden voor communicatie, waarschuwing en redding. Er worden vergelijkingen gemaakt tussen scenario's met bestaande en met nieuwe uitgangspunten, er wordt gekeken naar verschillen in slachtoffers en gevaarlijke plekken, naar de waarde voor ruimtelijke ordening en crisismanagement en naar de mogelijke impact op de normering van primaire waterkeringen. Op basis van de resultaten zal de dialoog gevoerd worden over verwerking van nieuwe kennis rond slachtoffer risico's in het Nederlandse overstromingsrisicobeleid.

Daarnaast wordt in 2023 gewerkt aan inclusieve waarschuwingen en risico informatie. Dit richt zich met name op het ontwikkelen van communicatie die niet alleen voor "de gemiddelde Nederlander" hanteerbaar is, maar ook voor specifieke en kwetsbare doelgroepen die relatief vaker slachtoffer worden bij een overstroming zoals mensen met een beperking en ouderen en hun mantelzorgers.



Figuur 1. Tijdlijn van informatievoorziening en daarop volgende handelen



Figuur 2. Aankomsttijd horend bij een dijkdoorbraak te Spijk (De Bruijn en Maas, 2021)

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoersnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie 'Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen'
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Overstromingen komen in Nederland gelukkig nauwelijks voor en events in het buitenland zijn meestal niet goed vergelijkbaar met de situatie in Nederland. Als er zich dan een overstroming(sdreiging) voordoet in Nederland zoals in de zomer van 2021, is het van groot belang daar zo veel mogelijk lessen uit te trekken m.b.t. slachtofferfuncties en evacuatie(gedrag). In 2022 is daar met analyse van slachtofferdata uit het buitenland en veldonderzoek naar evacuatiegedrag in Nederland vol op ingezet. Die kennis willen wij benutten om 'handelingsperspectieven' te ontwikkelen met zo min mogelijk slachtoffers.

Referenties:

Van Kester en Maas (2023) *Lessen uit zomerhoogwater 2021 voor slachtofferanalyses* Deltares

Rudolph, van den Berg en Kolen (2022) *Evacuatiegedrag van getroffen en tijdens de overstromingen in Limburg in juli 2021* HKV lijn in Water

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. **WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater**
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater

Noodmaatregelen bij hoogwater

Bij een dreigende overstroming is het van groot belang dat de waterkeringbeheerder snel de juiste noodmaatregelen kan nemen en dat deze maatregelen correct wordt uitgevoerd, zodat een falen van de waterkering kan worden voorkomen of tenminste dat de gevolgen van een gefaalde waterkering kunnen worden geminimaliseerd. Hiervoor is veel kennis en ervaring en uitwisseling tussen Rijkswaterstaat, waterschappen en Defensie nodig.

Wiki Noodmaatregelen

Op verzoek van Rijkswaterstaat en STOWA heeft Deltares de website Wiki Noodmaatregelen opgezet. Deze Wiki geeft een overzicht van stabiliteitsverhogende noodmaatregelen, die bij een (dreigende) overstroming op waterkeringen kunnen worden toegepast. Daarnaast wordt aan een kennismanagementsysteem gewerkt, waarbij de in Nederland en in het buitenland ontwikkelde en beschikbare kennis, ervaringen en tools op het gebied van noodmaatregelen ontsloten en aan alle partners beschikbaar gesteld worden. Het gaat hierbij om een inspectieproces dat start met de waarneming van schadebeelden, dat vervolgens de onderliggende faalmechanismen hieraan relateert, en tenslotte helpt bij het kiezen van geschikte noodmaatregelen met daarbij horende aandachtspunten voor dimensionering en uitvoering.

Community of Practice Wiki Noodmaatregelen

De Community of Practice (CoP) Wiki Noodmaatregelen bestaat uit waterkeringsbeheerders van Rijkswaterstaat en waterschappen, deskundigen van het Ministerie van Defensie en uit verschillende netwerken. Deze CoP signaleert kansen voor professionalisering, initieert activiteiten en onderhoudt contacten met diverse gremia en professionals in het binnen- en buitenland. Op deze wijze leren partijen van elkaar, definiëren zij gemeenschappelijke onderzoeksdoelen, wordt kennis (verder) ontwikkeld en wordt samengewerkt aan nieuwe producten. Binnen dit project zijn het afgelopen jaar verschillende oefeningen begeleid, themagerichte workshops gehouden en werkinstructies ontwikkeld.

Zo is de samenwerking op het gebied van crisisbeheersing van waterkeringen verder uitgebouwd. Verder zijn het afgelopen jaar workshops gehouden voor het verder ontwikkelen van werkinstructies voor het sluiten van bressen en het uitvoeren van noodmaatregelen bij het optreden van schade door graafdieren. In 2022 is in Zwolle de 5de Duits-Nederlandse workshop georganiseerd, waarbij kennis uit beide landen rondom hoogwatervoorspelling en ervaringen met het nemen van noodmaatregelen gedeeld zijn. Hierbij zijn voor het eerst ook collega's van de Environment Agency uit Engeland aangeschoven. Uit deze workshop kwam de wens naar voren om forecasters en first responders nog dichter bij elkaar te brengen en elkaars behoefte beter te begrijpen, om een betere communicatie en handelingsperspectief te bereiken.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

In 2023 zal aandacht besteed worden aan het omgaan met graverijschade omdat dit onderwerp op dit moment hoog op de agenda bij waterschappen staat. Ook zullen dit jaar weer kleine oefeningen voor het Crisis Expert Team Waterkeringen (CTW) worden georganiseerd, zoals o.a. een vervolg op de Masterclass Zandzakkunde.

In 2022 is de verkenning gestart om met de website Wiki Noodmaatregelen over te gaan naar hosting door de Stowa. 2023 staat in het teken van bouwen en vullen van de nieuwe website met content. Van dit moment wordt gebruik gemaakt om de website nog gebruiksvriendelijker en beter toegankelijk te maken. Hierbij wordt ernaar gestreefd de hoeveelheid informatie te reduceren en de focus te leggen op de kwaliteit van de informatie. Op deze wijze wordt de aandacht gericht op de kerntaak van de wiki, namelijk op basis van ervaring en lessons learned gevalideerde werkinstructies rondom noodmaatregelen te presenteren.

Relatie CoP Wiki 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. Een ander onderdeel van het SCW is het CTW (Crisisexpert Team Waterkeringen): een flexibel inzetbaar team van dijkdeskundigen van Rijkswaterstaat, waterschappen, Defensie en Deltares dat landelijk (en eventueel internationaal) waterbeheerders desgewenst kan bijstaan bij een overstromingsdreiging. Op verzoek zijn leden van het CTW beschikbaar om op locatie advies uit te brengen over het nemen van noodmaatregelen (en deze op juiste wijze uit te voeren) om een dreigend falen van waterkeringen te voorkomen.

Voor de CoP Wiki Noodmaatregelen wordt in 2023 in Duitsland een vervolgworkshop met Duitse en Engelse partners georganiseerd om de onderlinge kennis- en ervaringsuitwisseling verder te versterken. Tijdens de vorige internationale workshops zijn goede netwerken ontstaan en is de bereidheid over en weer toegenomen om bij oefeningen en trainingen niet alleen als waarnemer aanwezig te zijn, maar ook om actief mee te doen. Daardoor kan de opgedane ervaring beter en breder worden ontsloten. Dit is voor alle waterkeringbeheerders van belang.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

10. Update overstromingsscenario's

‘Think Big, Act Early & Be Visible’ als visie voor ons hoogwatercrisismanagement

Het aangaan van de uitdaging om een hoogwatercrisis te managen vergt sterke samenwerking tussen alle waterveiligheidspartners (Rijkswaterstaat, waterschappen, Defensie, veiligheidsregio's) en een kwalitatief goede en eenduidige informatiestroom. Vooral omdat adviseurs en bestuurders onder zware druk komen te staan in de warme fase en dus op een goede manier van informatie moeten worden voorzien. Deltares werkt samen met RWS stap voor stap aan het beter in de vingers krijgen van wat essentieel is om hoogwatercrisismanagement te verbeteren.

In 2019 begonnen we met de vraag: ‘Welke scenario's zouden samengesteld moeten worden om beter gesteld te staan in het geval van een overstroming in Nederland?’. Deze vraag werd in een workshop aan het einde van dat jaar behandeld ~~word~~. Hier kwam een pleidooi uit voort om gezamenlijk op te trekken bij het opstellen en doorleven van scenario's en bij het zich voorbereiden op moeilijk te voorziene gebeurtenissen, samengevat onder ‘*Think Big, Act Early & Be Visible*’.

Hierop is voortgebouwd door in 2020 in fase 1 de aandacht te richten op de informatiebehoefte en de samenwerkingsprocessen tussen crisisbeheersingsorganisaties (regionaal en nationaal) van de water- en de algemene kolommen bij een dreigende overstromingen. Hier kwamen aanbevelingen uit voort die zich vooral richtten op het belang van het op orde hebben van belangrijke data, modellen en informatie, betere en nauwere samenwerking tussen alle organisaties (en dit ook te oefenen), en het vaststellen van sleutelmomenten en -besluiten. In 2021 werd in fase 2 de aandacht verlegd naar de rol van de adviseurs, waarop een beroep wordt gedaan bij (dreigend) hoogwater in het rivierengebied, en de informatie die zij nodig hebben om hun adviezen te formuleren. Met het hoogwater en overstroming in het landelijk gebied in Limburg in 2021 zijn er nieuwe ervaringen opgedaan en zijn duidelijke lessen getrokken voor het hoogwater-crisismanagement.

Een conclusie hieruit is dat verbetering nodig is om het crisismanagement robuuster te maken; om wendbaarder, vanuit meer overzicht en proactief tijdens een crisissituatie te kunnen handelen op voorziene en op onverwachte situaties.

Afgelopen jaar is deze (nieuwe) kennis gebruikt in een analyse (met brainstormsessie) om te identificeren wat nodig is om ‘*Think Big, Act Early & Be Visible*’ als raamwerk inzetbaar te maken. De focus was hierbij om in kaart te brengen wat nog ontbreekt of welke belemmeringen ervaren worden om het raamwerk goed toe te passen.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. **Parameters stroomsnelheden dijktaalud**
2. **Graverij in waterkeringen door dieren**
3. **Kunstwerken**
4. **Damwanden als onderdeel van een waterkering**
5. **Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton**
6. **Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen**
7. **Quick Reaction Force – Kust en Rivieren**
8. **Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’**
9. **WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater**
10. **Update overstromingsscenario's**
11. **Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden**
12. **Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen**
13. **Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen**
14. **Optimalisatie van kribben**
15. **Morfologie en scheepvaart**
16. **Inventarisatie kennisvragen**

Aan het einde van het jaar zijn er een aantal algemene aanbevelingen aan RWS gedaan voor toepassing in de koude fase, in lijn met eerdere conclusies:

- De overstromingsscenario's, de gerelateerde informatie, het toepassingsbereik en de kwaliteit hiervan inzichtelijk maken;
- De wendbaarheid in de werkwijze van adviesteams vergroten en de flexibiliteit in software, tools en middelen verhogen, of waar dat kansrijk is alternatieven verkennen;
- Het vakmanschap, de kennis en de ervaring die vereist zijn voor scenario-denken en om als crisisteam effectief te zijn waarderen, mensen hiervoor opleiden, oefenen (ook buiten de eigen organisatie) en evalueren.

Daarnaast is aanbevolen te oefenen met het tot stand brengen van een advies in de warme fase. Vaak zijn huidige modellen niet geschikt om snel informatie te genereren voor een 'Think Big' scenario. In de praktijk zou ondanks die beperking toch een advies gegeven moeten worden over de ernst van de situatie, mogelijke gevolgen en maatregelen. Die urgentie van de warme fase kan in een of meerdere 'Think Big' scenario-oefeningen nagebootst worden, in lijn met de signalen uit de brainstormsessie van 2022. Hiermee kan de crisisadvisering voor overstromingen naar een hoger niveau gebracht worden. Nederland wordt zo beter voorbereid op voorziene maar soms onverwachte risico's en wendbaarder worden in het reageren op onvoorziene risico's. Daardoor zullen de crisisorganisaties beter in staat zijn om vanuit overzicht en rust sneller, meer gedragen en met een betere voorbereiding te adviseren en te reageren. De reactie op een (dreigende) watercrisis wordt zo voorspelbaar, betrouwbaar en zichtbaar.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromsnelheden dijkta-
lud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouw-asfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden

In Nederland zijn honderden kilometers dijk bekleed met een grasbekleding. De sterkte en weerstand tegen golfbelasting wordt geleverd door de wortels. Het is van belang om de kans op falen van de grasbekleding onder golfbelasting zo goed mogelijk in te schatten, aangezien dit veelal een aanzienlijke faalkansreductie oplevert in de keten van gebeurtenissen die tot een grootschalige overstroming kunnen leiden. Indien deze kans niet goed wordt ingeschat kan dit leiden tot óf een (onbewuste) situatie waarbij de daadwerkelijke faalkans groter is dan de volgens de wettelijke normen gehanteerde faalkans óf tot een inefficiënt dijkontwerp, ofwel onnodige versterking van een dijk.

In de afgelopen jaren (2017-2019) is binnen KPP-VOW gebleken dat een ondiep voorland het overslagdebiet, een algemeen geaccepteerde ontwerpparameter, significant beïnvloedt. Om het falen van de grasbekleding nauwkeuriger in te schatten, wordt een overstap gemaakt van het gemiddelde overslagdebiet naar het gebruik van de Cumulatieve Overbelasting Methode (COM). In de COM wordt elke golfploop (Gras Erosie Buitentalud, GEBU oploopzone) of overslaande golf (Gras Erosie Kruin en Binnentalud, GEKB) tijdens een periode van golfbelasting op de dijk beschouwd. Hierbij is een juiste voorspelling van de snelheden van oplopende golven van belang.

Afgelopen jaar is de invloed van waterdiepte op de snelheden en ophoogte van oplopende golven onderzocht. Dit is noodzakelijk voor een juiste voorspelling van de snelheden in de COM. Het onderzoek maakt gebruik van drie unieke (laboratorium)datasets, waarbij de tijdreeksen van golfploophoogtetijdserie en dus ook van de frontsnelheden zijn gemeten. Voor eenduidige conclusies is echter meer data nodig. De op dit moment beschikbare en beschouwde datasets richten zich namelijk vooral op relatief lage kruinhoogten en golfoverslag. Daardoor ontbreken daarin in veel gevallen de hoogste, meest invloedrijke en dus belangrijkste, golven.



Oplopende golven op een dijk bij de Westerschelde. © Rijkswaterstaat | Jan van den Broeke

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Bermen, schuine golfval en taludruwheid en hun onderlinge samenspel kunnen de belasting op dijkbekledingen fors verminderen. De gunstige invloed van beperkte waterdiepte is minder bekend, maar zeker niet verwaarloosbaar.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoersnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfoploophoogte
en frontnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen

In de wintermaanden is de kans op een (noordwester-)storm en extreme hoogwaterstanden groter dan tijdens de zomerperiode. Dit gegeven is de reden dat in Nederland alleen in het ‘onderhoudsseizoen’, ofwel de zomer, aan beweegbare stormvloedkeringen (en sommige andere cruciale kunstwerken) mag worden gewerkt. Dit betekent dat binnen enkele maanden ál het onderhoud van dat jaar moet worden uitgevoerd. In combinatie met de veroudering van de stormvloedkeringen en de zeespiegelstijging wordt de druk op de onderhoudsplanning groter (zie Figuur 1). Daarnaast zijn er signalen vanuit het kennisnetwerk ISTORM dat het stormseizoen in de toekomst, als gevolg van klimaatverandering, langer zou kunnen worden en daarmee het beschikbare onderhoudsseizoen korter.

Vanuit bovenstaande context is Deltares gevraagd een uitwerking te maken van de haalbaarheid van onderhoud in een ruimer tijdsinterval dan alleen de zomermaanden, en mogelijk jaarrond. Om de nadere invulling van die opdracht goed aan te laten sluiten op de wensen uit de praktijk zijn rondom de opstart van het onderzoek gesprekken gevoerd met medewerkers van de Oosterschelde- en Maeslantkering, die betrokken zijn bij het operationele onderhoud. Hieruit zijn twee hoofdwensen naar voren gekomen: 1) Een methodiek om strategische afwegingen over onderhoud te maken (hoe) en 2) oplossingsrichtingen voor knelpunten in de huidige werkpraktijk (wat). In andere woorden: hoe gaan we in de toekomst om met het onderhoud gegeven de stijgende zeespiegel en een ouder wordende waterkering?

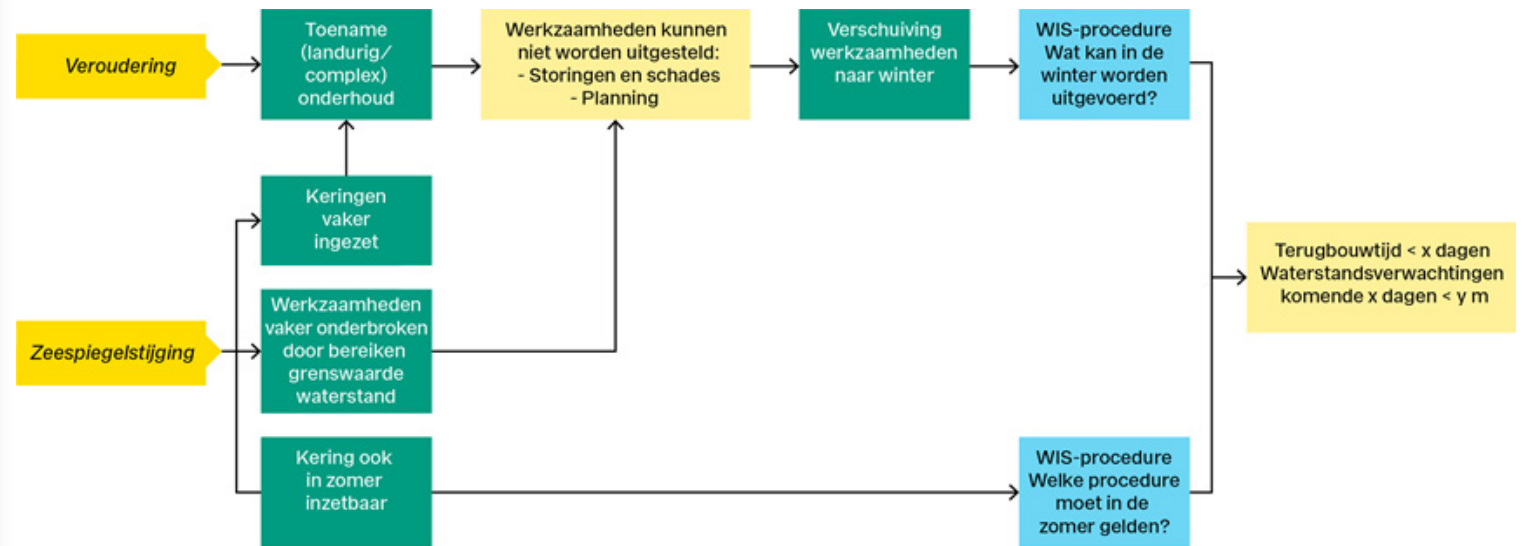
In 2022 is een eerste opzet voor een afwegingsmethodiek rondom onderhoud geschetst. Ook zijn oplossingsrichtingen voor knelpunten in onderhoud aan de stormvloedkeringen verkend. Dit is gedaan op een schaal van één groot renovatieproject tot aan onderhoud in het algemeen. De focus is gelegd op de Maeslantkering als casestudy. Dit betrof bovenal een verkenning van dit onderwerp, waarin mogelijke vervolgrichtingen zijn geïdentificeerd. Deze zullen in 2023 in een werksessie met medewerkers van de Maeslantkering nader worden getoetst. De vragen die daarbij moeten worden beantwoord zijn: sluiten de genoemde punten goed aan bij de problematiek, zoals ervaren door de beheerders, en waar is vanuit de beheerder verder behoefte aan? Indien de eerste vraag met ‘ja’ wordt beantwoord kunnen de methodieken en oplossingsrichtingen door middel van aanvullende werksessies verder worden uitgewerkt. De ontwikkelde tools en aanpakken kunnen zo mogelijk ook bij andere stormvloedkeringen ingezet worden.

De eindgebruikers zullen de voornaamste rol moeten hebben in de verdere invulling en uitwerking van de afwegingsmethodieken, oplossingsrichtingen en daarbij gebruikte besluitvormingsketen. Daarbij kan Deltares ondersteunen, vooral in relatie met operationele waterstandsverwachtingen. Ook kan Deltares bijdragen met advies ten bate van het toepassen van de verkregen kennis uit de VenR (Vervangings- en Renovatie)-opgave en het kennisprogramma Natte Kunstwerken, met de vertaling van hydraulische belastingen naar lokale condities, met (operationele) voorspellingen, schattingen van onzekerheidsmarges en met onderzoek naar het verkleinen van onzekerheidsmarges.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoersnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie 'Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen'
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen



Figuur 1. Knelpunten voor het onderhoud aan de stormvloedkeringen met in geel de belangrijkste knelpunten, in blauw vragen rondom de procedures, en in wit de oorzaak-gevolg keten.

1. Parameters
stromoelnelheden dijktaud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen

Het uitvoeren van werkzaamheden aan primaire en regionale waterkeringen is alleen toegestaan wanneer daarvoor vergunning wordt verleend door de waterkeringbeheerder, zijnde Rijkswaterstaat of de waterschappen. Door de uitvoering van werken kunnen de kansen op een overstroming worden vergroot. Deze vergrote kansen hangen samen met de gereduceerde sterkte waarvan tijdens die werken vaak sprake is, in combinatie met het optreden van stormen (kust, meren, beneden-rivierengebied), verhoogd afvoerdebiet (boven- en benedenrivierengebied) en/of extreme neerslag (regionale waterkeringen). Vanuit de aanname dat dergelijke situaties met name voorkomen in het winterseizoen, hebben veel waterkeringbeheerders verbodsbepalingen opgenomen om werken uit te voeren in de periode oktober – april, het winterseizoen. Door verschillende oorzaken is er nu aanleiding om vragen te stellen bij het toestaan van werken in de zomerperiode en het verbieden ervan in de winterperiode.

Een verlenging van het tijdsvenster, waarin werkzaamheden uitgevoerd kunnen worden, is mogelijk met een risicogestuurde aanpak. Hierbij is aandacht voor de seizoensvariatie van de hydraulische condities die worden toegepast op de lokale situatie. Op dit moment is de kennis van de seizoensafhankelijke hydraulische condities echter nog beperkt. Daarnaast is onduidelijk of er voldoende instrumenten zijn om (seizoensgerelateerde) risico’s van werken op een waterkering te kunnen berekenen.

Binnen dit project is een eerste invulling gegeven via een inventarisatie van de informatiebehoefte voor seizoensafhankelijke hydraulische condities voor waterkeringen (dijken en kunstwerken). De inventarisatie is uitgevoerd aan de hand van interviews bij een achttal medewerkers van Rijkswaterstaat, waterschappen en de Stowa. Hieruit blijkt het volgende:

- Op beleidsmatig niveau staat de systematiek van open en gesloten seizoenen ter discussie, omdat deze niet aansluiten bij de gewenste risicogestuurde manier van werken. In een aantal situaties wordt er bewust toch jaarrond gewerkt, waarbij een risicoafweging wordt gemaakt in een zogenaamd hoogwater(actie)plan.
- Er bestaat een brede vraag naar maandstatistiek van de hydraulische condities voor gebruik bij het inschatten van risico’s, voorafgaand aan de uitvoering van werken aan dijken en kunstwerken. Het betreft hierbij waterstanden, golven en meteorologische condities. Deze maandstatistiek faciliteert het inplannen van de werkzaamheden en het voorbereiden van de vereiste noodmaatregelen.
- Op operationeel niveau, wanneer de werken aan dijken en kunstwerken in uitvoering zijn, is er niet alleen behoefte aan de zwaarte van de hydraulische condities, maar ook aan de tijdshorizon waarop deze plaatsvinden (voorspelhorizon).

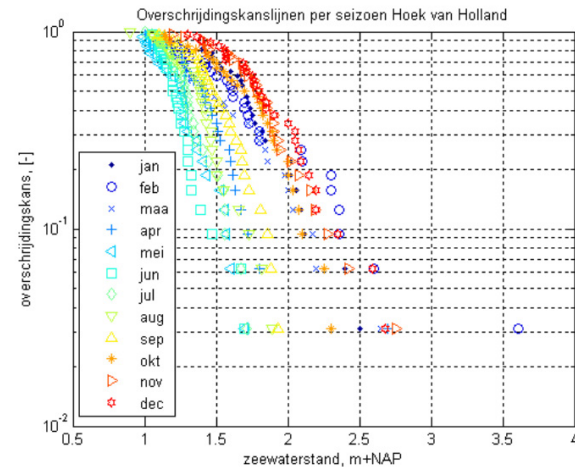
Daarnaast is uit de inventarisatie veel informatie beschikbaar gekomen met betrekking tot relevante parameters, hydraulische condities, statistiek van de tijdshorizon, betrouwbaarheid voorspellingen, regionale waterkeringen, klimaatontwikkeling en data- en softwaretools. De inventarisatie heeft ook een beeld opgeleverd over andere programma’s en thema’s waar het onderwerp seizoensafhankelijke hydraulische condities relevant voor kan zijn.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoelnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie 'Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen'
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

Omdat de behoefte aan maandstatistiek het grootst is zal daar in 2023 de focus op liggen en zal worden gestart met het opstellen van een ontwikkelstrategie. Daarbij wordt aandacht besteed aan de kenmerken van het watersysteem (bedreigingen, mate van onzekerheid, mogelijkheden voor menselijk ingrijpen), klimaatverandering (droogte, zomerstormen, extreme afvoeren), gebruik van historische gegevens en beschikbare tools en informatie.



Figuur 1: Voorbeeld van maandstatistiek van de zeewaterstand bij Hoek van Holland (bron: HKV, 2011 rapport PR2253)



Figuur 2: Extreem hoge waterstanden in de Maas in de zomer van 2021.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Dit onderzoek speelt in op twee trends. Allereerst liet het zomerhoogwater van 2021 zien dat niet alleen onze buurlanden te maken kunnen hebben met forse tot extreme zomerhoogwaters, maar ook Nederland. Daarnaast is er een groeiende behoefte aan tempo en continuïteit in de uitvoering van onderhouds- en versterkingswerken, met de wens om flexibeler om te gaan met werken in het gesloten seizoen (het winterhalfjaar).

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. **Optimalisatie van kribben**
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

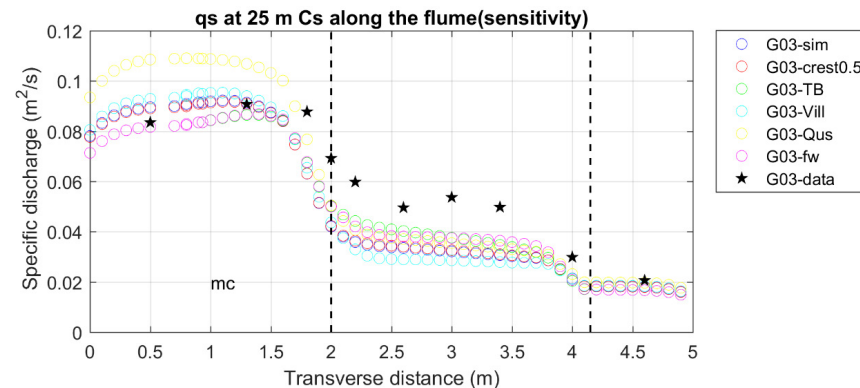
14. Optimalisatie van kribben

Kribben zijn alomtegenwoordige constructies, die al sinds meer dan een eeuw in de Rijn en andere riviertakken aanwezig zijn. Ze concentreren de stroming in de hoofdgeul, beschermen dijken tegen ijssdammen en zorgen voor een grotere waterdiepte in het zomerbed, wat gunstig is voor de scheepvaart bij lage rivierwaterstanden.

Wanneer kribben tijdens perioden met veel afvoer onder water komen te staan, veroorzaken ze extra weerstand (of energieverlies), waardoor de afvoer van het hoogwater belemmerd wordt. Modelleren van de energieverliezen door strekdammen is essentieel voor een goed beheer van het riviersysteem.

Er zijn verschillende modellen om het effect van kribben mee te wegen in de grootschalige modellen die Rijkswaterstaat voor operationele doeleinden gebruikt. Toch bestaat er onduidelijkheid over de impact van maatregelen, zoals verlaging van de kruinhoogte of stroomlijning van strekdammen. Om hier inzicht in te krijgen, zijn op de TU Delft laboratoriumexperimenten uitgevoerd waarbij voor variërende afvoeren de stroomsnelheden en waterstanden zijn gemeten. In dit project modelleren we de laboratoriumexperimenten.

De bevindingen zijn dat, ongeacht het submodel voor het berekenen van de energieverliezen veroorzaakt door kribben, de energieverliezen worden overschat, aangezien de voorspelde afvoer langs het kribbenveld kleiner is dan gemeten.



Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

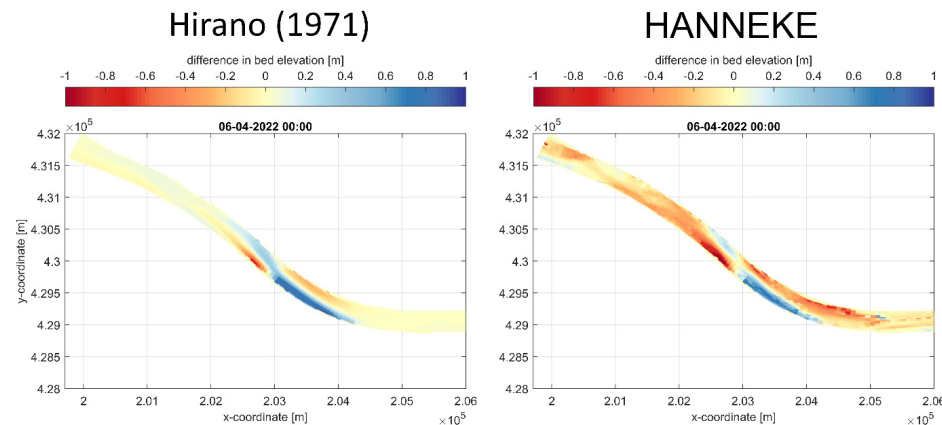
1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. **Morfologie en scheepvaart**
16. Inventarisatie kennisvragen

15. Morfologie en scheepvaart

Na eeuwenlange aanpassingen is de Rijn nu dusdanig vormgegeven dat het water efficiënt water afgevoerd kan worden. Dit heeft er echter ook toe geleid dat in de afgelopen decennia de rivierbodembodem in de Bovenrijn en Boven-Waal sterk erodeert. Vaste obstakels langs de rivier kunnen hierdoor knelpunten vormen voor de belangrijke scheepvaartcorridor Waal-Bovenrijn-Niederrhein tussen de Rotterdamse haven en Duitsland.

Terwijl eerder alleen gekeken werd naar de kans op overstroming (mono-sectoraal), is tegenwoordig een paradigmaverschuiving gaande om ook andere belanghebbenden mee te nemen in de inrichting van het riviereengebied (multi-sectoraal). Voorbeelden hiervan zijn de scheepvaart, natuur en stabiliteit van infrastructuur. Dit is een van de redenen geweest voor het ontstaan van het programma Integraal Riviermanagement (IRM).

Binnen IRM is een van de mogelijke maatregelen het suppleren van sediment op trajecten waar de huidige rivierbodembodem zich insnijdt. Het tegengaan van de insnijding zal naar verwachting helpen om de waterstanden bij laagwater te verhogen, wat goed is voor de natuur en voor de scheepvaart, terwijl het effect op de hoogwaterstanden beperkt is. In 2016 en 2019 zijn op de Bovenrijn pilots uitgevoerd om te kijken naar het effect van suppleties.



De ontwikkeling van de bodemligging is een belangrijke indicator voor het toepassen van een dergelijke ingreep. Een belangrijke factor voor de ontwikkeling van de bodemligging is de ontwikkeling van de sedimentsamenstelling op de rivierbodembodem. Chavarrias et al. (2022) presenteert het nieuwe HANNEKE concept waarmee het ontstaan en opbreken van harde lagen kan worden gemodelleerd. In 2021 is dit met succes toegepast op laboratoriumschaal (Chavarrias en Ottevanger, 2021), en afgelopen jaar is dit concept en het Hirano (1971) concept toegepast op de suppletieproef in de Bovenrijn (Ottevanger, 2022). Hoewel het nieuwe modelconcept heeft kunnen rekenen, zijn er bij de

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwafvalbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

toepassing op veldschaal helaas onverwachte resultaten uit het onderzoek gekomen (o.a. grote verschillen in bodemligging bovenstrooms van de suppletie). Enkele verbeterpunten voor de software en ideeën voor het beter toepasbaar maken van het nieuwe model op veldschaal zijn voorgesteld voor 2023.

Meerwaarde voor Rijkswaterstaat

Als we beter weten wanneer een bodem in beweging komt kunnen we effectiever voorspellen wanneer er gesuppleerd moet worden en als er gesuppleerd wordt weten we beter wat het gedrag is van de bodem. Beide typen verbeterde inzichten kunnen mogelijk leiden tot kostenbesparingen.

Chavarrias, V. en W. Ottevanger, 2021. Modelling morphodynamics in the presence of immobile sediment: Model testing and sensitivity analysis. Tech. Rep. 11206793-014-ZWS-0002, Deltares, Delft, the Netherlands.

Chavarrías, V., W. Ottevanger, K. Sloff en E. Mosselman, 2022. “Modelling morphodynamic development in the presence of immobile sediment.” *Geomorphology* 410: 108290. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108290>, ISSN 0169-555X, URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X22001830>.

Hirano, M., 1971. “River bed degradation with armoring.” *Proc. Jpn. Soc. Civ. Eng.* 195: 55–65. DOI: 10.2208/jscej1969.1971.195_55.

Ottevanger, W., 2022. Modelling of the Bovenrijn nourishment: Comparison of two different transport layer approaches. Tech. Rep. 11208034-014-ZWS-0002, Deltares, Delft, the Netherlands.

Inhoudsopgave

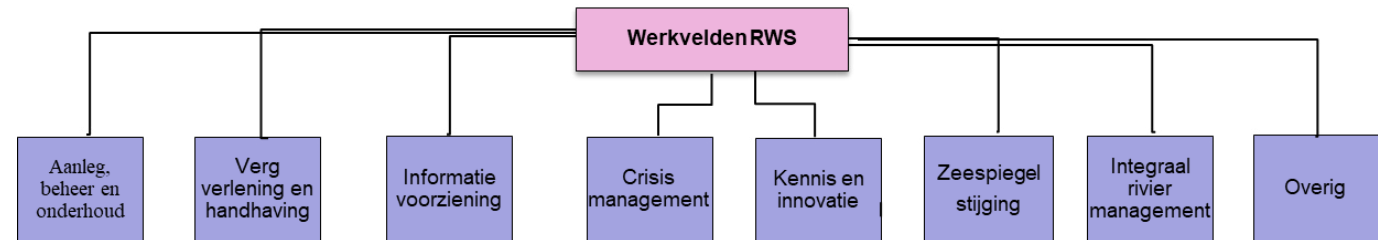
Onderzoeksprojecten

1. Parameters stroomsnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel van een waterkering
5. Toekomstbestendig waterbouwwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force – Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario's
11. Invloed van waterdiepte op de golfhoogte, golfploophoogte en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van seizoensafhankelijke hydraulische condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

16. Inventarisatie van kennisvragen

In het voorjaar van 2022 hebben WVL en Deltares een inventarisatie gemaakt van kennisvragen die bij Rijkswaterstaat en bij Deltares leven op het gebied van waterveiligheid. Het doel van de inventarisatie is om de aansluiting van het project Versterking Onderzoek Waterveiligheid (VOW) met de kennisbehoefte van de regionale en landelijke diensten van Rijkswaterstaat verder te versterken. Er hebben gesprekken plaats gevonden met medewerkers van zeven regionale diensten, vijf landelijke diensten, RWS-beheerders van stormvloedkeringen en rijkskeringen en Deltares.

Als kapstok voor de inventarisatie is een indeling van de werkzaamheden van RWS gebruikt die lijkt op de indeling in het Nationaal Water Programma 2022-2027, met acht categorieën werkzaamheden, zoals aangegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1. De werkvelden van Rijkswaterstaat als kapstok voor de inventarisatie.

Tijdens de gesprekken zijn bijna 100 onderwerpen naar voren gebracht. De belangrijkste uitkomsten zijn:

- Onderwerpen op het gebied van aanleg, beheer en onderhoud, en in het bijzonder die over dijkbekledingen, scoren hoog. In 2023 krijgt dit zijn weerslag in een onderzoek naar de stabiliteit van steenzettingen onder praktijkomstandigheden.
- Artificial Intelligence, Machine Learning, Big Data en aanverwante zaken vormen een thema onder het werkveld Informatievoorziening dat meer aandacht moet krijgen. Hierover wordt in 2023 een verkennende studie uitgevoerd.
- Een tweede thema onder het werkveld Informatievoorziening betreft de overdracht van informatie en kennis vanuit het project naar de gebruikers; deze behoeft verbetering. In 2023 zal worden onderzocht welke mogelijkheden de ontwikkeling van een wiki hiervoor biedt.
- Onder het werkveld Kennis en Innovatie is een vraag gesteld over de rol die aannames uit het verleden die destijds om praktische redenen zijn gedaan, maar niet meer actueel zijn, nog hebben in de huidige modellen van het hoofdwatersysteem. Dit is onderwerp van een verkennende case study in 2023.

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

1. Parameters
stromoosnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen

Inhoudsopgave

Onderzoeksprojecten

- 1 Parameters
stromoosnelheden dijktaalud
2. Graverij in waterkeringen
door dieren
3. Kunstwerken
4. Damwanden als onderdeel
van een waterkering
5. Toekomstbestendig
waterbouwasfaltbeton
6. Handreiking voor trillingen van
windturbines op waterkeringen
7. Quick Reaction Force –
Kust en Rivieren
8. Kennisalliantie ‘Slachtoffers en
evacuatie bij overstromingen’
9. WIKI Noodmaatregelen
bij hoogwater
10. Update overstromingsscenario’s
11. Invloed van waterdiepte op de
golfhoogte, golfploophoogte
en frontsnelheden
12. Jaarrond onderhoud van
stormvloedkeringen
13. Informatiebehoefte van
seizoensafhankelijke hydraulische
condities van waterkeringen
14. Optimalisatie van kribben
15. Morfologie en scheepvaart
16. Inventarisatie kennisvragen