



# FLOOD CONTROL 2015

VIJF JAAR INNOVATIE IN WATERVEILIGHEID



# FLOOD CONTROL 2015

**VIJF JAAR INNOVATIE IN WATERVEILIGHEID**

# Voorwoord

Vijf jaar Flood Control is vijf jaar innovatie in waterveiligheid. Bedrijven, kennisinstellingen en publieke gebruikers, samen hebben ze zich sterk gemaakt voor een samenhangende, praktijkgerichte benadering van overstromingsgevaar. De innovaties die het programma Flood Control 2015 heeft gebracht, leiden tot betere besluitvorming, meer zelfredzaamheid en minder schade.

In Flood Control 2015 is technologie een middel om mensen beter op risicovolle situaties in te kunnen laten spelen. Van bestuurder tot burger, mensen handelen naar omstandigheden. Wanneer meer zekerheid over deze omstandigheden bestaat en wanneer informatie erover doelgericht wordt verstrekt, kunnen nadelige gevolgen van overstromingen worden beperkt. Door slim gebruik te maken van de meest geavanceerde informatietechnologie maakt Flood Control 2015 geïnformeerd handelen mogelijk. Dat die mogelijkheid al tijdens het programma ruimschoots is benut – in Nederland, maar bijvoorbeeld ook in Indonesië en de Verenigde Staten – zegt genoeg.

Betere hoogwatervoorspellingssystemen of real-time-monitoring van waterkeringen vormen geen doel op zich. Kenmerkend voor het consortium

Flood Control 2015 is dat kennis en instrumenten zijn ontwikkeld die de dagelijkse praktijk van tal van beroepsbeoefenaars dienen. Niet alleen degenen die verantwoordelijk zijn voor operationeel waterbeheer, ook beslissers op verschillende niveaus, crisisbeheersers, communicatieadviseurs, nieuwsbrengers en hulpverleners hebben profijt van de opbrengst van dit programma. En laten we vooral de bewoners van bedreigde gebieden zelf niet vergeten, die zich door gerichte informatievoorziening beter kunnen redden.

De opbrengst is veelzijdig: nieuwe dan wel snelle methoden voor het combineren van data en voor monitoring van waterstanden en kusterosie, systemen die dijksterkte kunnen voorspellen, dashboards die gegevens stroomlijnen en

overzichtelijk presenteren. Voor diverse doelgroepen zijn rollenspellen gemaakt, vaak in de vorm van interactieve *serious games*. Tabletcomputers en smartphones kunnen doelgericht worden ingezet in de strijd tegen hoogwater. Ook in de toekomst van het menselijk kapitaal is geïnvesteerd. Voor het hoger onderwijs zijn leermiddelen ontwikkeld, de eerste flood control professionals worden klaargestoomd. U leest er meer over in dit boek.

Vijf jaar Flood Control is vijf jaar integratie van veelsoortig onderzoek, praktijkervaringen en maatschappelijke behoeften. En dit, constateer ik als dijkgraaf die de wateropgave in de Hollandse en vele andere delta's complexer ziet worden, is misschien wel de grootste verworvenheid van het programma: dat dankzij het verbond tussen uiteenlopende partijen met uiteenlopende belangen innovaties tot stand komen die deze complexiteit recht doen. Om bij mijn eigen werk te blijven: waterschappen staan voor de opgave doelmatig en sober te werk te gaan bij de structurele dijkversterking die de Nederlandse waterkeringen op het vereiste beschermingsniveau moeten brengen. Instrumenten van Flood Control 2015 kunnen ons hierbij van dienst zijn. Door op onze beurt ruimte te maken voor toepassing blijft verdere ontwikkeling en vernieuwing van het instrumentarium mogelijk. Het programma Flood Control 2015 heeft aangetoond dat wetenschap en praktijk elkaar kunnen stimuleren. Een

belangrijke les voor iedereen die waterveiligheid hoog op de agenda heeft staan.

### **Jan Geluk**

*Dijkgraaf van waterschap Hollandse Delta en voorzitter van de klankbordgroep Flood Control 2015*







# Inhoud

Inleiding	7
Flood Control 2015	10
Voorspellen en sturen	24
Dijksterkte en monitoring	44
Besluitvorming	62
Smart Flood Control in de 21ste eeuw	84
100 Mb nattigheid – de avonturen van Hendrik Balk	92
Consortiumpartners	100
De organisatie Flood Control 2015	106
Verantwoording illustraties	107
Colofon	108
<b>Toepassingen</b>	
Hoger onderwijs over smarter flood control in Rotterdam	18
Academisch onderzoek voor smarter flood control	20
Van early warning naar early action in Jakarta	40
Proeftuin Groot Salland	58
Trainen nieuwe stijl	76
New Orleans: de storm vóór zijn	80



[...]

en in alle gewesten  
wordt de stem van het water  
met zijn eeuwige rampen  
gevreesd en gehoord.

Uit: *Herinnering aan Holland* (1936) van Hendrik Marsman

# Inleiding

Overstromingen veroorzaakt door hoge rivierafvoeren, stormen en vloedgolven brengen wereldwijd enorme schade teweeg. Soms leiden ze tot humanitaire rampen.

Door ervoor te zorgen dat betere informatie tijdig beschikbaar is en dat zowel burgers als professionals beter voorbereid zijn, brengt Flood Control 2015 waterveiligheid op een hoger niveau.



## Waterveiligheid: oorzaak en gevolg

Omdat veel mensen wonen en werken in gebieden die kunnen overstromen en omdat de economische activiteit en het aantal mensen in deze gebieden toeneemt, worden de gevolgen van overstromingen ernstiger. Er ontstaat meer schade, er vallen meer slachtoffers. Daarom is het noodzakelijk dat we zoveel mogelijk grip krijgen op het fenomeen overstroming, in de wetenschap dat het niet mogelijk is om de kans op een overstroming absoluut uit te sluiten. Veiligheid draait niet uitsluitend om water keren en beheren. Doordachte ruimtelijke planvorming, optimale besluitvorming en doelgericht crisisbeheer zijn ook belangrijk. Oorzaak en gevolg moeten integraal worden beschouwd. Wie nabij water woont, moet werken aan alle aspecten van veiligheid om de kans op ingrijpende gevolgen zo klein mogelijk te houden.

## Flood Control 2015

Een integrale benadering van overstromingsrisico's leidt tot een optimale inzet van middelen om overstromingen te voorkomen en de gevolgen van overstromingen te beperken. Dit inzicht heeft verschillende Nederlandse organisaties er in 2007 toe bewogen een samenwerkingsverband aan te gaan: het consortium Flood Control 2015. Het consortium heeft zich het volgende doel gesteld: de samenhangende ontwikkeling en toepassing van nieuwe kennis en instrumenten ter beperking van de kansen op en de gevolgen van overstromingen. In 2012 is het eerste onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma afgerond. Wat heeft Flood Control 2015 gebracht? Hoogtepunten uit vijf jaar onderzoek en ontwikkeling staan beschreven in dit boek.

## Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk, *Flood Control 2015*, gaat in op de organisatie die zich inzet voor structurele verbetering van de informatievoorziening over overstromingen en op de betekenis en reikwijdte van het programma.

In de volgende drie hoofdstukken wordt telkens een programmathema toegelicht en staat beschreven welke oplossingen zoal tot stand zijn gebracht. Alle onderdelen van het programma – monitoren, voorspellen, besluitvorming, training, proeftuinen – passeren de revue. Beschrijvingen van projecten en producten worden voorafgegaan door een korte samenvatting aan het begin van elk hoofdstuk. Tussen de hoofdstukken door leest u over proeven, bevindingen en toepassingen door gebruikers in Nederland en overzee.

Het programma Flood Control loopt af in 2013. In het hoofdstuk *Smart Flood Control in de 21ste eeuw* wordt uitgelegd hoe het consortium zijn werk wil voortzetten.

In het korte verhaal over Hendrik Balk, een eigentijdse tegenhanger van Hans Brinker, krijgt de soms abstracte wereld van waterbeheer en crisisbeheersing een menselijke maat. Hoe de instrumenten van Flood Control 2015 een rol kunnen spelen in eigentijds waterbeheer, ontdekt u in dit verhaal.

Wie de verschillende consortiumpartners zijn, leest u in de profielen achterin.

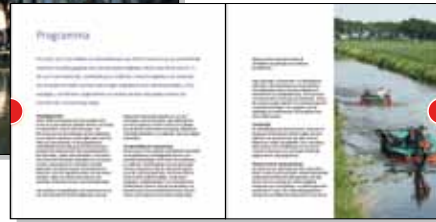
Het consortium Flood Control 2015 wenst u veel leesplezier!

# Leeswijzer

## Eerste hoofdstuk - Flood Control 2015



### Inleiding



### Intermezzo's



## Hoofdstukken 2 t/m 4



### Inleiding



### Samenvatting van projecten en producten



### Intermezzo's: toepassingen



### Beschrijving van projecten en producten

### Intermezzo's: bevindingen door gebruikers







# FLOOD CONTROL 2015







# Slim, droog en veilig

Van waterstandsmetingen tot en met evacuatiemaatregelen: actuele en betrouwbare informatie staat aan de basis van waterveiligheid.

Het consortium Flood Control 2015 is er van overtuigd dat op het gebied van informatievoorziening, besluitvorming en de samenhang tussen beide nog veel valt te winnen.

Waterveiligheid kan slimmer! Hoe?

Door meer en beter gebruik te maken van informatietechnologie en door de verschillende actoren die actief zijn in crisissituaties, beter op hun rol voor te bereiden.

# Programma

Van 2007 tot 2012 hebben de initiatiefnemers van Flood Control 2015 op verschillende manieren invulling gegeven aan slimme waterveiligheid, ofwel *smart flood control*. In de vorm van onderzoek, ontwikkeling en onderwijs is kennis opgedaan en verspreid. Het programma heeft concrete oplossingen opgeleverd voor waterbeheerders, crisismanagers, voorlichters, hulpverleners en andere partijen die paraat moeten zijn wanneer een overstroming dreigt.

## **Praktijkgericht**

*Smart flood control* gaat over het omgaan met acute én in de toekomst gelegen kansen op schade en slachtoffers. Ook in het ontwerpen van infrastructuur en de inrichting van het landschap moet daarom rekening worden gehouden met het risico op overstroming. In het programma is nadrukkelijk aansluiting gezocht bij de beroepspraktijk van professionals, de waterbeheerder in het bijzonder, opdat met technieken, instrumenten en kennis bestaande werkwijzen en processen worden ondersteund en verbeterd. Doordat gebruikers het Flood Control-instrumentarium benutten voor het reguliere beheer van het watersysteem, raken ze ermee vertrouwd en zijn ze optimaal voorbereid als een overstroming dreigt.

Van realtime-voorspellingen van kusterosie tot en met een Dashboard Waterveiligheid en van een

Dijksterkte Informatie Systeem tot en met trainingen voor bestuurders: alle opbrengsten van het programma Flood Control 2015 dragen bij aan betere informatievoorziening, effectiever menselijk handelen en, zodoende, aan een veiliger achterland.

## **Verspreiding en toepassing**

Flood Control 2015 stelt de ontwikkelde methoden en technieken en onderliggende kennis voornamelijk beschikbaar in de vorm van publicaties en software. De bedoeling is dat de opbrengst van het programma breed en breed wordt ingezet door de consortiumpartners van Flood Control 2015 én door andere partijen, zoals waterschappen, veiligheidsregio's en adviesbureaus. Omdat Flood Control 2015 de verspreiding van kennis hoog in het vaandel heeft staan, kunnen derden de methoden en producten gebruiken

tegen gunstige voorwaarden. De belangrijkste gebruikers zijn Nederlandse en buitenlandse overheidsorganisaties verantwoordelijk voor waterbeheer en crisisbeheersing. Flood Control 2015 houdt zich ook bezig met onderwijs. Onder de noemer *human capital* is in samenwerking met onderwijsinstellingen vorm gegeven aan de opleiding van professionals op het gebied van *smart flood control*.

### Onderwijs

De ontwikkeling van nieuwe kennis, diensten en producten dient hand in hand te gaan met het opleiden van professionals die deze kunnen beheren en verder ontwikkelen. Het consortium heeft daarom de ontwikkeling van een Flood Control-curriculum voor het hoger onderwijs opgenomen in zijn programma.

### Flood Control-professionals

Ten tijde van de oprichting van het consortium Flood Control 2015 bood geen enkele Nederlandse onderwijsinstelling een lesprogramma aan dat kennis van en ervaring met waterveiligheid integreert met voorspellings- en beslissingsondersteunende IT-tools. Het onderwijsprogramma beoogt de verschillende deelproducten van Flood Control 2015 te integreren en opgedane kennis en praktijkvaardigheden over te dragen aan toekomstige generaties. Opleide flood controllers zijn in staat de kennis toe te passen en waar nodig verder te ontwikkelen.



Met hun onderzoeken en praktijkprojecten leveren zij op hun beurt nieuwe inzichten in waterbeheer en waterveiligheid.

### **Instellingen**

De Hogeschool van Rotterdam beschikt over een lectoraat Stad en Water en biedt een opleiding watermanagement. Flood Control 2015 is nauw betrokken bij de invulling van dit lectoraat (→ p. 18). Behalve de Hogeschool van Rotterdam hebben drie andere hogescholen, één universiteit en één postacademische onderwijsinstelling Flood Control inmiddels geïntegreerd in hun onderwijsaanbod.

### **Consortium**

Het consortium Flood Control 2015 wordt gevormd door drie kennisinstellingen, drie grote ingenieursbureaus, een internationaal IT-bedrijf, een specialistisch adviesbureau en een nationaal samenwerkingsverband dat (het monitoren van) dijksterkte onderzoekt. Deze samenstelling zorgt voor een brede inbreng van internationale kennis en ervaring op alle gebieden van waterveiligheid. De verschillende consortiumpartners staan achterin dit boek beschreven (→ p. 100).

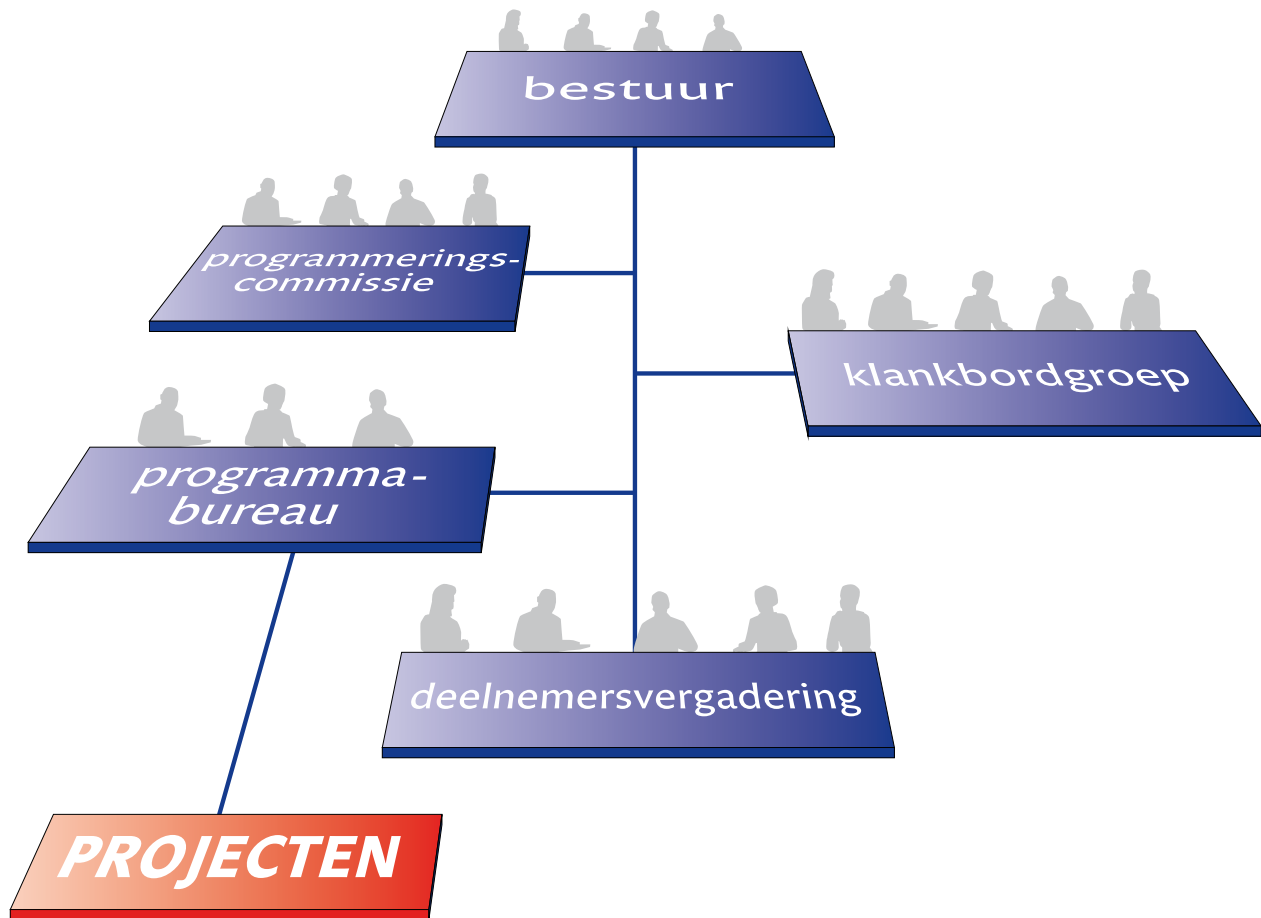
### **Samenwerking**

Flood Control 2015 is een voorbeeld van samenwerking in de zogenaamde Gouden Driehoek van overheid, kennisinstellingen en bedrijfsleven. Kennisinstellingen en bedrijfsleven brengen

onderzoek en ontwikkeling in. De Rijksoverheid verzorgt cofinanciering en diverse overheden treden op als *launching customer* en afnemer van de nieuwe technieken en producten. Deze samenwerking garandeert dat de nieuwe technieken en producten optimaal aansluiten bij de behoefte van de waterbeheerders.

### **Stichting Flood Control 2015**

Samenwerking tussen consortiumpartners heeft plaats onder de hoede van de Stichting Flood Control 2015. Het bestuur van deze stichting bestaat uit vier personen uit het consortium. De stichting organiseert deelnemersvergaderingen met vertegenwoordigers van alle consortiumpartners. Voor de uitvoering van het gezamenlijke ontwikkelingsprogramma is een compact en slagvaardig programmabureau in het leven geroepen. De klankbordgroep bestaat uit vertegenwoordigers van belanghebbende partijen buiten het consortium. De input van de leden van de klankbordgroep draagt bij aan een goede afstemming van de ontwikkelingen op de praktijk van de waterbeheerders. De programmeringscommissie telt negen leden, één voor elke consortiumpartner. De programmeringscommissie stemt ontwikkelingsideeën van de verschillende consortiumpartners op elkaar af en bewaakt de samenhang van alle ontwikkelingen. De Stichting Flood Control 2015 voert zelf geen inhoudelijk werk uit. Alles wordt door de consortiumpartners uitgevoerd, dikwijls in onderlinge samenwerking.





# Hoger onderwijs over smarter flood control in Rotterdam

Flood Control 2015 heeft gekozen voor de Hogeschool van Rotterdam als startpunt van de ontwikkeling van een onderwijsprogramma. De metropool Rotterdam is een duurzame delta- en havenstad die voorop loopt in de toepassing van moderne technologieën, én de zetel van het Nationaal Water Centrum (NWC).

## **i-lab**

Aan de Hogeschool van Rotterdam heeft Flood Control 2015 samen met studenten en docenten gewerkt aan innovatieve kennis- en product-ontwikkeling in een interactieve leeromgeving, een zogenoemd innovation-lab (i-lab). Hiervoor is gekozen na consultatie van het werkveld, dat graag praktijkvragen neerlegt bij studenten en in de toekomst graag een flood control-professional aanneemt die initiatiefrijk, omgevingsbewust en analytisch sterk is.

## **Flood Control game**

In een i-lab worden studenten uitgedaagd om een moeilijk oplosbare vraag uit het werkveld zelfstandig te onderzoeken en een (commercieel) product als oplossing te ontwikkelen. Het uitgangspunt was de vraag hoe communicatie tussen verschillende overheidsinstellingen die

actief zijn op het gebied van waterbeheer en veiligheid, beter kan verlopen tijdens een overstroming. Als antwoord op deze vraag hebben studenten de Flood Control game ontwikkeld. Het spel wordt gebruikt voor trainingen in het werkveld en voor onderwijs.

Het Serious Challenge studentenevenement van het consortium tijdens de 2nd European Flood Risk conferentie daagt studenten uit om met aanvullende innovatieve ideeën voor een Flood Control game te komen.

## **Lespakket**

Ook is er een lespakket ontwikkeld voor ouderejaarsstudenten. Het pakket omvat theoretische basiskennis van hoogwaterveiligheid en risicomanagement. De verwachting is dat jaarlijks ongeveer honderd Nederlandse studenten gebruik gaan maken van de lesmaterialen. Het



geproduceerde lespakket is grotendeels Engels-talig, wat internationale toepassing van Flood Control vergemakkelijkt.

*Studenten aan de slag met Smart Flood Control*

## Bordspel

De kennis en ervaring die is ingebracht in het Innovation Lab Flood Control heeft de studenten inzicht gegeven in de bestaande dilemma's bij crisiscommunicatie. Op basis daarvan hebben zij, in samenwerking met het werkveld, een bordspel kunnen ontwikkelen waarmee de betrokken partijen zich op een laagdrempelige manier bewust worden van communicatieproblemen bij (dreigende) overstromingen.



**Leander Ernst**

Hoofddocent Watermanagement  
Coördinator i-lab Flood Control

# Academisch onderzoek

## voor smarter flood control

In Flood Control 2015 zijn verschillende promovendi aan de slag gegaan met vraagstukken op het gebied van waterveiligheid, ICT en de vruchtbare integratie van beide. Zo is onder meer de effectiviteit van evacuatie bij overstromingen onderzocht en zijn beslismodellen ontwikkeld die moeten leiden tot beter onderbouwde besluitvorming. Met remote-sensingtechnieken zijn zwakke plekken in veenkaden blootgelegd.

### Evacuatie

Evacuatie is één van de maatregelen waartoe een overheid kan overgaan als een overstroming dreigt. Maar op welk moment kan een besluit tot evacueren het best worden genomen? Komt het te vroeg, dan is de maatregel wellicht niet effectief. Maar naarmate de crisis langer duurt, zullen steeds meer burgers zelf besluiten om te vertrekken dan wel te blijven. In het onderzoek is een model opgesteld voor verschillende fasen van een crisis. Aan de hand van de fasering is een methode ontwikkeld voor het bepalen van optimale beslismomenten op basis van het risico. Zo wordt de kans groter dat een evacuatie ordelijk verloopt, dat inwoners veilig geëvacueerd kunnen worden en dat de gevolgen van een onverhoopte overstroming worden verminderd.

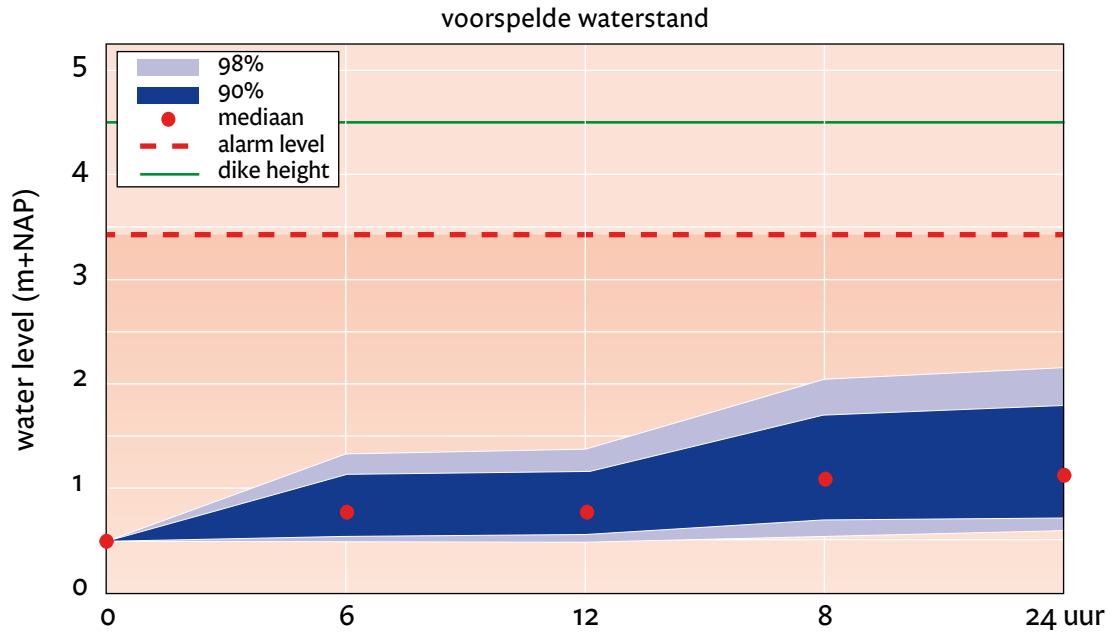
### EvacuAid

Tijdens dit onderzoek is EvacuAid ontwikkeld, een instrument waarmee de mate van effectiviteit van evacuatiebeslissingen kan worden geschat. In de berekening wordt rekening gehouden met de interactie tussen overheid, burgers, infrastructuur en dreiging. Het resultaat is een percentage van de bevolking dat succesvol geëvacueerd kan worden en een inschatting van het aantal slachtoffers tijdens de evacuatie. Met behulp van dit instrument wordt een snelle inschatting gemaakt, die tot uitwerking van een operationeel evacuatieplan kan leiden. In een aangrenzend onderzoek is een prototype van een Evacuatiemodel ontwikkeld. Dit model combineert gegevens over de locatie, dichtheid en verplaatsing van de bevolking in een te evacueren gebied.





*Een evacuatie gaat vaak gepaard met chaos*



*Onzekerheid in de voorspelde waterstand kan worden meegenomen in de besluitvorming*

### **Beslismodellen voor waterveiligheid**

Wanneer een overstroming dreigt, moeten besluiten vaak worden genomen op basis van complexe informatie. De onderzoeker heeft mathematische beslismodellen ontwikkeld gerelateerd aan overstromingsrisico's. Uitgangspunt was een Markov Besluitvormingsproces, een mathematisch kader voor het modelleren van besluitvormingsprocessen waarbij de uitkomst deels onder controle is van een beslisser en deels door (onstuurbare) externe invloeden bepaald wordt.

De uitkomsten van het model geven een indicatie van het beste alternatief voor maatregelen, uitgaand van historische gegevens, actuele

gegevens en kortetermijnverwachtingen, en van kosten van maatregelen en potentiële schade (materieel en slachtoffers). Het model houdt rekening met 'operationele faalkansen' van dijken. Deze operationele faalkansen geven de actuele kans weer dat een dijk faalt binnen een bepaalde tijdspanne, gegeven de informatie die bekend is van de kering zelf en van de belasting op de kering. Het concept 'operationele faalkansen' is ook binnen dit onderzoek ontwikkeld en uitgewerkt.





*Monitoren van een veenkade vanuit de lucht*

### **Veenkaden van afstand goed in beeld**

Er ligt in Nederland meer dan 3.000 km veenkade, die laaggelegen delen van het land beschermt tegen overstroming. De kwaliteit van de kaden moet op peil worden gehouden om de veiligheid van de gebieden te kunnen garanderen. In de huidige praktijk beoordelen dijkinspecteurs doorgaans deze kwaliteit; zij baseren zich op visuele waarneming. Dit is een vrij arbeidsintensieve methode, die bovendien een relatief grote kans op fouten met zich meebrengt. Om trajecten van veenkaden sneller en consistentier te kunnen beoordelen, is een onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van remote-sensingtechnieken, in dit geval met behulp van opnamen vanuit de lucht.

Op een veenkade van discutabele kwaliteit is een aantal technieken toegepast, waaronder het gebruik van zichtbaar licht, infrarood en thermische energie. Met alle geteste technieken konden afwijkingen in de dijk worden vastgesteld. Deze afwijkingen betroffen de bodemvochtigheid en andere ondergrondse processen. Echter, de omvang van de afwijkingen verschilde per toegepaste techniek. De conclusie is dat een gecombineerd gebruik van de geteste technieken leidt tot een betrouwbaar beeld van verzwakte stukken veenkade.





# VOORSPELLEN EN STUREN







# Zicht op hoogwater

Grote, ingrijpende overstromingen met dikwijls fatale gevolgen teisteren de wereld. Recente watersnood-rampen in de Verenigde Staten, Pakistan, Australië, Japan en Thailand waren wereldnieuws.

Hadden ze kunnen worden voorkomen als er betere informatie beschikbaar was geweest, gebaseerd op realtime gegevens over weer en water en nauwkeuriger voorspellingen? Vermoedelijk niet. Wel hadden de gevolgen waarschijnlijk kunnen

worden beperkt. Feit is dat steeds meer mensen in gebieden leven die gevoelig zijn voor overstroming. Dit betekent ook dat er meer belangen en grotere investeringen moeten worden beschermd.

Flood Control 2015 heeft verschillende mogelijkheden voor betere informatievoorziening onderzocht. Bruikbare, levens- en kosten-besparende methoden en technieken voor waterbeheer en crisis-management zijn het resultaat.



# Wat als...?

We verwachten van waterbeheerders en crisismanagers dat zij maatregelen nemen als een overstroming dreigt. Hoe eerder zij kunnen beschikken over bruikbare informatie en betrouwbare voorspellingen van waterstanden, golfhoogten en neerslag, hoe sneller zij gedegen besluiten kunnen nemen en hoe beter de gevolgen van een hoogwater kunnen worden beperkt.

## **Betrouwbare informatie**

Wat als een overstroming dreigt? Hoe lang houden dijken of duinen stand? Moet een gebied worden ontruimd? In tijden van nood moet snel en adequaat worden gehandeld. Dit lukt uitsluitend wanneer betrouwbare informatie voorhanden is over de actuele en verwachte situatie langs rivieren, in estuaria, aan de kust of in een regionaal watersysteem. Daarbij is zowel meteorologische informatie (neerslag, wind en luchtdruk) als hydrologische informatie (waterstanden, stroming en golfhoogte) van belang.

## **Systematisch**

Moet ik zandzakken laten leggen, een hoogwaterberging inzetten of een gebied laten ontruimen? De moderne informatietechnologie maakt het mogelijk gegevens razendsnel te verwerken en gerichte informatie te genereren.

Waterbeheerders en crisismanagers wereldwijd hebben baat bij informatiesystemen die in staat zijn diverse soorten gegevens (metingen, satellietbeelden, modelberekeningen) aan elkaar te koppelen, te integreren en overzichtelijk te presenteren. Dat niet alleen, de informatiesystemen moeten ook onzekerheden kwantificeren en reduceren opdat degene die de knopen doorhakt de meest effectieve maatregelen neemt. Een dergelijk systeem biedt uitkomst in crisissituaties, maar zeker ook in het dagelijks waterbeheer.

## **Beschikbaar**

Flood Control 2015 zorgt voor snelheid, nauwkeurigheid en betrouwbaarheid in realtime-informatievoorziening over overstromingsrisico's door nieuwe methoden en technieken te ontwikkelen en deze, al dan niet als onderdeel van



*Soms moet het water wat geholpen worden om het gebied met hoogwater te ontlasten*

een integraal systeem, beschikbaar te stellen. Zo voorziet Flood Control 2015 in de behoefte van waterbeheerders en crisismanagers aan informatie en instrumenten waarmee zij hun taken optimaal

kunnen invullen. De instrumenten zijn zo ontwikkeld dat zij snel en efficiënt op maat kunnen worden gemaakt voor een specifiek gebied of situatie.

# Zicht op hoog water, de praktijk

*“Wereldwijd werken veel onderzoekers aan het verbeteren van voorspellingen van waterstanden in rivieren en langs kusten. Wat hadden wij daar vanuit Flood Control nog aan toe te voegen? Heel veel! Kwantificeren en reduceren van onzekerheden, en hiermee slim omgaan bij het sturen van kunstwerken en het nemen van maatregelen hebben we als focus gekozen. Juist op dat gebied hebben we concrete innovaties ontwikkeld, en in pilots uitgetest in binnen- en buitenland. Daarmee kunnen waterbeheerders wereldwijd direct hun voordeel doen.”* Karel Heynert, themaleider Voorspellen en sturen

## 1 Kwantificeren en reduceren van onzekerheden

Hoe betrouwbaar zijn voorspellingen van rivierafvoeren, zeewaterstanden en golfhoogten? Om de marge van onzekerheid in modelberekeningen te verkleinen en voorspellingen nauwkeuriger te maken, zijn verschillende methoden en technieken beschreven en getest.

## 2 Realtime-voorspelling van kusterosie

Waar kustverdediging bestaat uit stranden en duinen, stelt actuele informatie over kustafslag, golfoverslag en de kans op overstroming beheerders en autoriteiten zoals de kustwacht in staat adequaat te reageren op acute dreigingen én evenwichtig kustbeheer op langere termijn te voeren.

## 3 Global Flood Observatory

Waarom is er eigenlijk geen onlinefaciliteit die rampenbestrijders, hulporganisaties en waterbeheerders laat zien hoe een overstroming verloopt? Het Global Flood Observatory combineert en verwerkt satellietbeelden automatisch zodat iedereen op de hoogte kan blijven.

## 4 Optimale sturing van kunstwerken

Stuwen, gemalen, reservoirs en inlaten zijn wapens in de strijd tegen hoogwater. Door Flood Control 2015 ontwikkelde beslismodellen helpen beheerders kunstwerken optimaal te gebruiken en piekwaterstanden te verlagen.





1

2



3

4







## Kwantificeren en reduceren van onzekerheden

In operationele systemen voor hydrologische voorspellingen maken traditionele (lumped) hydrologische modellen langzaam maar zeker plaats voor gedistribueerde hydrologische modellen. Daarom zijn nieuwe technieken voor data-assimilatie nodig, die hiermee kunnen omgaan en die ruimtelijke onzekerheden kunnen verwerken. Hoe succesvol een data-assimilatieproces verloopt, hangt af van de mate waarin onzekerheden in bijvoorbeeld modelinvoer en -schematisaties kunnen worden bepaald.

### Actualisering hydrologische toestand

De initiële toestand van het hydrologische systeem bepaalt in belangrijke mate de kortetermijnrespons van het hydrologische systeem. Het gaat bijvoorbeeld om de initiële (grond)waterstanden en verzadiging van de bodem. Die zijn bepalend voor de respons van het watersysteem in de eerste uren of dagen, afhankelijk van het watersysteem. Voor voorspellingen op de korte termijn is een goede modelweergave van deze respons een cruciale factor. Hoe nauwkeuriger de initiële toestand in het model is weergegeven, des te nauwkeuriger de voorspelling zal zijn. In dit project zijn methoden ontwikkeld om de initiële hydrologische toestand in ruimtelijk gedistribueerde modellen te actualiseren.

Voorspellingen worden hierdoor nauwkeuriger. De technieken zijn getest in een toepassing voor het stroomgebied van de Maas. De resultaten zijn beschikbaar gesteld binnen een open-software-omgeving (OpenDA).

### Naar een betere golfvoorspelling

Hoe bedreigend zijn de golven voor een kust, een haven of een waterkering? Ten bate van de veiligheid van het achterland en de scheepvaart zijn nauwkeurige realtime-voorspellingen van golven gewenst. Toepassing van data-assimilatie heeft een aanzienlijke verbetering van de golfvoorspelling in ondiep water tot gevolg. In dit project is daarom een data-assimilatie-techniek ontwikkeld ter verbetering van de

voorspellingen die met het veelgebruikte golfmodel SWAN worden gemaakt. Er is gewerkt aan het effectief gebruik van high performance computing (HPC) technieken om te komen tot operationele golfvoorspellingen. De ontwikkelde technieken zijn gevalideerd in een testcase voor de Noordzee.

### **Onzekerheidsraamwerk**

In het project is een flexibel en schaalbaar onzekerheidsraamwerk ontwikkeld. Dit biedt richtlijnen voor het kwantificeren, visualiseren en omgaan met onzekerheden in verschillende typen watersystemen. De aanpak is uitgetest in toepassingen voor grote rivieren (Rijn en Maas) en regionale watersystemen. Ook is een aantal buitenlandse toepassingen uitgewerkt en beschreven. Dit onderzoek heeft mede geresulteerd in de ontwikkeling van methoden voor de toepassing van de QR-techniek (quantile regression) voor het kwantificeren en visualiseren van de voorspellingsnauwkeurigheid voor locaties waarvoor metingen beschikbaar zijn.

*Een goede weergave van de initiële conditie van het hydrologisch systeem is van belang voor goede voorspellingen op de korte termijn*





## Realtime-voorspelling van kusterosie

Langs kusten over de hele wereld vormen zand- en grindstranden en duinen de belangrijkste vorm van kustverdediging. Onder invloed van wind en water kunnen stranden en duinen eroderen, in hoog tempo soms, wat het risico op overstroming verhoogt. Kustafslag kan acute problemen veroorzaken. Vooral tijdens stormcondities zijn kustbeheerders enorm geholpen met een actueel beeld van de toestand van stranden en duinen. Op kritieke situaties, zoals snelle en omvangrijke erosie van de kust en golfoverslag, kan dan worden geanticipeerd. Nauwkeurige voorspellingen van de toestand van de kust vormen ook een belangrijke informatiebron voor ontwikkeling en beheer van de kust op langere termijn.

### Actuele toestand van de kust

Het project Realtime Safety on Sedimentary Coasts (RTSANCO) levert methoden en technieken op voor monitoring en voorspellingen van de ontwikkeling van een zand- of grindkust in real-time. De aanpak is gebaseerd op een Coastal Storm Modelling System (COSMOS) dat bestaat uit een gekoppelde reeks van stormopzet-, golf- en duinerosiemodellen. Modellen worden zoveel mogelijk in overeenstemming gebracht met de actuele werkelijkheid langs de kust. Hiervoor is een data-assimilatietechniek ontwikkeld en toegepast die gebruik maakt van beelden van het strand en de brekerzone. Deze beelden zijn afkomstig van videocamera's (Argus). Het onderwaterprofiel wordt op basis van deze

realtime-beelden van golfpatronen automatisch gecorrigeerd met behulp van het softwaresysteem BeachWizard en verwerkt in het voorspellings-systeem.

De ontwikkelde techniek is toegepast op drie locaties langs de Nederlandse kust (Egmond, Vlugtenburg en Walcheren) en op een locatie op het Engelse eiland Jersey, waar speciaal hiervoor een Argus-videolocatie is ingericht. De hier ontwikkelde aanpak is getest en gevalideerd. In 2012 is de methode ook beproefd voor het voorspellen van morfologische ontwikkelingen rondom de Zandmotor – een zeer omvangrijke zandsuppletie voor de Nederlandse kust.





*Kusterosie heeft vaak directe gevolgen voor de infrastructuur*

### **Muienvoorspeller**

Met COSMOS kan stroming langs de kust in detail in beeld worden gebracht. Het kan daarom ook worden gebruikt voor het voorspellen van gevaarlijke muistroming. Hiervoor is samenwerking gezocht met de reddingsbrigade van Egmond en zijn praktische toepassingsmogelijkheden onder-

zocht. Er is een voor iedereen toegankelijke website ontwikkeld waarop de resultaten van de ‘muienvoorspeller’ realtime beschikbaar zijn. In 2012 is COSMOS in het generieke voorspellings- en waarschuwingssysteem Delft FEWS geïntegreerd. Dit met het oog op operationele inzet door een bredere gebruikersgroep.





## Global Flood Observatory

Om het verloop en de gevolgen van grote overstromingen te kunnen overzien, is het belangrijk om zo snel mogelijk zicht te krijgen op de omvang van de getroffen gebieden. Dit is tijdens een noodsituatie eigenlijk alleen goed mogelijk vanuit de lucht. Door satellietbeelden via een interface te presenteren kan iedereen met een internetverbinding overstromingen overal ter wereld op de voet volgen.

### **Bijna realtime**

Satellietsensoren bieden uitstekende mogelijkheden voor observatie van overstromingen, maar worden eigenlijk alleen door het Amerikaanse Dartmouth Flood Observatory (DFO) systematisch en wereldwijd ingezet. Dit gebeurt in samenwerking met NASA en op basis van optische satellietbeelden. Om de beschikbaarheid van de realtime-overstromingsbeelden aanzienlijk te vergroten en te institutionaliseren, heeft Flood Control 2015 in samenwerking met het DFO het Global Flood Observatory (GFO) ontwikkeld.

Het GFO produceert op een systematische en geautomatiseerde wijze een (bijna) realtime-beeld van overstromingen wereldwijd. Dit gebeurt op

basis van vrij beschikbare satellietdata, afkomstig van ESA en NASA.

### **Beelden vertalen**

Er zijn modules ontwikkeld die radarbeelden (SAR) van de ENVISAT-satelliet van ESA vertalen in de kans op de aanwezigheid van een overstroming per pixel, inclusief de meest waarschijnlijke waterstand ter plaatse. Het vertalingsalgoritme is ingebouwd in het Delft FEWS-systeem om automatisch combinaties met andere informatie te kunnen maken, zoals topografie, vrij beschikbare satellietdiensten en data afkomstig van de twee NASA-satellieten die zijn uitgerust met een Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Het systeem is in 2011 en 2012 ont-

wikkeld en combineert beelden van verschillende satellieten. Het GFO kan worden gebruikt voor dagelijkse of zelfs frequentere overstromings-alarmering.

### **Kwaliteit**

Om de gebruikskwaliteit te verbeteren is een aantal aanvullende stappen gezet. Zo is de resolutie van de overstromingsbeelden verhoogd, zodat overstromingen van kleinere rivieren beter in beeld kunnen worden gebracht. Hiervoor zijn algoritmes ontwikkeld die gebruik maken van de data die vanaf 2013 afkomstig zullen zijn van de nieuwe Sentinel-satellieten van ESA. De data-verwerking en combinatie van data van verschillende satellieten zijn vervolgens verder geautomatiseerd. Ook is gewerkt aan de technische validatie van de ontwikkelde methoden en algoritmes, en aan methoden voor verspreiding van de wereldwijde overstromingsinformatie. Om het GFO in de toekomst te kunnen institutionaliseren, wordt samengewerkt met DFO, ESA en NASA.

*Actuele informatie over de omvang van overstromingen kan ingewonnen worden met satellieten*





## Optimale sturing van kunstwerken

Stuwen, gemalen, reservoirs en inlaten van hoogwaterbergingsgebieden kunnen worden gebruikt om de gevolgen van hoogwater te beperken. Een optimale inzet van hydraulische kunstwerken kan een extra verlaging van de waterstand opleveren, tegen betrekkelijk lage kosten. Om een optimale inzet van hydraulische kunstwerken mogelijk te maken in situaties met veel keuzemogelijkheden, zijn beslismodellen ontwikkeld en getest bij de splitsingspunten in de Rijntakken, en in de Rijn-Maasdelta voorafgaand aan en tijdens hoogwater.

### Beslismodellen

Welke maatregelen leiden tot een optimaal resultaat? Nieuwe geavanceerde beslismodellen stellen een waterbeheerder in staat hydraulische kunstwerken in te zetten op een zodanige manier dat piekwaterstanden worden verlaagd. In deze beslismodellen wordt voor het eerst rekening gehouden met de onzekerheid van beschikbare (hydrologische) meetgegevens en voorspellingen.

Daarnaast zijn de modellen in staat een combinatie van continue parameters en discrete parameters te verwerken, zoals het wel of niet functioneren van pompen. In samenwerking met de Bundesanstalt für Gewässerkunde in Duitsland is een toepassing ontwikkeld voor de optimale inzet van noodbergingsgebieden langs de rivier de Havel. Deze gebieden spelen een sleutelrol in de beheersing van hoogwater op de Elbe.

*Hondsbroeksche Pleij bij Westervoort, waar een regelwerk is neergezet om de afvoerverdeling over de IJssel en Nederrijn te kunnen regelen*





# Van early warning naar early action in Jakarta

Overal ter wereld werken organisaties aan preventie van overstromingsrampen. Welke informatie is beschikbaar? Aan welke informatie is behoefte en hoe kunnen gebruikers het best worden bediend? In Indonesië heeft Flood Control 2015 samen met Partners for Resilience een Dashboard Early Action gemaakt voor de regio Jakarta.

## De alliantie

Partners for Resilience is een samenwerkingsverband tussen Cordaid, het Nederlandse Rode Kruis, Wetlands International, CARE Nederland en het Klimaatcentrum van het Internationale Rode Kruis. Deze organisaties willen mensen in landen in Afrika, Azië en Centraal Amerika weerbaarder maken tegen de gevolgen van rampen en extreem weer. De alliantie heeft hiervoor rampenpreventie- en klimaatadaptatieprogramma's opgesteld. Het realiseren van systemen die early action mogelijk maken, is een van de onderdelen.

## Het Dashboard

Voorkomen is beter dan genezen. Als omstandigheden kunnen leiden tot een ramp, hebben overheden en hulpverleners baat bij concrete informatie, zoals actuele gegevens en voor-

spelingen van weer en waterstanden. Maar een hulpverlener wil misschien andersoortige informatie dan een bestuurder. Belangrijk is bovendien dat alle partijen die werken aan preventie, dezelfde beelden voor ogen hebben en informatie kunnen delen. Behalve aan een analyse van de informatiebehoefte hebben Partners for Resilience en Flood Control 2015 daarom gewerkt aan een Dashboard Early Action.

Het Dashboard maakt duidelijk, op een gebruikersvriendelijke manier, wat earlywarning-informatie betekent op strategisch, tactisch en operationeel niveau. Informatie kan geconfigureerd worden voor individuele gebruikers. Verschillende informatiebronnen worden gecombineerd om de gebruiker een zo compleet mogelijk beeld te geven. Het informatie-

1 Het dashboard kan geheel naar wens van de gebruiker worden ingesteld. Met deze knop wordt een dialoogvenster opgeroepen...

2 Daarin kan de gebruiker een keuze maken uit uiteenlopende typen informatievensters. Deze persoonlijke configuratie wordt opgeslagen en wordt bij elke sessie automatisch getoond.

3 Naast deze persoonlijke configuratie bestaat de mogelijkheid in dit pop-up venster te kiezen uit één van de vooraf ingestelde schermconfiguraties.

4 In dit voorbeeld van een persoonlijke configuratie zijn vensters te zien met beelden van een weersatelliet (a), de verwachting m.b.t. droogte en neerslag (b) en een regiokaart met actuele waarschuwingen (c). Elk venster is schaalbaar.

### **De drie functies van het dashboard**

- 1 *Het integreren en analyseren van relevante earlywarning-informatie uit verschillende bronnen.*
- 2 *Presenteren van earlyaction-informatie op maat, aan verschillende gebruikers:*
  - *op strategisch niveau;*
  - *op tactisch niveau;*
  - *op operationeel niveau.*
- 3 *Presenteren van earlyaction-informatie op verschillende tijdschalen (jaar, maand, week, dag, uur) en alarmniveaus (hoog, midden, laag).*



aanbod is voor alle gebruikers gelijk. Als een situatie verandert, beschikken gebruikers dus direct over dezelfde update. Ook kunnen gebruikers de 'plaatjes' (Dashboard views) uitwisselen. Het hoofdkantoor kan bijvoorbeeld een bepaald beeld delen met regionale kantoren om doelgericht maatregelen te kunnen afspreken.

Het systeem wordt bovendien gestuurd door de informatievraag. Rampenorganisaties hoeven dus niet te wachten tot ze informatie krijgen aangeboden. Ze kunnen zelf de informatie verzamelen die ze nodig hebben om te kunnen handelen. In crisissituaties is alle tijdwinst welkom.





# Mensenlevens worden gered

Het Dashboard verschaft ons toegang tot hoogwaardige klimaat- en earlywarning-kennis, op een voor ons betekenisvolle manier. Wanneer zich een ramp voltrekt, zijn vrijwilligers van het Rode Kruis vaak als eersten aanwezig om hulp te verlenen. Maar in de meeste gevallen kunnen we meer levens redden en het lijden verminderen als we kunnen optreden vóór de ramp plaatsvindt. Wereldwijd investeert het Rode Kruis daarom in early-warning-systemen, die tijdig informatie over extreme weersomstandigheden beschikbaar stellen aan overheden, gemeenschappen en huishoudens. Zodat men voorbereid is op het ergste. Met behulp van dit dashboard kunnen we op een effectieve manier anticiperen op de risico's die gepaard gaan met rampen. Op de korte termijn kan een stormwaarschuwing mensen bijvoorbeeld bewegen om tijdig te evacueren en een veilig heenkomen te zoeken. Bij waarschuwingen op middellange termijn kunnen we rampenplannen herzien, noodvoorraden aanleggen en vrijwilligers opleiden. Doordat wij kunnen selecteren welke informatie we nodig hebben voor bepaalde acties, kan veel onheil en schade worden voorkomen. Mensenlevens worden gered.



**Margot Steenbergen**

Partners for Resilience Officer,  
Filippijnen









# DIJKSTERKTE EN MONITORING







Dijkwacht

# Hoe de dijk zich houdt

Hoe betrouwbaar is een dijk? Waar zou hij kunnen bezwijken? Wat is nodig om een doorbraak te voorkomen, of zo lang mogelijk uit te stellen? Iedereen die verantwoordelijk is voor waterveiligheid heeft baat bij antwoorden op zulke vragen.

Flood Control 2015 ontwikkelt daarom methoden waarmee dijksterkte zo nauwkeurig als mogelijk wordt bepaald (realtime) en voorspeld. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de meest geavanceerde technieken

voor data-assimilatie en monitoring, van sensoren in dijken tot en met remote sensing. In één systeem kunnen sterktebepalingen en voorspellingen van belastingen worden geïntegreerd en gepresenteerd.

Een systeem dat prognoses levert van dijksterkte en overstromingsrisico's is niet alleen een belangrijke bron van informatie wanneer de kans op overstroming toeneemt, het is ook een waardevol hulpmiddel in het dagelijks beheer.



# Water keren kan altijd beter

Leven in een rivierdelta is werken aan veiligheid. Nederlanders hebben met vallen en opstaan geleerd hoe het water gekeerd kan worden. Stabiele dijken zijn onmisbaar. Maar hoe weet je of een dijk het water aankan?

## Dijken, dijken

Nederland is een bedijkt land. Alleen al langs de zee en de rivieren ligt bijna 1.900 km dijk, allemaal primaire waterkering. Aan regionale waterkeringen – dijken om polders, dorpen en steden heen – telt Nederland ongeveer 14.000 km. Ze beschermen mensen, have en goed in laag gelegen gebieden. Dijken zijn onlosmakelijk verbonden met de vorming van dit land, een product van landaanwinningen en droogleggingen. Zonder dijken geen Nederland. Niet voor niets is een van Nederlands oudste staatsinstituties het waterschap: een regionale overheidsinstantie die onder meer het onderhoud en het beheer van dijken uitvoert.

## Hoe sterk is de dijk?

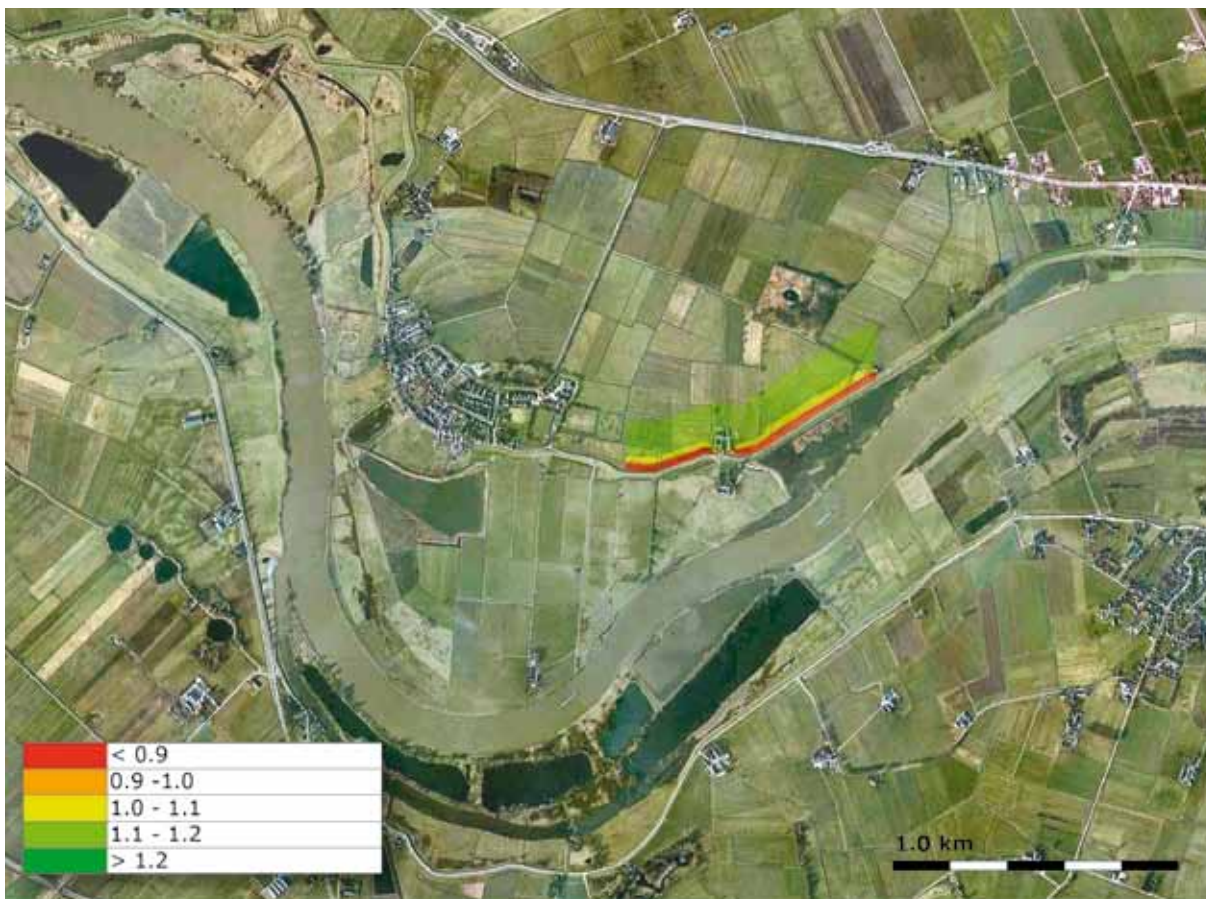
Voor Nederlandse waterschappen, en voor alle andere organisaties die bescherming bieden tegen overstroming, geldt: hoe meer bekend is over de

toestand van een dijk, des te beter op mogelijk falen kan worden geanticipeerd. Zowel op lange (beleid en beheer) als op korte (crisismanagement) termijn. Hoe sterk is de dijk in verhouding tot de krachten waar hij aan blootstaat? Waar liggen de zwakke plekken? Is extra monitoring geboden?

Waterschappen verlenen ook vergunningen voor (bouw)activiteiten die op of naast de waterkering worden ontplooid. Bovendien voeren waterschappen de wettelijk verplichte periodieke toetsing van het dijkstelsel uit. Voor de uitvoering van al deze taken is actuele, nauwkeurige en betrouwbare informatie over dijksterkte onmisbaar. Vanzelfsprekend profiteren anderen ook van een systeem dat deze informatie snel beschikbaar maakt. Gemeenten (bestemmingsplan), provincies (structuurvisies), nutsbedrijven en de rijksoverheid (toezicht) hebben elk hun



*De Waal bij Ophemert*



*Veiligheidsfactor voor piping in kaart, de aanwezige kwelweglengte gedeeld door de benodigde kwelweglengte*



eigen taken als het gaat om ruimtelijke ordening en zorg voor veiligheid. Betere informatievoorziening komt de beleids- en besluitvorming op alle niveaus ten goede.

### **Innovatieve dijkmonitoring**

Dijkmonitoring met behulp van sensortechnologie maakt het mogelijk om de actuele sterkte van een waterkering te meten en te voorspellen. Het slim toepassen van de monitoringfilosofie leidt tot beter beheer van dijken, significante kostenbesparingen en het sneller behalen van veiligheidsdoelstellingen.

In drie grote validatie-experimenten zijn de monitoringsystemen gevalideerd. Inmiddels worden de systemen toegepast in bestaande dijken. Dit zijn LiveDijken die op verschillende plaatsen in Nederland zijn of worden opgestart. Sensoren meten of voorspellen de werkelijke sterkte van deze dijken. Het Dijk Data Service Center verzamelt de data afkomstig van de LiveDijken en maakt de informatie beschikbaar voor waterbeheerders. Zij zijn daardoor in staat betere inspecties uit te voeren en er ontstaat meer kennis die gebruikt kan worden bij toetsing of versterking.

Het doel voor de komende jaren is het verder ontwikkelen van monitoringsystemen voor dijken. De onderzoeken naar innovatieve dijkmonitoring vinden grotendeels plaats in het programma van de Stichting IJkdijk. Deze Stichting is ook lid van het consortium Flood Control 2015, wat de intensieve samenwerking waarborgt.

### **Aansluiting**

Kennis en producten van Flood Control 2015 en praktijkonderzoek in het programma IJkdijk sluiten nauw op elkaar aan. Structurele afstemming tussen de programma's zorgt ervoor dat Flood Control 2015 kan werken aan informatiesystemen waarin de allernieuwste inzichten in faalkansen zijn verwerkt en voordelen van realtime-dijkmonitoring optimaal worden benut. Actueel inzicht in de toestand waarin een dijk zich bevindt, levert winst op. Waarom een dijk verzwaren als hij in goede staat verkeert? Bij versterking of onderhoud van dijken, kunnen kosten van onnodige maatregelen worden bespaard. Waarom tot evacuatie overgaan als dit niet hoeft? In geval van calamiteiten kunnen dankzij sensormonitoring maatregelen beter worden afgestemd op de actualiteit.

### **Proeftuin Groot Salland**

Flood Control 2015 heeft in samenwerking met waterschap Groot Salland een operationeel systeem ontwikkeld dat informatie over de belasting van een dijk, de dijksterkte, en de gevolgen van de belasting genereert, integreert en presenteert. Statische en realtime-gegevens over de conditie waarin een waterkering verkeert en de belasting ervan worden gebruikt om de dijksterkte te berekenen. Hieruit volgt een inschatting van de faalkansen van dijkvakken waaruit vervolgens de overstromingskans van de dijkkring kan worden herleid. Tot slot volgt hieruit het overstromingsrisico. Het systeem definieert het overstromingsrisico in termen van schade en slachtoffers (→ p. 58).

# Hoe de dijk zich houdt, de praktijk

*“Binnen het programma heb ik mij graag hard gemaakt voor ‘dijksterkte’. Hier lag een prachtige kans om de ‘ouderwetsche’ manier waarop we de dijksterkte plachten vast te stellen, te moderniseren. Onder meer door beter gebruik te maken van moderne Geo-ICT. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de toepassing van 3D- en realtime-geotechniek en om effectieve en efficiënte communicatie met niet (geo)technisch geschoolde beslissers. Ik roep iedereen op om hiermee nu in één keer de stap naar de 21e eeuw te zetten!”*

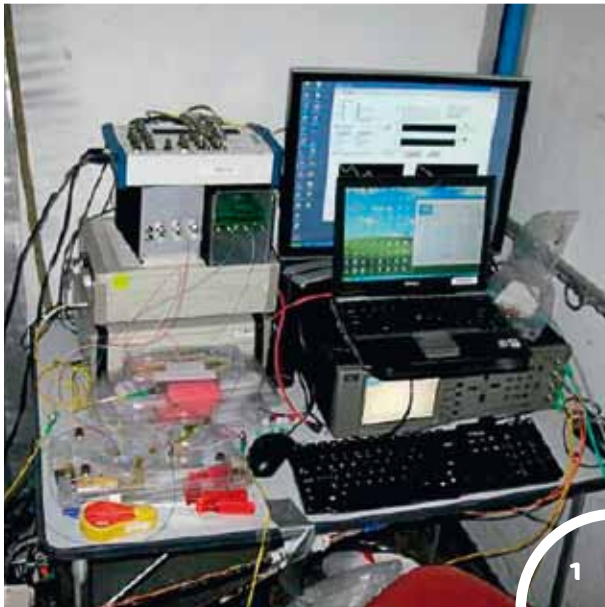
Martin van der Meer, themaleider Dijksterkte en monitoring

## 1 Dijksterkte Informatie Systeem (DIS)

Tot hoe ver kan een dijk worden belast? Aan zinnige besluiten over dijkbeheer ligt een betrouwbare sterktebeoordeling van een dijk of dijkring ten grondslag. Flood Control 2015 heeft een rekeninstrument ontwikkeld en getest dat een actueel beeld geeft van de dijksterkte op basis van onder meer remote-sensinggegevens.

## 2 Slimme Dijken

In het project Slimme Dijken worden op basis van realtime gemeten waterspanningen direct de actuele dijkstabiliteit en de kans op een overstroming berekend. Zo kan nauwkeuriger worden voorspeld hoe de faalkans van de dijk toeneemt naarmate het water verder stijgt en het hoogwater langer aanhoudt.







## Dijksterkte Informatie Systeem (DIS)

Hoe kunnen alle gegevens optimaal worden gecombineerd en gebruikt om dijksterkte te bepalen? In een nieuw ontwikkelde rekenmodule, het Dijksterkte Informatie Systeem (DIS) heeft Flood Control 2015 onder meer hoogtedatasets (gegevens ingewonnen met laseraltimetrie) toegepast en de mogelijkheden van moderne sensortechnologie benut om te komen tot een betrouwbare sterktebeoordeling van een dijkkring.

### Sterktekaarten

Om ervoor te zorgen dat DIS aansluit op de werkprocessen, software en systemen van waterschappen en onder alle omstandigheden kan worden gebruikt, is DIS in de Proeftuin Groot Salland getest (→ p. 58). Onderdeel van DIS is een grafische methode voor het snel en efficiënt genereren van de weergave van dijksterkte op topografische kaarten. De sterktekaarten geven de beheerder direct inzicht in de zwakste plekken onder bepaalde hydraulische randvoorwaarden. Deze sterktekaarten zijn te maken voor de actuele situatie, maar ook voor een willekeurige andere situatie, bijvoorbeeld ten behoeve van een ontwerp. In de verdere ontwikkeling van DIS staat de koppeling met de door de beheerder uitgevoerde inspecties centraal.

### RSDyk

In het project RSDyk is nader onderzoek gedaan naar het gebruik van remote sensing en geofysische technieken, onder andere voor een dijkvak van waterschap Groot Salland. Deze informatie is gebruikt bij het karteren en objectiveren van onzekerheden in het ondergrondmodel. Ook voor de monitoring van veenkades biedt remote sensing kansen. De kwaliteit van veenkades is moeilijk te berekenen en observatiemethoden zijn subjectief. Remote sensing technieken kunnen helpen de probleemgebieden te identificeren (→ p. 23).

*De sterkte van een dijk wordt beïnvloed door maatregelen*









## Slimme Dijken

Wanneer de waterstand stijgt, neemt de dijksterkte af. Dit komt doordat de waterspanning in de dijk toeneemt. Het monitoren van deze spanning is belangrijk. Hoe ontwikkelt de dijksterkte zich in de tijd? Gaat hij het houden of niet?

### Faalkans voorspellen

In het project Slimme Dijken worden op basis van realtime gemeten waterspanningen direct de actuele dijkstabiliteit en de kans op een overstroming berekend. Zo kan nauwkeuriger worden voorspeld hoe de faalkans van de dijk toeneemt naarmate de waterstand verder stijgt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van FEWS-DAM (Dijksterkte Analyse Module), een rekenmodule voor geautomatiseerde geotechnische analyse van dijken waarin faalkansen zijn meegenomen.

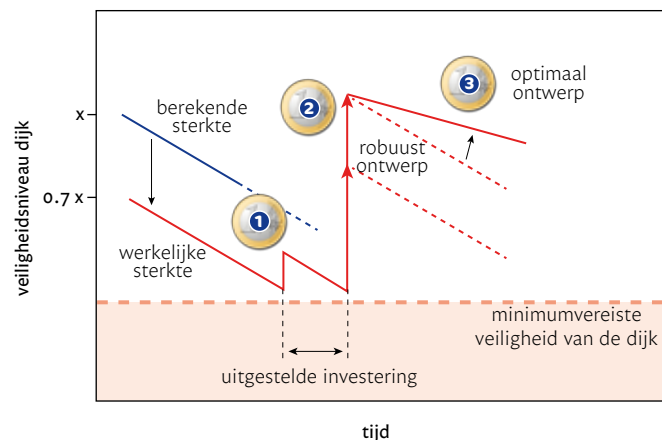
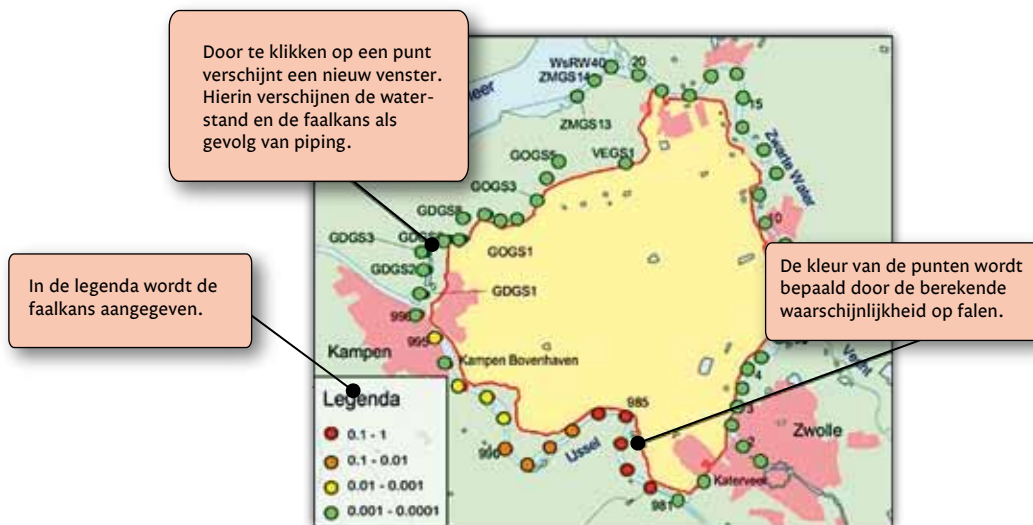
### Besparing

In het project Slimme Dijken is ook uitgezocht in welke gevallen monitoring besparingen oplevert voor de beheerder. Hieruit bleek onder meer dat het (kosten)effectief is om het installeren van een monitoringsysteem te combineren met monitoren ten behoeve van dijkversterkingen, omdat actuele dijksterkte-informatie de kans op falen tijdens de uitvoering vermindert en minder kosten hoeven te worden gemaakt voor maatregelen om falen tijdens de uitvoering te voorkomen. Dit is zo toegepast in het project Moderne Monitoring Dijken Eiland van Dordrecht.

*boven: Faalkansen van dijken in beeld*

*onder: Optimalisatie van dijkverbetering*





# Proeftuin Groot Salland

Door het beheergebied van waterschap Groot Salland stromen twee rivieren, de IJssel en de Vecht. Hoge afvoeren van beide rivieren kunnen voor problemen zorgen. Met Flood Control 2015 heeft het waterschap een systeem gebouwd waarin informatie over belastingen van waterkeringen leidt tot inzicht in de sterkte van de waterkeringen en de overstromingsrisico's. Hoe veilig is het achter de dijken? Een druk op de knop en het antwoord verschijnt.

## **Van oorzaak naar gevolg**

Het informatiesysteem combineert gegevens uit verschillende bronnen, computermodellen en presentatietools. Informatie over belastingen (metingen en voorspellingen van waterstanden, windsnelheden en -richtingen en golven) en informatie over de waterkering (zoals de ligging van de kering, de opbouw van het dijklichaam, actuele waterspanning in de dijk) liggen ten grondslag aan een berekening van de dijksterkte.

De integratie van de informatie levert een inschatting op van faalkansen van dijkvakken en, uiteindelijk, de hele dijkkring. Het systeem berekent overstromingsrisico's en brengt deze in beeld. Onzekerheden (bijvoorbeeld in de voorspelling van waterstanden) worden hierin meegenomen. Verder worden de gevolgen van

een mogelijke overstroming berekend in termen van verwachte schade en aantal slachtoffers.

## **Presentatie op maat**

De actuele informatie wordt met een hoog detailniveau gepresenteerd aan de specialist. Gegevens over oorzaak (belasting) en gevolg (actuele sterkte) kunnen gecombineerd worden weergegeven in grafieken, tabellen en kaarten. Ten behoeve van besluitvorming en het informeren van de burger kan informatie geaggregeerd en gecombineerd met veldwaarnemingen worden weergegeven via een internetportaal. Deze presentatie is afgestemd op de rol van de gebruiker. Het systeem is operationeel en ondersteunt het dagelijks werk van het waterschap.

*Tijdelijke versterking van een dijk tussen Zwolle en Kampen tijdens hoogwater op de IJssel*

### **Voordelen**

Actueel inzicht in de status van de waterkering, op elk gewenst moment. Dat is de meerwaarde van dit systeem. Toetsing van de waterkering wordt een continu proces, dat minder inspanning vergt dan voorheen. Inzicht in de sterkte van de waterkering maakt het mogelijk om beheer en onderhoud te optimaliseren. Tijdens crisissituaties wordt de actuele belasting vertaald naar een sterkte van de waterkering en een overstromingskans voor de dijkkring. De informatie wordt op verschillende aggregatieniveaus gepresenteerd, afgestemd op de rol van de gebruiker. Deze actuele, gedifferentieerde informatievoorziening maakt (risico)gestuurd dijkbeheer en crisismanagement mogelijk.





## Maatregelen worden meer doelgericht

Het systeem biedt gedetailleerde informatie over de actuele situatie van de waterkering en het veiligheidsniveau binnen een dijkkring. Deze informatie ondersteunt het beheer, beleid en crisismanagement. Maatregelen worden meer doelgericht, of dit nu een dijkversterking betreft of een beheermaatregel tijdens een dreigend hoogwater. Doordat dit systeem in staat is de invloed van zo'n beheermaatregel op de overstromingskans te bepalen, verwacht het waterschap dat de implementatie ervan zal leiden tot onderbouwde besparingen in dijkverbeteringsprojecten.

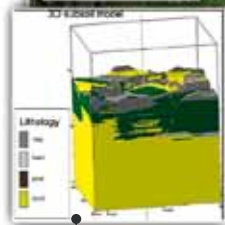
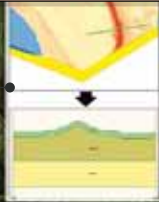


**Jan Put**  
afdelingshoofd Uitvoering,  
Waterschap Groot Salland

Schematische weergave van de berekende afschuiving van een dijklichaam.



Weergave van het verloop van de waterstand in het dijklichaam.

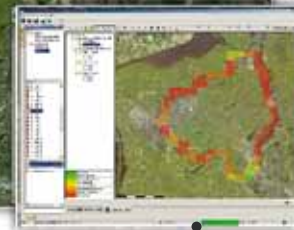


Een 3D schematisering van de ondergrond als belangrijke invoer voor de sterkteberekening.

De reststerkte van de dijk wordt per locatie met kleuren gevisualiseerd.



Detailweergaven van de bezwijk-kans ten gevolge van piping



Overzicht van de bezwijkkans ten gevolge van piping voor alle dijkvakken van Dijkkring 10.

*Sterktmodules samengebracht in Dijkkring 10 Mastenbroek, Waterschap Groot Salland*





# BESLUITVORMING







# Wat gaan we doen?

Hoe hoog staat het water? Welke maatregelen zijn geboden? Welke opties heb ik? Tijdens hoogwater heeft iedereen behoefte aan een actueel overzicht van de situatie. Maar een dijkgraaf heeft een andere informatiebehoefte en andere opties dan bijvoorbeeld een operationeel leider van een veiligheidsregio of een burger. Als alle betrokkenen de juiste besluiten nemen en die besluiten goed op elkaar zijn afgestemd, heeft iedereen daar profijt van. *Smart flood control* is ook: goed samenwerken en duidelijk communiceren.

Flood Control 2015 heeft methoden en technieken ontwikkeld die het anderen mogelijk maken efficiënt om te gaan met het enorme informatie-aanbod tijdens een hoogwater. Omdat de vaak zeer technische informatie op deze manier goed te duiden is, kunnen tijdig de juiste besluiten worden genomen. Veel aandacht is besteed aan de overdracht van kennis aan professionals in de crisis-beheersing en aan training van vaardigheden van verschillende doelgroepen.



# Van informatie naar besluit

Hoe sterk is de dijk, wanneer wordt de hoogste waterstand bereikt en welk gebied wordt bij een overstroming bedreigd? Van bestuurder tot burger, iedereen heeft behoefte aan informatie die aansluit op de eigen belevingswereld en dilemma's. Een goed begrip van de situatie maakt het mogelijk om de juiste beslissingen te nemen. Maar hoe ontstaat informatie op maat en hoe komt iemand tot het juiste besluit?

## **Duiden en stroomlijnen**

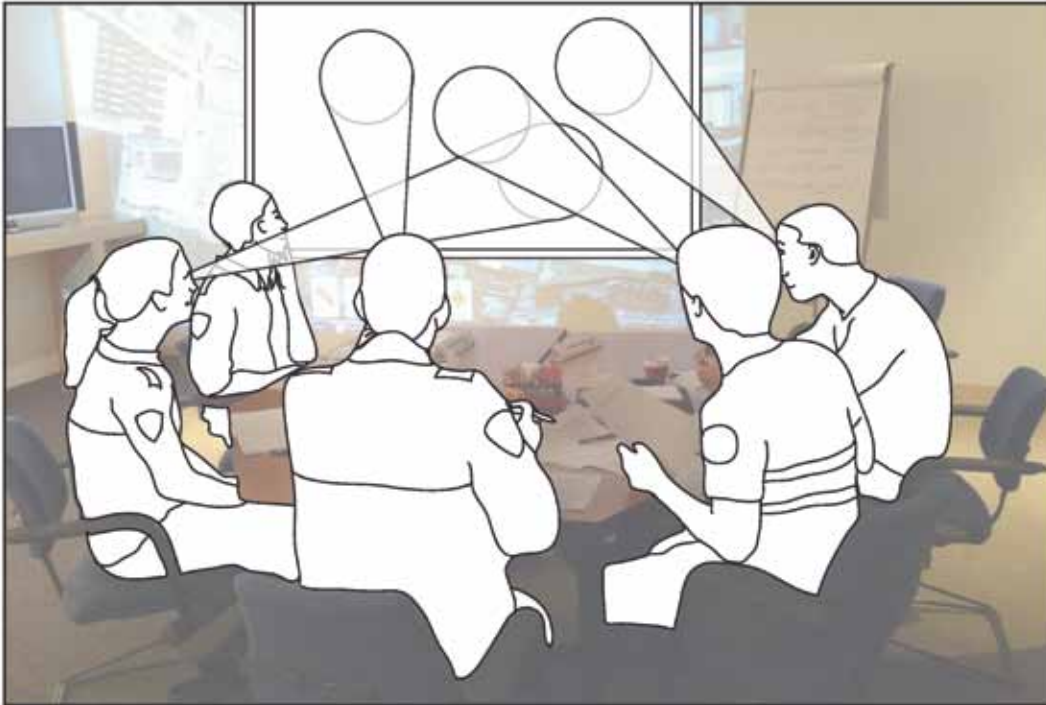
Vijftig verschillende voorspellingen van de waterstand in de komende dagen, verminderde dijkstabiliteit en gemiddeld 3,14 slachtoffers. Wat betekent dat? Wat moet ik ermee? Weloverwogen besluiten ontstaan mede doordat informatie wordt verklaard. Door middel van visualisatie, door kentallen te gebruiken en gevolgen in kaart te brengen, sluit informatie aan op de belevingswereld van de gebruiker.

Tijdens hoogwater is relevante informatie niet alleen afkomstig uit gespecialiseerde informatie-systemen van publieke organisaties. Radio, televisie, internet en sociale media zijn eveneens informatiebronnen. Hoe vindt de gebruiker zijn weg in deze overvloed? Het antwoord luidt: met een op de gebruiker toegesneden en ingesteld

dashboard waarop alle hoogwaterinformatie uit herkenbare en betrouwbare bronnen beschikbaar is.

## **Crisisbesluitvorming**

Hoe groot is de kans op overstroming, kan ik een zorgvuldige afweging maken of moet ik snel beslissen? En hoe ernstig zijn de gevolgen? Dit zijn de vragen die tijdens een hoogwater worden gesteld en die de bij de hoogwaterbestrijding betrokken teams onder druk zetten. Flood Control 2015 heeft nieuwe werkwijzen ter ondersteuning en verbetering van crisisbesluitvorming voortgebracht, zoals adaptief vergaderen, denken in scenario's en impactanalyse. Ook is het effect van informatiemanagement en rolvastheid op het functioneren van crisisteams onderzocht.



*Iedereen selecteert zelf de informatie uit het aanbod*

### **Crisstraining**

Hoe zorg je ervoor dat tijdens een hoogwatercrisis plannen en hulpmiddelen effectief worden gebruikt? Tijdens de crisis ontbreekt de tijd en de rust om plannen op te zoeken en aandachtig door te nemen. Iedereen moet er volledig vertrouwd mee zijn. Een kwestie van regelmatig trainen en oefenen, het liefst op een leuke en uitdagende manier: serious gaming dus!

# Besluitvorming, de praktijk

*“Het wordt pas echt een ramp als je niet weet wat je moet doen’. Dat is helemaal waar. Toch is een ramp niet te plannen, dus weten we niet altijd van tevoren wat we het beste kunnen doen. We kunnen beter leren omgaan met de onzekerheid die er nu eenmaal is. Ook is het zinvoller om informatie op maat te bieden dan om alles wat we kunnen uitrekenen, te laten zien. Dat is voor mij de grote uitdaging van Flood Control: mensen in staat stellen zelf te bepalen wat ze het beste kunnen doen.”*

Astrid Janssen, themaleider Besluitvorming

## 1 Crisisbesluitvorming

In een crisissituatie staat er druk op de ketel. Partners moeten geraadpleegd, knopen moeten doorgehakt. Maar in welke volgorde? Hoe snel? Crisisteams hebben zowel behoefte aan overzicht als aan toevoer van voor verschillende rollen relevante informatie. Methoden en technieken om crisisteams beter te laten presteren, zijn beproefd en verfijnd.

## 2 Crisiscommunicatie

Tijdens een hoogwater smacht iedereen naar informatie. Onzekerheid over de situatie vergroot de kans op verkeerde beeldvorming en ongewenst handelen. Tijdens het hoogwater is het daarom van groot belang om helder over te brengen wat de situatie inhoudt, waarmee rekening wordt gehouden en wat de hoogwaterbestrijders verwachten van hun omgeving.

## 3 Risico-gestuurd beslissen

Maatregelen treffen op basis van kansverwachtingen heeft voordelen. Maar wat als de verwachting niet uitkomt? Naarmate maatregelen ingrijpender worden, valt het ons moeilijker om beslissingen te nemen. Gelukkig zijn er goede hulpmiddelen beschikbaar.

## 4 Serious games

Een serious game is een aantrekkelijke en uitdagende manier om nieuwe technieken of vaardigheden aan te leren en prestaties te verbeteren. In teamverband of individueel. Flood Control 2015 heeft serious games ontwikkeld voor verschillende doelgroepen.





1



3



2





## Crisisbesluitvorming

Hoe komt besluitvorming tijdens een crisis tot stand? Het dashboard waterveiligheid biedt crisisteams en andere gebruikers alle relevante informatie op één scherm. Uit onderzoek naar besluitvorming door bestuurders blijkt dat zij baat hebben bij gedoseerde informatievoorziening.

### **Dashboard waterveiligheid**

Op één scherm alle informatie over de crisis beschikbaar, dat is wat het dashboard waterveiligheid inhoudt. Het dashboard biedt de mogelijkheid informatie te stroomlijnen voor alle gebruikers, zodat iedereen beschikt over dezelfde betrouwbare en actuele informatie. De presentatie van selecties uit het totale informatieaanbod zorgt ervoor dat gebruikers niet worden overvoerd.

Naast aan waterbeheer gerelateerde informatie biedt het dashboard alle informatie die nodig is voor de beeldvorming tijdens de crisis. Voorbeelden hiervan zijn verkeersbeelden, risicokaarten, informatie van netwerkpartners, nieuwsberichten en twitterberichten. Ad hoc-informatie die tijdens de crisis beschikbaar komt, zoals foto's en films, kan via het dashboard worden gedeeld met betrokkenen. Het dashboard

is ook interessant voor gemeenschappen in gebieden waar veel rampen voorkomen. Het is dan een middel om informatie over de crisis met elkaar te delen. Dit gebeurt al in Zuidoost-Azië, waar het dashboard niet alleen op de computer beschikbaar is, maar ook op de smartphone en tablet-pc.

### **Optimale besluitvorming**

De effectiviteit van bestuurders, zo is onderzocht, hangt sterk samen met rolvastheid. Voor rolvastheid is het belangrijk dat de informatie die op tafel ligt, goed aansluit bij de rol van bestuurder als beslisser. Het is zaak dat de bestuurder alléén de voor hem relevante informatie beschouwt en dat de operationeel leider de ruis minimaliseert.

### **Impactanalyse**

Interessant hierbij is dat niet alle informatie die van bestuurlijk belang is, door het operationeel

team kan worden aangereikt. Dat geldt voornamelijk voor economische kentallen, die wel van groot belang zijn voor een afgewogen beslissing. Er is dus nog ruimte voor verbetering van de ondersteuning van regionale beleidsteams. Als hulpmiddel is er een impactanalyse opgesteld, die in de voorbereidings- en oefeningsfase (koude fase) ingevuld kan worden. In overzichtelijke tabellen zijn de directe gevolgen van verschillende strategieën weergegeven, zodat tijdens een crisis (warme fase) een compleet overzicht beschikbaar is van de belangrijkste afwegingscriteria.

### Beslisstijl

Verder is het voor efficiënte crisisbesluitvorming van belang dat de bestuurder een aantal beslisstijlen tot zijn beschikking heeft. De beslisstijl moet aansluiten op de aard van de crisis en de hoeveelheid beschikbare tijd. Voor regionale beleidsteams is een eendaagse training ontwikkeld ter verbetering van de effectiviteit van beslissers tijdens crises. Bestuurders werken eerst aan hun omgevingsbewustzijn en vervolgens krijgen ze methoden aangereikt voor besluitvorming over onderwerpen met verschillende variabelen, zoals tijdsdruk, onzekerheid en gevolgen. Het is belangrijk dat de juiste mensen aan tafel zitten. Een te grote groep levert versnippering op, zijn er te weinig mensen dan worden er misschien zaken over het hoofd gezien.



*Oefening besluitvorming*

### Operationele teams

Anders dan leden van bestuurlijke teams brengen leden van een operationeel team vaak zelf informatie mee naar de vergadering. Effectieve besluitvorming in deze teams hangt dus vooral af van de eigen inschatting: welke informatie wordt gedeeld en welke niet? Rolvastheid van de voorzitter is daarom van belang. Informatiecoördinatoren filteren informatie en geven duiding. Liaisons tussen de veiligheidskolom en waterkolom blijken zinvol te zijn in crisisbesluitvormingsprocessen met betrekking tot overstromingen.





## Crisiscommunicatie

Berichtgeving en beeldvorming bepalen mede in hoeverre crisisbeheersing succesvol verloopt. Verschillende instrumenten helpen communicatiemedewerkers en andere informatieverstrekkers ervoor te zorgen dat een ander snel op de hoogte is, op de hoogte blijft, en begrijpt wat er gebeurt.

### Verbetering van berichtgeving

Ter verbetering van de berichtgeving is een Berichtenbank ontwikkeld. Gebruik van de Berichtenbank zorgt voor consistente en complete berichtgeving. Op basis van een stappenplan en bouwstenen voor teksten, stellen informatie-functionarissen snel en gemakkelijk de eerste versie van een bericht op. Zo kan regelmatig terugkerende berichtgeving tussen overheden of van overheden naar belanghebbenden, bijvoorbeeld agrariërs, effectiever en efficiënter verlopen. De Berichtenbank is al ingericht voor verschillende typen calamiteiten en voor specifieke gebruikerswensen van organisaties.

### Zelfredzaamheid van burgers

Er is gewerkt aan de vergroting van de zelfredzaamheid van burgers. Onderzoekers hebben het informatie-zoekgedrag van mensen

tijdens een crisis beschouwd en een trainings-instrument voor communicatiemedewerkers ontwikkeld. Het belangrijkste doel van dit instrument is om de complexe situatie voor burgers begrijpelijk te maken, zodat zij zelf kunnen bepalen wat voor hen het beste is. Dit gebeurt door communicatiemedewerkers meer te laten denken vanuit het perspectief van de burger en ze meer vertrouwd te maken met het type informatie dat crisisteams genereren.

### Social media

Een crisis zonder social media is niet meer denkbaar. Maar hebben ze meerwaarde voor crisisbeheersing? Onderzoek heeft uitgewezen dat het verstandig is tijdens een crisis de social media goed in de gaten te houden. Wanneer autoriteiten twitterende mensen zien als social sensors of journalisten kunnen ze hun berichten gebruiken



*Burgers worden tijdens een crisis beïnvloed door informatie uit sociale media*

als veldinformatie en ooggetuigenverslagen. Daarbij komen soms foto's en video's naar boven die voor het beheersen van de crisis en voor de beeldvorming van belang kunnen zijn.

### **Twittermonitor en Twittergenerator**

Een andere reden om tijdens een crisis bijvoorbeeld Twitter te volgen, is dat er na verloop van tijd onderwerpen worden uitgelicht die het imago van de veiligheidsregio's, waterschappen of de nationale overheid beïnvloeden. Deze onderwerpen hoeven niet de werkelijkheid weer te geven; beelden gaan soms een eigen leven leiden. Wanneer dit gebeurt, is het voor de effectiviteit van de crisisbeheersing van belang om snel en adequaat te reageren. Mensen verwachten van de

overheid dat ze betrokken is en aanwezigheid op social media geldt als een maat voor betrokkenheid. Omdat de stroom aan berichten al snel te groot wordt om te volgen en het al helemaal lastig is om hieruit nog een algemeen beeld te filteren, is een extractie-instrument ontwikkeld, dat berichtgeving op social media duidt: een Twittermonitor. Er is ook een Twittergenerator gebouwd die tijdens oefeningen berichten genereert en crisisteam teams leert omgaan met informatie via nieuwe media.



## Risico-gestuurd beslissen

Hoewel we steeds meer weten, steeds betere verwachtingen kunnen opstellen en steeds meer inzicht krijgen in de gevolgen van maatregelen, zijn crisisprocedures vaak nog historisch bepaald. De meeste organisaties baseren zich op metingen in plaats van verwachtingen wanneer ze opschalen. En als ze opschalen op basis van verwachtingen, wordt de onzekerheid in de verwachting nauwelijks meegenomen. Zo gaat kostbare tijd verloren.

Als de voorbereiding van maatregelen in de crisisprocedures wordt opgenomen, levert dit tijdswinst op. Dat niet alleen, het treffen van afdoende maatregelen brengt minder kosten met zich mee en er kan beter een beroep worden gedaan op andere partners in de crisisbeheersing. Dit biedt ruimte om te kiezen voor een minder

*Maatregel: mobiele waterkering*



strakke opschalingsstructuur, waarbij wordt ingespeeld op meer of minder ingrijpende maatregelen, met meer of minder voorbereidingstijd of kosten.

Samen met waterschappen heeft Flood Control 2015 bestaande crisisprocedures tegen het licht gehouden. Rekening houden met de onzekerheid die inherent in informatie zit, kan bijvoorbeeld door de onzekerheid eenvoudigweg te tonen. Door onzekerheid in de informatie in een kostenbatenanalyse op te nemen, kan zelfs worden berekend vanaf welk dreigingsniveau maatregelen moeten worden genomen en welke maatregelen dat moeten zijn. Daarnaast is er een methode ontwikkeld die actuele hoogwatervoorspellingen, overstromingsscenario's en sterkteberekeningen combineert tot één actuele overstromingsrisicokaart.



# Serious games



4

Oefening baart kunst. Methoden en technieken voor een effectieve hoogwaterbestrijding kunnen innovatief en geavanceerd zijn, ze moeten wel goed worden gebruikt. Ruimschoots aandacht is er daarom voor de invoering van deze methoden en technieken in de crisisorganisatie en voor het periodieke gebruik ervan. Serious games zijn uitstekende trainingsmiddelen.

Serious games kunnen individueel of in teamverband worden gespeeld, kosten betrekkelijk weinig tijd en brengen geen hoge kosten met zich mee. Serious games bieden crisisprofessionals een aantrekkelijke en spannende maar veilige oefenomgeving en stellen hen in de gelegenheid inzicht in bestaande patronen te verwerven, alternatieve procedures en hulpmiddelen te toetsen, en extra kennis en vaardigheden op te doen.

Flood Control 2015 heeft een aantal praktische serious games ontwikkeld die crisisteams meer inzicht geven in berichtgeving en besluitvorming. In een game voor liaisons worden spelers uitgedaagd om keuzen te maken in de informatievoorziening. Spelers leren samenwerken op het koppelvlak tussen organisaties. Ze leren daardoor betere besluiten nemen, ondanks onzekerheid in informatie en tijdsdruk. Een andere game betreft

de samenwerking tussen verschillende teams in hoogwaterberichtgeving.

*Serious games bieden een veilige oefenomgeving*



# Trainen nieuwe stijl

Samen met partners van Flood Control 2015 heeft Rijkswaterstaat een trainings- en innovatieruimte ingericht in het nieuwe Watermanagementcentrum Nederland (WMCN) in Lelystad. De omgeving is helemaal afgestemd op moderne, door informatietechnologie gedreven trainingen en oefeningen.

## Wat is het WMCN?

Het WMCN is verantwoordelijk voor de waterstandsverwachtingen op het hoofdwatersysteem en voor tijdige berichtgeving over hoogwater op de Nederlandse rivieren en meren, en hoogwater aan de kust. Om die tweede taak te vervullen heeft het WMCN behoefte aan een adequate trainingsomgeving waarin de medewerkers opgeleid kunnen worden en waar individueel en in teamverband kan worden getraind en geoefend.

Samen met Flood Control 2015 heeft Rijkswaterstaat een trainingsomgeving gerealiseerd waarin historische of gefingeerde hoogwaterscenario's virtueel kunnen worden doorlopen. Tot in detail. Meteorologische informatie en waterinformatie worden

gecombineerd met gebeurtenissen die zich bij waterschappen, veiligheidsregio's en in de samenleving voordoen. De trainingsomgeving is ingericht met systemen die bij het WMCN worden gebruikt. Het verschil is dat ze worden gevoed met de gegevens uit een scenario in plaats van actuele metingen en verwachtingen. De omgeving is dus nagenoeg gelijk aan die van het dagelijks werk.

Vanuit een centraal punt heeft de instructeur de controle over het scenario en over de gebeurtenissen die de hoogwaterberichtgeving kunnen beïnvloeden: vragen uit de samenleving of maatschappelijke onrust, of beheersmaatregelen door waterschappen en veiligheidsregio's. De acties van de deelnemers aan de oefening worden online gevolgd door de instructeur en indien nodig kan de oefening ter plekke worden aangepast.



*Demonstrator Flood Control Room*

**Proef op de som:  
waterberichtgeving voor de Noordwaard**

De Noordwaard wordt ingericht om zeer hoge afvoeren van de Nieuwe Merwede gecontroleerd te kunnen laten doorstromen. Het gebied wordt hiervoor ingedeeld in waterstaatkundige eenheden, variërend van buitendijks gebied tot polders met hoge kaden (overstromingskans 1/1.000 per jaar). Belangrijk voor de waterveiligheid in de Noordwaard is dat risicovolle combinaties van getij, hoge rivierafvoer en wind tijdig worden onderkend zodat vee en goederen in veiligheid kunnen worden gebracht. Waterberichtgeving voor de Noordwaard was onderwerp van een eerste proefproject.

Voor deelnemers van de gemeente Werkendam bood de oefening meer inzicht in het werk van het WMCN. Dat niet alleen, de gesimuleerde waterstandsverwachtingen en overstromingsdreigingen hebben bijgedragen aan een transparant en effectief rampenplan voor de bewoners van de Noordwaard. Het rampenplan zorgt ervoor dat de bewoners van de Noordwaard tijdig worden geïnformeerd en geeft aan hoe ze moeten handelen voorafgaand aan een mogelijke overstroming.



## Gezamenlijk oefenen

De trainingsomgeving illustreert het belang van de hoogwaterberichtgeving voor de waterveiligheid van Nederland. Het toont de werkwijze van het WMCN bij hoogwater en biedt andere organisaties, zoals gemeenten, waterschappen en veiligheidsregio's, de mogelijkheid hun werkprocessen hierop af te stemmen. Ook kunnen partners en WMCN gezamenlijk oefenen. Ontwikkelingen en innovaties op het gebied van waterberichtgeving kunnen op basis van de scenario's vooraf worden uitgetoetst en afgestemd op de behoeften van het WMCN en partners.

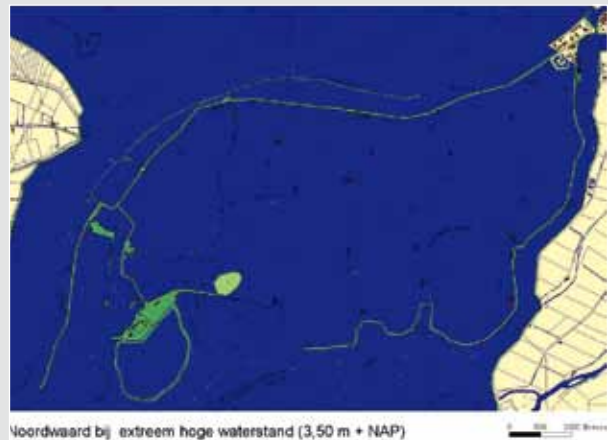
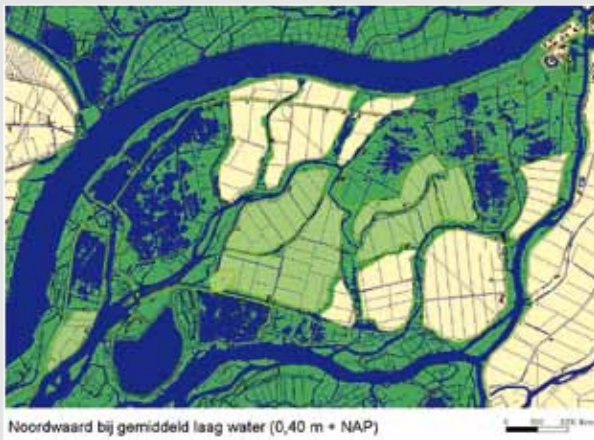


**Stefan Nieuwenhuis**

Adviseur crisisbeheersing / coördinator LCO



*Trainingsruimte Watermanagementcentrum Nederland*



*De Noordwaard wordt ingericht om rivierwater tijdelijk te bergen*

# New Orleans: de storm vóór zijn

De Hurricane Risk and Safety module verbetert de voorspelling van de standzekerheid van de dijken rond New Orleans tijdens een orkaan en maakt het mogelijk om doeltreffende maatregelen te treffen. De module, waarin stormvoorspelling en dijksterktebepaling samengaan met een beslissingsondersteunend systeem, is ontwikkeld voor het testgebied in oost-New Orleans.

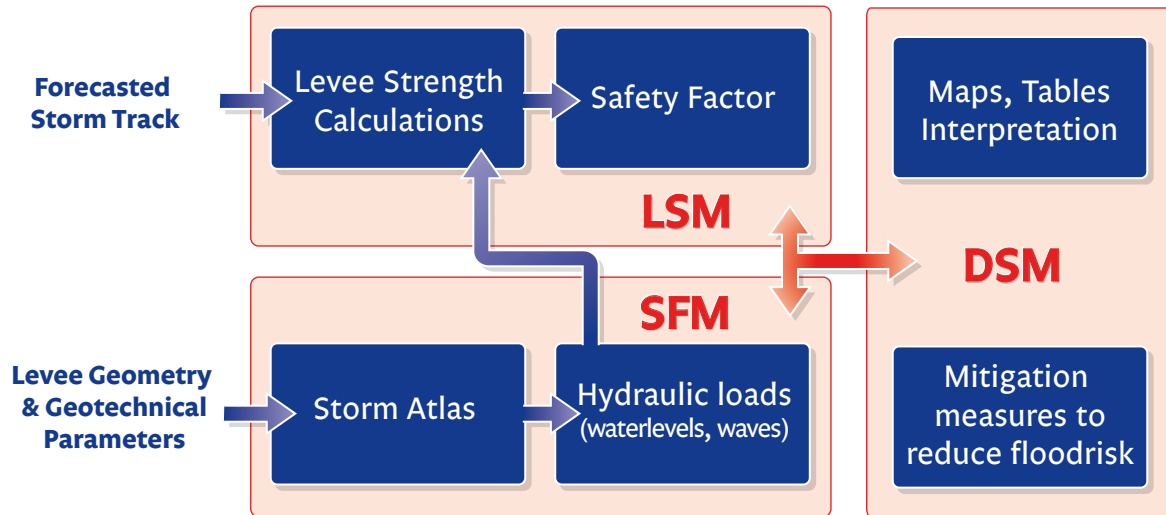
## Dreiging in beeld

Het belang van smart flood control oplossingen werd duidelijk na de overstromingen veroorzaakt door orkaan Katrina in 2005. De Hurricane Risk and Safety (HRS) module is daar een onderdeel van. Als een orkaan een kust bedreigt, willen de autoriteiten zo nauwkeurig mogelijk weten wat er op ze afkomt, en waar en wanneer een gevaarlijke situatie ontstaat, zodat ze gefundeerde besluiten kunnen nemen over de benodigde maatregelen. Hiervoor is juiste, betrouwbare informatie nodig, die bovendien tijdig beschikbaar moet zijn.

## Verbeterde besluitvorming

De HRS module integreert de voorspelling van waterstanden tijdens een storm met een dijksterktevoorspelling. Deze informatie wordt weergegeven op een web-based dashboard, dat de gebruiker naar eigen wens en inzicht kan inrichten. De module geeft de gebruiker een goed overzicht van de waterstanden en dijksterkte tijdens een orkaan op basis van actuele metingen en weersvoorspellingen. Dit maakt doelgerichte besluitvorming mogelijk. Daarnaast kan de waterbeheerder een advies krijgen over mitigerende maatregelen vóór en tijdens de orkaan.





### De HRS-module bestaat uit drie onderdelen:

#### 1 Storm Forecasting Module (SFM)

Dit onderdeel voorspelt de hydraulische omstandigheden als een orkaan nadert. Het berekent maximale waterstanden en golfhoogten. Deze worden gebruikt om het mogelijk falen per dijkvak te bepalen.

#### 2 Levee Strength Module (LSM)

Dit onderdeel berekent de dijksterkte voor drie maatgevende faalmechanismen. Hiervoor worden de resultaten van de SFM en geotechnische berekeningen gebruikt. De LSM levert risicokaarten op, waarop is te zien hoe veilig een dijkvak is.

#### 3 Dashboard/Decision Support Module (DSM)

Dit onderdeel geeft alle informatie overzichtelijk weer en presenteert mogelijke maatregelen of acties ter vermindering van het overstromingsrisico.

## This tool will improve our operations

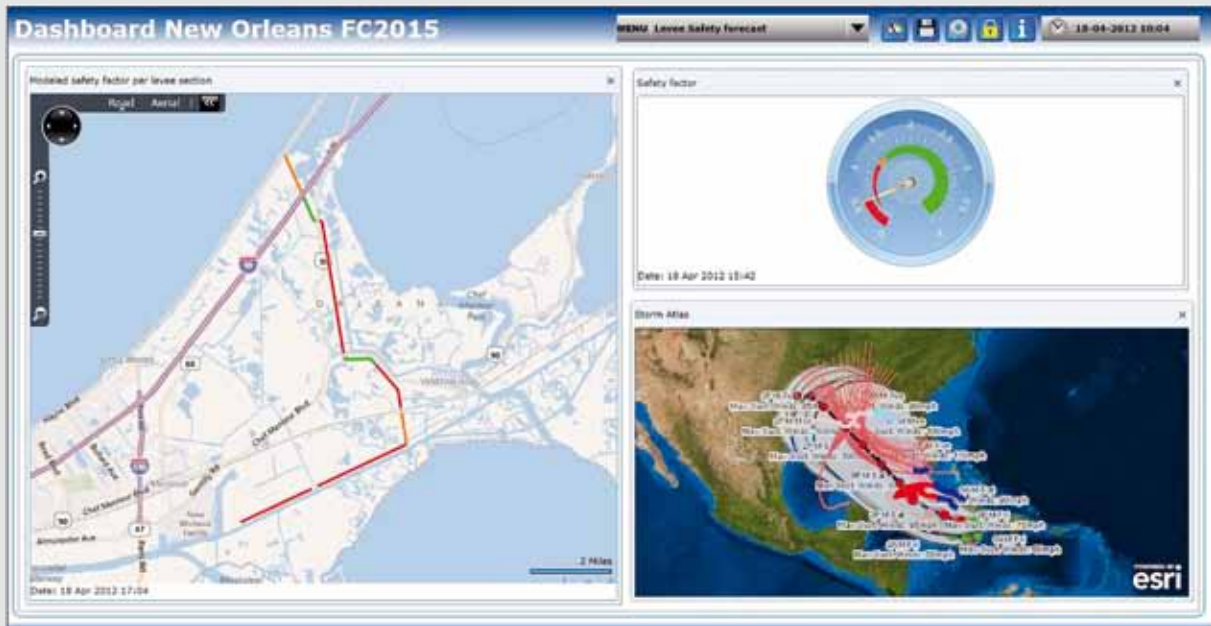
With the Hurricane and Storm Damage Risk Reduction System of New Orleans nearing completion, SLFPA East is in need of advanced solutions for efficient maintenance management. The development of the additional Levee Information Management System (LIMS) module – the Hurricane Risk and Safety Module – helps to improve decision making under storm conditions.

This product is a great effort of the project team, which helps SLFPAE in several ways. All information is presented clearly and accurately. The dashboard can pull information from different sources, which means all information on the storm event and system performance is in one place. Furthermore, storm forecasting is improved by converting the USACE Storm Atlas into a usable tool. The improved information on storm impact and levee strength helps to prioritize our actions and this tool will improve our operations over time.



**Mr. Robert A. Turner**

Regional Director Southeast Louisiana  
Flood Protection Authority - East



*Projectteam bereidt zich voor op trainingssessie bij het Orleans levee district, New Orleans*





# SMART FLOOD CONTROL IN DE 21STE EEUW





# Internationaal netwerk en centrum

Het consortium Flood Control 2015 lanceert in 2013 een nieuw, dynamisch samenwerkingsverband: het International Network for Smart Flood Control (INSFC). Het INSFC bouwt voort op de resultaten van het programma Flood Control 2015 en streeft ernaar met Smart Flood Control wereldwijd bij te dragen aan extra waterveiligheid. Als thuisbasis voor het INSFC richt het consortium een onderzoeks- en ontwikkelingscentrum in, het International Centre for Smart Flood Control (ICSFC). In dit centrum vindt fundamenteel en

toegepast onderzoek plaats, maar is ook ruimte om samen met waterbeheerders en crisismanagers de innovaties in de praktijk te beproeven en toe te passen. Het ICSFC wordt het eerste centrum in Nederland waar innovaties op het gebied van waterveiligheid worden geïntegreerd met voorspellings- en beslissingsondersteunende systemen en methoden. Het zal een toonaangevende rol spelen in de ontwikkeling en verspreiding van door informatietechnologie ondersteund water- en crisismanagement.

# Centrum van expertise

Universiteiten, kennisinstellingen, adviesbureaus, waterbeheerders en crisismanagers spelen allen een rol in de totstandkoming van innovaties op het gebied van waterveiligheid. Voor een optimaal resultaat is het belangrijk dat die partijen goed kunnen samenwerken. Het consortium Flood Control 2015 wil met het International Centre for Smart Flood Control een plek en platform bieden voor die samenwerking. Kennis, methoden en technieken, zoals trainingsmodulen en app's, kunnen via het ICSFC worden verspreid. De ambitie is om het centrum open te stellen voor alle geïnteresseerde partijen die een bijdrage willen leveren en het te laten uitgroeien tot een internationaal centrum voor expertise op het gebied van door informatie gedreven waterveiligheid.

## **Meerlaagsveiligheid**

Het concept van meerlaagsveiligheid is in de afgelopen jaren in Nederland tot wasdom gekomen. Het geeft invulling aan het besef dat waterveiligheid niet alleen een kwestie is van water keren (de eerste laag). Ook de inrichting van het land (de tweede laag) en de manier waarop met een onverhoopte overstroming wordt omgegaan, de rampenbeheersing (de derde laag),

zijn van belang. Deze drie elementen samen bepalen het overstromingsrisico. Dit betekent dat als een overstromingsrisicobenadering ten grondslag ligt aan de normering van overstromingsrisico's, in principe ook de tweede en derde laag beschouwd moeten worden. Het consortium wil in het International Centre for Smart Flood Control voor alle drie lagen kennis ontwikkelen en expertise opbouwen.



## Onderzoek en ontwikkeling

Het ICSFC biedt plaats aan fundamenteel en toegepast onderzoek en aan praktische toepassing van innovaties. Het consortium ziet diverse mogelijke onderwerpen van verder onderzoek en verdere ontwikkeling ten bate van de waterveiligheid:

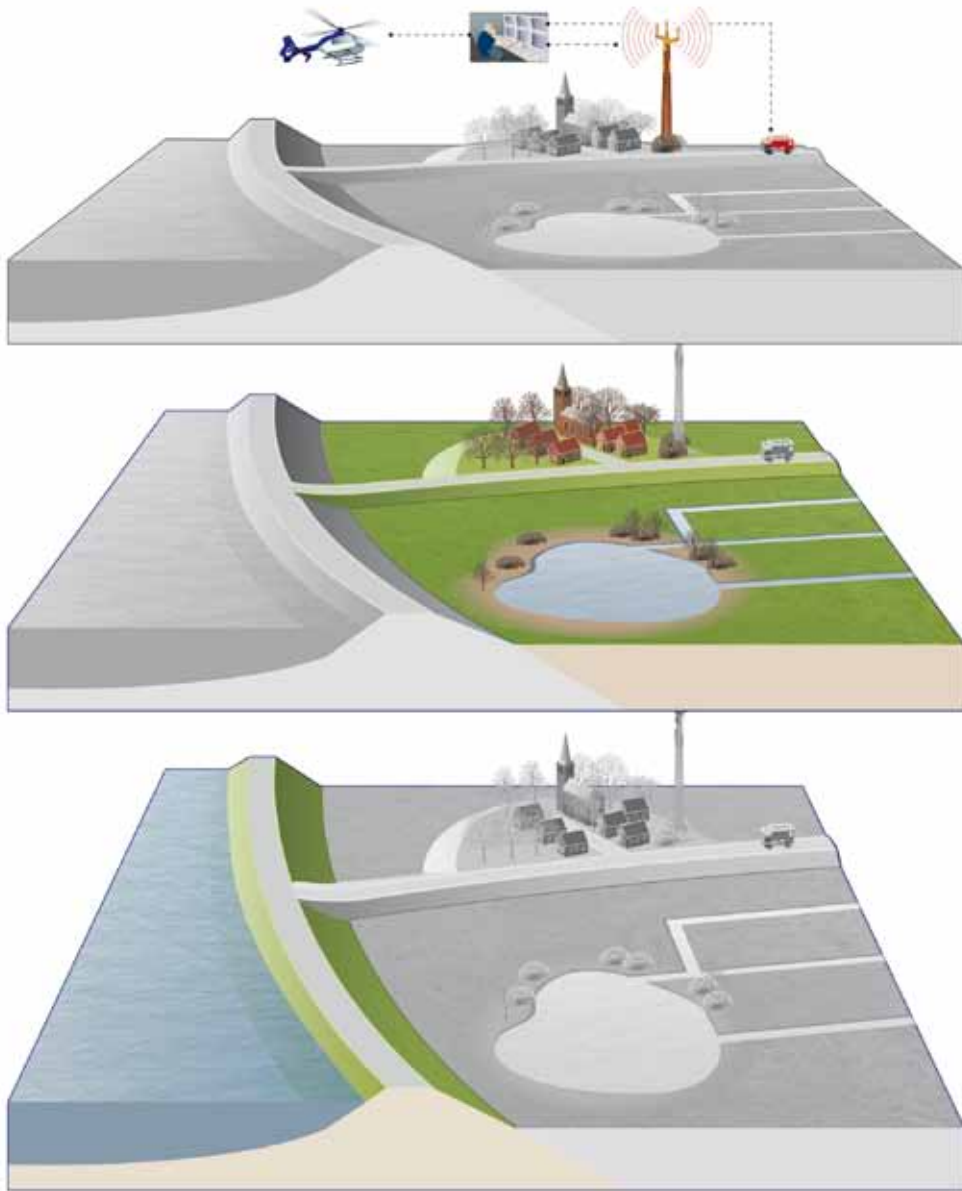
- kwantificering van onzekerheid dan wel betrouwbaarheid van voorspellingen en analyses;
- ontwikkeling van methoden en technieken die rekening houden met onzekerheden in de informatievoorziening (beslissingsondersteunend);
- verbinding van verschillende deelsystemen, zoals waterstandvoorspellingen met voorspellingen van de sterkte van waterkeringen;

- inzet van sociale media;
- gerichte analyse van data en presentatie van informatie aan verschillende gebruikersgroepen.

## Wie doet wat?

Het fundamenteel onderzoek gebeurt vooral in de vorm van promotieonderzoeken. De doorlooptijd van zo'n onderzoek is ongeveer vier jaar. Om op alle fronten van smart flood control tot fundamentele ontwikkeling te komen, wordt gedacht aan de aanstelling van vijf tot tien promovendi. Het toegepast onderzoek zal deels door de promovendi en deels door de consortiumpartners worden uitgevoerd. De deelname van andere partijen wordt daarbij verwelkomd.





*Meerlaagsveiligheid: preventie, ruimtelijke ordening en crisisbeheersing*

De ontwikkeling van instrumenten en producten zal naar verwachting vooral plaatsvinden binnen de in het netwerk actieve kennisinstellingen.

Het ICSFC biedt plaats aan de toepassing van innovatieve technieken. Waterbeheerders, crisismanagers en andere betrokkenen kunnen in het ICSFC worden ontvangen, uitleg krijgen over de *state of the art* en direct nagaan op welke wijze zij technieken en methoden kunnen toepassen in hun eigen beroepspraktijk.

Tot slot dient het ICSFC als een virtueel expertisecentrum te functioneren. Via het ICSFC kunnen deskundigen uit het consortium worden geraadpleegd. Een opdrachtgever kan via deze weg snel een adequaat team van experts samenstellen.

### **Niet zonder de overheid**

Een belangrijk punt van aandacht is de financiering van het netwerk en het centrum. Het bedrijfsleven kan zijn investeringen alleen te gelde maken, als opdrachtgevers (overheden) hiervoor ruimte bieden. Enerzijds biedt de overheid mogelijkheden om innovaties met subsidieregelingen te ondersteunen, anderzijds is de overheid een opdrachtgever in de sectoren waterbeheer en waterveiligheid. Overheidsorganisaties die als *launching customer* optreden zijn onontbeerlijk voor een succesvolle ontwikkeling van *smart flood control*.

### **Naar veiliger delta's**

Geen rivierstroomgebied of kustgebied is eender. Fysiske eigenschappen, gebruiksfuncties, bevolkingsaantallen, welvaartsniveaus en beheersorganisaties variëren van delta tot delta. Hoe waterveiligheid tot stand komt, hangt af van de situatie ter plekke. De implementatie van ondersteunende systemen zal daarom altijd en overal maatwerk betreffen. Niettemin zijn overstromingen altijd en overal het resultaat van het samenspel tussen water en omgeving. Afvoeren, golven en wind kunnen leiden tot te hoge waterstanden. Waterkeringen kunnen bezwijken. Inwoners van een gebied dat gevaar loopt, kunnen zich wel of niet goed voorbereiden op een overstroming. Deze drie elementen bepalen, afzonderlijk én in samenhang, hoe ingrijpend een overstroming is en hoe ernstig de gevolgen zijn. Het INSFC maakt elke schakel sterker en smeedt ze samen: Smart Flood Control voor een veiliger delta.

Bent u geïnteresseerd in de ontwikkeling en activiteiten van het International Network for Smart Flood Control? Voor meer informatie meld u zich aan via: [info@floodcontrol.nl](mailto:info@floodcontrol.nl).





# 100 MB NATTIGHEID



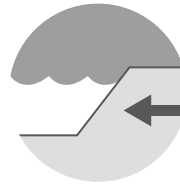
# De avonturen van Hendrik Balk



Tot aan zijn knieën staat Hendrik Balk in de zuigende modder van wat gisteren nog de kruin van de Buitendijk was. De regen slaat genadeloos in zijn gezicht. Links van hem ijsig koud water, rechts de polder gehuld in duisternis. Zijn telefoon meldt **geen bereik**. Hij denkt aan die februarinacht lang geleden.

Als jochie van zes loopt hij aan de hand van vader door de stormachtige duisternis op de Strijensedijk in de richting van 's Gravendeel. Moeder en z'n zussen zijn al eerder naar het dorps huis gebracht door de brandweer. Als hij nog één keer omkijkt, stroomt het water in de verte over de dijk. Hun huis is niet meer te zien. *Kom... nog een klein stukje, dan zijn we veilig*, zegt vader. Ze komen langs de smederij. De oude smid staat in de deur en wenkt hen. Binnen is het warm. Rond het vuur staan een paar mannen, zwijgend, onherkenbaar door de angst. De wind raast buiten voort. De oude smid vraagt of de familie veilig is. *Hendrik zijn we bijna vergeten*, vertelt vader, *ik ben teruggegaan en heb hem net op tijd uit bed gehaald*.

Op tijd gewekt uit die nachtmerrie. Hendrik kijkt rond, de modder grijpt hem steviger vast, niemand op deze verlaten dijk, geen huis te zien, geen licht, geen vader meer en geen bereik.



*We hebben de situatie volledig in de hand. Vrijwel alle dijken in ons beheergebied zijn slimme dijken. Ze vertellen ons hoe het ervoor staat.*

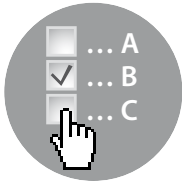
Aan het woord is de heer Meyer, woordvoerder van het waterschap. *Daardoor zijn we in staat de juiste beslissingen te nemen en een dreigende noodsituatie voor te zijn*. Hij praat tegen Karin Bresse, een journaliste die op uitnodiging van het waterschap het verloop van het hoogwater verslaat voor Die Zeit. *Is er dan geen dijkbewaking meer?*, zegt ze.

*Mensenwerk is niet meer van deze tijd. Het gaat om 100 Mb digitale informatie over dijken, het weer, waterstanden en evacuatie routes*, zegt de woordvoerder. *Al die informatie moet bij elkaar komen voor een compleet dreigingsbeeld*.

*En dan?* vraagt de journaliste. *Dan nemen wij beslissingen, geholpen door ons dashboard waarop alle online informatie samenkomt*. Ze tikt haar zin af en kijkt de woordvoerder aan: *Maar dergelijke informatie is toch vaak onzeker?*

*Die onzekerheid maken we zichtbaar en wij houden er rekening mee bij het bepalen van scenario's en maatregelen*.

Meyer wacht tot ze is uitgetypt. *Mevrouw Bresse wilt u ons dashboard zien?* Ze knikt: *Heel graag*, sluit haar laptop en staat op: *De digitale realiteit wil ik wel eens van dichtbij zien*.



In de cleanroom van het crisiscentrum is alles rustig. De operateurs turen naar de schermen langs de wand. Af en toe verspringt ergens een kleur op een scherm, de airco suist zachtjes.

*Alle relevante informatie uit de regio komt hier samen, zegt Meyer. De meerwaarde van ons systeem is dat de toestand van onze keringen direct te volgen is. In ieder dijktraject zit een sensor die ons iets vertelt over de stabiliteit ervan.*

Karin wijst naar een groot scherm met lijnen, punten en metertjes. **Actuele Toestand Keringen**, staat er boven. *Dus als ik het goed begrijp ziet u aan al die punten daar hoe de dijken inwendig er aan toe zijn?*

Woordvoerder Meyer lacht: *Ja, zo zou je het populair kunnen zeggen.*

*En de bewoners? Als er iets mis dreigt te gaan, hoe informeert u hen?*

Meyer wijst op een scherm met een kaart waarop de wegen in de regio verlicht zijn weergegeven.

**Evacuatie routes** staat erboven. *Dat zijn de vluchtroutes. Ieder huishouden krijgt via de evacuatie-app op zijn of haar smartphone gerichte informatie wanneer te vertrekken en waarheen.*

De journaliste zegt: *En zo voorkomt u files en paniek.*

*Precies, zegt Meyer: Dit is Ton, de teamleider. Ton kun je de toestand laten zien langs de Schenkeldijk?*

Operateur Ton zoomt in op de dijk en zegt: *Dit is 'm. Alles rustig zo te zien, de meters staan in het groen.*

Meyer kijkt op z'n horloge: *Zo, dat was het. Hebt u nog vragen mevrouw Bresse?* Dan klinkt een doordringend gefluit door de cleanroom. Op een scherm schieten een paar meters in het rood.

Hendrik is niet snel in paniek, maar zonder telefoonbereik en geen mens in de buurt op deze verlaten dijk neemt zijn geloof in een goede afloop snel af.

Hoe hij zijn telefoon ook draait en op het scherm drukt, het ding blijft bij de melding **geen bereik**. Waarom begaf zijn auto het juist nu en precies hier? In de verte gromt een geluid door de huilende storm. Hij kijkt rond, niets te zien, en niets anders dan de storm die alle geluiden beheerst. Weer brengt de storm een grommend geluid mee, het komt vanachteren. Hendrik probeert zijn lichaam op zijn vastgezogen benen om te keren. Is dat licht? Er komt iets aan door de grauwe duisternis. Ineens stralen twee lampen op hem. Grommend komen ze dichterbij. Een trekker stopt tien meter van hem af.

Iemand stapt uit, loopt naar Hendrik en roept: *Wat bent u daar aan het doen?*

Hendrik schreeuwt terug: *Ik zit vast in de modder, kunt u me lostrekken?*

De man met pet en klompen grijpt zijn arm en trekt: *Daar hebben we geen trekker voor nodig.*

Langzaam laat de modder Hendriks benen los. Zijn laarzen blijven in de dijk achter. *Bedankt, heel veel dank*, zegt Hendrik: *Wie bent u?*

*Ik ben Kees Praaij van boerderij De Volharding. Kom mee*, zegt de boer en loopt terug naar de trekker. Onderweg vraagt de boer: *Wat deed u daar op de dijk in dit weer?*

*Ik was op weg naar huis, reed over de dijk om te zien hoe hoog het water stond in deze storm. Ineens hield mijn auto ermee op. Ben toen verder gelopen op zoek naar hulp.*

Praaij knikt: *En toen hield de dijk u vast. Als ze na tien minuten bij de boerderij aankomen zegt hij: Trek uw sokken en broek uit. Ik geef u mijn werkbroek en binnenklompen. De vrouw houdt niet van modder.*





Op het dashboard lichten twee indicatoren rood op. De operateurs zijn goed opgeleid en raken niet in paniek.

Woordvoerder Meyer loopt naar het groepje toe gevolgd door Karin. *Langs de Spuidijk lijkt iets aan de hand te zijn met de stabiliteit*, zegt Ton. Een operateur zoomt in. Op het grote scherm met de **Actuele Toestand Keringen** wijzen twee wijzers in het rood langs de dijk. Op het scherm **Evacuatie-routes** is de melding verschenen **Vorbereiden Activeren Evacuatie-app**.

Karin vraagt aan operateur Ton: *Wat is er mis?* Meyer antwoordt: *Het is beter dat u nu gaat, de operateurs zijn met deze toestand bezig.* De journaliste kijkt de woordvoerder recht aan. *De dijkgraaf heeft mij persoonlijk gevraagd verslag te doen van de hele stormperiode. Dus ik blijf hier.* Meyer knippert met de ogen: *Als de dijkgraaf persoonlijk... ja wie ben ik dan om u weg te sturen?*

Uit de discussie van de operateurs blijkt dat elf sensoren langs de Spuidijk zijn uitgeschakeld. *Die dijk is gevoelig voor zettingsvloeiing en ze zijn dit kwartaal begonnen met de voorbereidingen om de oevers te bestorten*, zegt Ton. *Waarom weet je dan toch dat de Spuidijk problemen geeft?*, vraagt Karin. *Er zijn tijdelijke sensoren geplaatst die de grondwaterdruk registreren op twee locaties langs de binnenteen van de dijk. En die geven nu te hoge spanningen aan.* Meyer zegt: *Moeten we opschalen? Of eerst de dijkgraaf op de hoogte brengen van de situatie?* Een van de operateurs zegt: *Er is al een bericht*

*naar de dijkgraaf gestuurd. Hij is stand-by.* De teamleider zegt: *Mooi. We zouden eigenlijk iemand op die dijk moeten hebben die de actuele toestand doorgeeft. Ik kan met de tijdelijke sensoren van hieruit niet goed beoordelen wat er precies aan de hand is.*

In de boerderij van Praaij warmt Hendrik Balk zijn handen aan een kop koffie. *Er is toch wel wat aan de hand op die dijk, de kruin is helemaal verweekt. Ik moet het waterschap bellen om door te geven wat ik daar heb gezien. Maar zeg eens Praaij waarom reed u op de dijk?*

De boer zegt: *Ik kon niet slapen door de storm. Stond voor 't raam en zag een lichtje op de dijk.* Hendrik neemt een slok koffie.

*Dat was mijn smartphone, ik zwaaide rond op zoek naar bereik.*

Praaij vraagt: *Maar op 't waterschap kunnen ze toch zien hoe de dijk ervoor staat?*

Inderdaad, zegt Hendrik: *Ze hebben daar grote computerschermen waarop ze de toestand van alle dijken kunnen zien. Maar ik wil weten of ze dit probleem met de dijk signaleren.*

*Hoe weten ze eigenlijk hoe de dijk er voor staat?* vraagt Praaij.

Hendrik zegt: *In de dijken zitten sensoren die aangeven wat er in een dijk gebeurt.*

Boer Praaij glimlacht: *Elektra is mooi. Maar mijn sensoren zitten tussen mijn oren.*

Hendrik glimlacht: *En dankzij die sensoren zit ik nu veilig hier.*

Praaij zegt: *Nooit alleen op de dijk gaan bij storm.* Hendrik knikt en denkt weer aan '53, de tocht met z'n vader, samen op weg naar een veilig heenkomen. *Ik heb weer bereik. Ik ga het waterschap bellen.*



In de cleanroom is er nog steeds discussie. Er zijn geen wijzers in het rood bijgekomen, maar de toestand rond de Spuidijk lijkt kritiek. Het hydraulisch model voerspelt maximum waterstanden langs het Spui binnen drie uur.

Op één van de tafels gaat een telefoon. Meyer loopt er naartoe en neemt op. Hij legt zijn hand op de hoorn: *Het is de oud-dijkgraaf.*

De teamleider neemt de telefoon over: *Hallo Hendrik, waar ben je?*

Iedereen in de ruimte is stil. Ton zegt af en toe iets terug. Als hij neerlegt, kijkt iedereen hem vragend aan. Hij zegt: *Dat was Hendrik Balk onze oud-dijkgraaf. Hij stond vast op een verweekte kruin van de Spuidijk tussen hier en hier.* Hij wijst op het grote scherm aan de wand. *Precies het traject waar de sensoren eruit liggen.*

Meyer zucht. *Wat een ongelukkige samenloop van omstandigheden. Normaal is er geen hoogwater zo vroeg in de winter.*

Karin zegt: *Toeval of niet, het is maar goed dat er iemand op die dijk liep en dit heeft gemeld.*

Een van de operateurs roept: *De oud-dijkgraaf heeft ons gered als een soort Hans Brinker.*

De teamleider zegt: *Genoeg gepraat. Iedereen op z'n plaatsen, we gaan de bewoners van de Noordpolders waarschuwen via de evacuatie-app.*

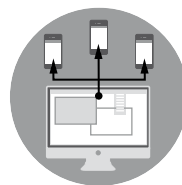
Karin gaat aan een tafel zitten, opent haar laptop en begint te typen. De woordvoerder loopt naar de teamleider: *Ton stuur jij me ieder kwartier het statusrapport, dan kan ik de Berichtenbank updaten en de actuele toestand op de sociale media zetten.*

De teamleider knikt en klikt de knop **Statusrapport Activeren** aan.

Drie dagen later is de evaluatie van de eerste winterstorm. Hendrik Balk vertelt over zijn avontuur op de Spuidijk.

*Het enige nut van mijn smartphone op die dijk was het verlichte scherm, zegt hij, Zonder dat lichtje in de duisternis had boer Praaij mij nooit gevonden.*

De teamleider zegt: *Dat die sensoren waren ontkoppeld in dat dijkvak was niet handig. We moeten in de procedure opnemen dat in die situatie meer tijdelijke sensoren het overnemen.* De teamleider constateert ook: *Gelukkig waren we goed voorbereid op de situatie. Vorig jaar hebben we bijna dezelfde situatie al eens ervaren in een oefening. Die bleek nu wel heel goed van pas te komen.*



Karin is ook aanwezig en licht haar verslag van de gebeurtenissen toe. *Is de activering van de evacuatie-app goed verlopen?, vraagt ze.*

De teamleider antwoordt: *Het betrof zo'n tweehonderd bewoners die geïnformeerd zijn over de toestand in een eerste bericht. Een uur later hebben we hen gevraagd zich klaar te maken voor evacuatie. Daarna nam de windkracht af en werd het eb. Daarna stonden de twee tijdelijke sensoren weer in het groen en kon het bericht **Einde Dreiging** worden rondgestuurd.*



*De cleanroom*

*Hoe weet je dat de bewoners jullie berichten lezen? vraagt Karin.*

*De app is voorzien van een **Bericht Gelezen** melding. We konden zien dat bijna drieënnegentig procent van de bewoners onze berichten hebben gelezen. In de toekomst willen we de app uitbreiden met een terugmelding of de ontvanger zich binnen of buiten het bedreigde gebied bevindt.*

*Hendrik Balk glimlacht: **Prachtig al die digitale wonderen, maar '53 heeft mij geleerd ook zelf te luisteren. Of zoals boer Praaij het zei, je eigen sensoren zitten tussen je oren.***







**Deltares is een onafhankelijk toegepast kennisinstituut op het gebied van water, ondergrond en infrastructuur.**

Wereldwijd werken we aan slimme innovaties, oplossingen en toepassingen voor mens, milieu en maatschappij.

We richten ons voornamelijk op delta's, kustregio's en riviergebieden. Omdat het beheer van deze dichtbevolkte en kwetsbare gebieden complex is, werken we nauw samen met overheden, ondernemingen, kennisinstellingen en universiteiten in binnen- en buitenland.

Ons motto is Enabling Delta Life. Als toegepast kennisinstituut is Deltares succesvol als haar kennis wordt verzilverd in en voor de samenleving. Deltares stelt hoge eisen aan de kwaliteit van de kennis en de adviezen. Bij Deltares is kennis de kern.

Alle opdrachten en projecten, of ze nu gefinancierd worden door de markt of uit gelden voor strategisch onderzoek, leveren een bijdrage aan het verstevigen van de kennisbasis. Daarnaast hechten wij zeer aan openheid en transparantie. Die houding is onder meer terug te zien in het vrij toegankelijk maken van door Deltares ontwikkelde software en modellen. Open source werkt is onze vaste overtuiging.

Deltares heeft ruim 800 medewerkers en is gevestigd in Delft en Utrecht.



**TNO heeft de missie mensen en kennis te verbinden, om zodoende te innoveren met impact.**

Dat doen we door in drie expertisegebieden uiteenlopende disciplines samen te brengen, om invulling te geven aan maatschappelijke vraagstukken binnen 7 actuele thema's.

Binnen het expertisegebied Technical Sciences wordt met hoogwaardige kennis en geavanceerde technologie naar oplossingen gezocht voor uiteenlopende technologische vraagstukken ten behoeve van praktische doeleinden. Bij Earth, Environmental and Life Sciences werken onze wetenschappers aan aarde-, milieu en levensvraagstukken. In het expertisegebied Behavioural and Societal Sciences bieden maatschappelijke vraagstukken en gedragsvraagstukken uitdaging aan onze gedragsdeskundigen, psychologen en informatiekundigen.

Samen met de universiteiten heeft TNO circa 30 kenniscentra om kennis te ontwikkelen op zorgvuldig geselecteerde terreinen. Deze kenniscentra fungeren als innovatiecentra. Niet alleen met universiteiten, ook met bedrijven neemt TNO deel in kenniscentra.

In de meeste gevallen exploiteren de opdrachtgevers van TNO zelf de door TNO ontwikkelde kennis. Daarnaast is TNO actief met exploitatie van kennis waarvoor de markt moet groeien en die daardoor mogelijk ongebruikt zou blijven. In zulke gevallen richt TNO onder TNO Bedrijven BV een bedrijf op om die kennis naar de markt te brengen. Een overzicht van onze deelnemingen treft u aan op de website van TNO Bedrijven BV.



**HKV LIJN IN WATER is een specialistisch onderzoeks- en adviesbureau op het gebied van water en waterveiligheid.**

We leveren hoogwaardige onderzoeks- en adviesdiensten op het gebied van water en veiligheid. We adviseren de Nederlandse overheid, provincies en waterschappen maar onze opdrachtgevers zitten in toenemende mate ook in het buitenland.

HKV LIJN IN WATER richt zich op kennisintensieve onderwerpen in het waterbeheer en op het gebied van veiligheid, zowel op het technische- als het procesmatige vlak. Het beleid is erop gericht door middel van onderzoek en ontwikkeling het kennisniveau op een hoog peil te houden. Circa 10% van de middelen wordt gereserveerd voor onderzoek en ontwikkeling. Als onderdeel hiervan hebben we doorlopend drie medewerkers 'in huis' die promotie-onderzoek verrichten. Naast eigen onderzoek, voeren we onderzoek uit in een samenwerkingsverband met Universiteiten en Kennisinstellingen of zoals bij Flood Control 2015.

HKV LIJN IN WATER heeft ongeveer 70 medewerkers en heeft naast het hoofdkantoor in Lelystad, kantoren in Delft en Jakarta. In Duitsland werken we onder de naam HKV HYDROKONTOR vanuit de vestiging in Aken.



**Fugro is een in Nederland beursgenoteerde onderneming, met eind 2011 zo'n 14.000 medewerkers in meer dan 60 landen.**

De missie van Fugro is om 's werelds meest vooraanstaande dienstverlener te zijn in het verzamelen en interpreteren van gegevens van het aardoppervlak en onderliggende lagen, en in het adviseren en ondersteunen van infrastructurele ontwikkelingen op het land, langs de kust en op de zeebodem.

Fugro voert haar activiteiten overal ter wereld uit, op het land, op zee en vanuit de lucht en deze zijn primair gericht op de olie- en gasindustrie, bouw, mijnbouw en overheden. Om op de best mogelijke manier aan de wensen van de opdrachtgevers te kunnen voldoen, kent Fugro een decentrale en op de opdrachtgever gerichte organisatiestructuur met een wereldwijd netwerk van vestigingen, waarbij onder velerlei werkomstandigheden wordt gewerkt. Fugro streeft naar het bereiken van sterke marktposities gebaseerd op (zelf ontwikkelde) technologieën, hoogwaardige dienstverlening en sterke internationale dan wel regionale aanwezigheid. Dit gebeurt onder andere door kennistransfer tussen verschillende divisies en verschillende vestigingen. Participatie in onderzoeksprogramma's zoals FloodControl 2015 is voor Fugro van belang om haar state-of-the-art dijksterkte en -monitoringtechnologie in de Nederlandse thuismarkt te verbeteren en dit ook buiten Nederland toe te passen via het wereldwijde netwerk.

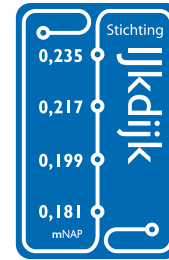


**ARCADIS is een toonaangevende, wereldwijd actieve en kennisgedreven onderneming. Wij leveren design-, advies- en ingenieursdiensten aan bedrijven in binnen- en buitenland.**

Het succes van de klant staat voorop in onze aanpak. We realiseren projecten en programma's vanaf het concept en ontwerp tot de oplevering en het beheer. ARCADIS is actief op de gebieden van Gebouwen, Milieu & Ruimte, Mobiliteit, Water.

Onze 21.000 medewerkers zijn gericht op resultaat. Wij investeren voortdurend in het verder uitbouwen van onze vaardigheden, om waarde te maximaliseren en haalbare oplossingen te creëren. Deze werkwijze werpt haar vruchten af: onze omzet bedraagt gemiddeld € 2,4 miljard per jaar.

Voor ARCADIS is water veel meer dan water alleen. We werken aan oplossingen waar ook natuur, landschap, woon- en werkgebieden, milieu en klimaat van profiteren. Veilig leven in de Nederlandse waterdelta door een duurzaam en flexibel watersysteem te ontwikkelen en te onderhouden: dáár ligt de grote uitdaging voor overheden en bedrijven. U als overheid of bedrijf kunt op ARCADIS rekenen als professionele en kundige partner.



**Stichting IJkdijk is dé innovatieve partij die werkt aan kostenbesparende monitoringsystemen voor beheer, ontwerp en onderhoud van dijken door water-beheerders.**

Het slim toepassen van monitoring leidt tot meer kennis over de actuele situatie van dijken, beter en eenvoudiger uitvoerbaar beheer. Daarnaast zorgt het voor significante kostenbesparingen en uitgestelde investeringen voor waterbeheerders in Nederland en daarbuiten.

Nadat de eerste validatie-experimenten tussen 2007 en 2010 belangrijke kennis over faalmechanismen in dijken opleverden, wordt de tweede fase van de IJkdijk gekenmerkt door de uitrol en verdieping van de eerdere onderzoeken en ontwikkelingen.

Het doel voor 2012-2014 is het verder ontwikkelen van monitoringsystemen voor dijken. Activiteiten die hieraan een bijdrage leveren zijn: nieuwe validatietesten, schaalvergroting en uitbreiding van de LiveDijken en ontwikkeling van een Dijk Data Service Centrum. Na afronding van het IJkdijk-programma kunnen marktpartijen op het gebied van sensortechnologie volledig gevalideerde systemen leveren aan waterbeheerders over de hele wereld. Deze systemen helpen ons niet alleen om droge voeten te houden, maar leveren ook nog eens besparingen op in de hele beheerketen: meer meten, beter weten scheelt honderden miljoenen, mogelijk zelfs miljarden euro's.

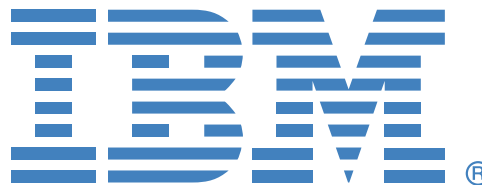


**Royal HaskoningDHV is een van Europa's meest toonaangevende onafhankelijke projectmanagement-, ingenieurs- en adviesbureaus. Het bedrijf behoort wereldwijd tot de top 10 van onafhankelijke, niet-beursgenoteerde ingenieursbureaus en staat in de top 40 overall.**

Met het hoofdkantoor in Amersfoort, leveren de 8.000 professionals van Royal HaskoningDHV wereldwijd hun diensten vanuit 100 kantoren in 35 landen. Het bureau is goed voor een omzet van ruim 700 miljoen euro.

Per jaar werkt het bedrijf aan zo'n 30.000 projecten op het gebied van planning en transport, infrastructuur, water en watermanagement, maritiem, luchtvaart, industrie, energie, mijnbouw en gebouwen. Samen met haar internationale netwerk aan kantoren levert Royal HaskoningDHV maatwerk oplossingen voor klanten over de hele wereld, in zowel de publieke als de private sector.

Royal HaskoningDHV gelooft in de kracht van integriteit en duurzaamheid als pijlers voor een betere leefomgeving. Met trots deelt het bedrijf al jaren haar uitgebreide kennis, expertise en innovatiekracht met de markt. Als leiders in innovatie en duurzaamheid, zet Royal HaskoningDHV haar traditie enthousiast voort en zet een volgende stap in de duurzame interactie tussen de mens en haar omgeving. Dit komt terug in haar filosofie Enhancing society together.



**IBM is één van de wereldleiders op het gebied van technologie en innovatie, met ca. 427.000 medewerkers en klanten in 170 landen.**

IBM biedt een uitgebreid portfolio van technologie- en consultancydiensten, waaronder een breed portfolio aan analytics, cloud, security, smarter commerce en social business oplossingen. Daarnaast beschikt het bedrijf over de meest geavanceerde computertechnologieën – waaronder de snelste en energiezuinigste supercomputers ter wereld - voortgebracht uit onze Research en Developmentcentra. IBM helpt klanten “slimmer” te worden in een wereld die in toenemende mate digitaal verbonden raakt. Zo bouwen we met organisaties en overheden systemen die verkeersdoorstroming, watermanagement, gezondheidszorg, energieverbruik en veiligheid verbeteren.

IBM investeert jaarlijks meer dan 6 miljard Dollar aan Research & Development en is daarmee 's werelds grootste privaat gefinancierde onderzoekslaboratorium. In 2011 was IBM voor het negentiende jaar op rij het bedrijf dat wereldwijd de meeste patenten verwierf. Onze labs hebben wereldwijd veel erkenning gekregen, waaronder 5 Nobelprijzen, 9 US National Medals of Technology, 5 US National Medals of Science, 6 Turing Awards en 10 vermeldingen in de Amerikaanse Inventors Hall of Fame. Het bedrijf zat achter baanbrekende uitvindingen zoals de PC, Het SABRE reserveringssysteem, de barcode, de geldautomaat, LASIK oogchirurgie, Watson, de computer die in 2011 de Amerikaanse gameshow Jeopardy! won en nu wordt ingezet in de gezondheidszorg en nog veel meer.



# UNIVERSITEIT TWENTE.



## **ITC – ontwikkeling en overdracht van kennis op het gebied van geo-informatiebeheer voor duurzame ontwikkeling**

Eén van de belangrijkste uitdagingen waarvoor de mensheid zich geplaatst ziet, is het bereiken van een goed evenwicht tussen de ontwikkeling van natuurlijke hulpbronnen en de instandhouding van een optimaal natuurlijk milieu. Om die uitdaging te kunnen aangaan, hebben wij behoefte aan gedetailleerde, betrouwbare geo-informatie en instrumenten voor het beheer hiervan.

De faculteit voor Geo-Informatie Wetenschappen en Aardobservatie (ITC) van de Universiteit Twente beschikt in ruime mate over kennis van geo-informatie, die voortdurend verder wordt ontwikkeld. Door middel van onderwijs, onderzoek en advisering leveren wij een bijdrage aan het ontwikkelen van capaciteit en het ondersteunen van organisaties in ontwikkelingslanden en opkomende economieën.

*Geo-informatiebeheer, mondiaal, en innoverend* zijn onze sleutelwoorden. Wij concentreren ons op het observeren van de aarde, op het genereren van ruimte-informatie en het ontwikkelen van methoden voor integratie van gegevens. Wij leveren instrumenten voor het plannings- en besluitvormingsproces voor duurzame ontwikkeling en het terugdringen van de armoede in ontwikkelingslanden. Sinds 1950 hebben meer dan 20.000 studenten uit ruim 170 landen een opleiding aan het ITC gevolgd.



# De organisatie Flood Control 2015

## Bestuur

Piet Dircke (Arcadis) (voorzitter)  
Martin van der Meer (Fugro)  
Toon Segeren (Deltares)  
Kees Vermeer (HKV [LIJN IN WATER](#))

## Programmabureau

Leo Voogt (Deltares) (directeur)  
Erdal Colakoglu (Arcadis)  
Jos Maccabiani (Deltares)  
Ellen Tromp (Deltares)

## Programmeringscommissie

Marcel Bastiaanssen (Arcadis)  
Karel Heynert (Deltares)  
Leo Zwang (Fugro)  
Mirjam Walbeek (RoyalHaskoningDHV)  
Astrid Janssen (HKV [LIJN IN WATER](#))  
Roeland Nagel (IBM)  
Nico Pals (Stichting IJkdijk)  
Robert Hack (ITC|Universiteit Twente)  
Kees van Dongen (TNO)

## Klankbordgroep

Jan Geluk (Waterschap Hollandse Delta) (voorzitter)  
Roeland Allewijn (Rijkswaterstaat)  
Hoite Detmar (Rijkswaterstaat)  
Rob Hagman (Rijkswaterstaat)  
Evelien van der Kuil (Waterschap Groot Salland)  
Robert Slomp (Rijkswaterstaat)  
Gerard van Vliet (Rijkswaterstaat)  
Ludolph Wentholt (STOWA)

# Verantwoording illustraties

## **Archief Flood Control 2015**

23, 29, 37, 42, 43, 44-45, 50, 53, 54, 55, 56,  
57, 61, 67, 69, 71, 72, 74, 75, 77, 79, 83, 89

## **Gisella Klein**

19

## **Guus Schoonewille**

92-93

## **<https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat, Ruimte voor de Rivier / Martin van Lokven**

39

## **<https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Bart van Eyck**

26, 49

## **Istockphoto**

64, 69, 74

## **Shutterstock**

4, 12, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 62-63, 69, 70,  
73, 84-85, 86, 99

## **Rufous / Shutterstock.com**

21

## **mountainpix / Shutterstock.com**

10-11

## **Studio Nuijten**

9, 17, 22, 41, 50, 57, 61, 64, 81, 84-85, 90,  
100, 105

## **Trainingsruimte Watermanagementcentrum Nederland, Christiaan de Bruijne**

79

## **United States Army**

94

## **Waterschap Brabantse Delta**

15

## **Waterschap Groot Salland**

24-25, 33, 46, 59, 84-85

# Colofon

## Redactie

Kees Vermeer (HKV [LIJN IN WATER](#)), Judith de Bruijne (Arcadis), Karel Heynert (Deltares) en Alet Nijhof (HKV [LIJN IN WATER](#))

## Tekstbewerking

Eric Burgers | Tekst & Redactie, Delft

## Vormgeving en opmaak

Gerda Mulder bno, Arnhem

## Illustraties en beeldbewerking

Studio Nuijten, Kekerdome

## Druk

Drukkerij Feiko Stevens, Emmeloord

## Oplage

1.500 stuks

## ISBN

9789090272474

© november 2012, Stichting Flood Control 2015  
Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd zonder toestemming van de  
uitgever.

## Deze uitgave is tot stand gekomen met medewerking van

Sharon Cundill, Kees van Dongen, Kees de Gooijer, Robert Hack, Marten Hillen, Astrid Janssen, Bas Kolen, Martin van der Meer, Nico Pals, Paul Termes, Cor-Jan Vermeulen, Hanneke Vreugdenhil, Jurjen Wagemaker en Karolina Wojciechowska



Meer informatie?

Kijk op [www.floodcontrol2015.com](http://www.floodcontrol2015.com) of stuur een bericht naar [info@floodcontrol2015.com](mailto:info@floodcontrol2015.com).



Veiligheid door geïnformeerd handelen, dat is Flood Control 2015. Sinds 2008 zet een consortium van Nederlandse ondernemingen en kennisinstellingen zich in om, samen met overheidsinstanties, de informatievoorziening op alle fronten van het water- en crisisbeheer op een hoger niveau te brengen. Dit gebeurt door slim gebruik te maken van geavanceerde technologie én door de menselijke maat centraal te stellen. Want al is een waterstandsvoorspelling of een dijksterktebepaling nog zo nauwkeurig, als watersnood dreigt, zijn besluiten gebaseerd op goede en betrouwbare informatie nodig om rampen te voorkomen en schade te beperken.

In dit boek staan de resultaten beschreven van vijf jaar onderzoek, ontwikkeling en toepassing in binnen- en buitenland: dashboards waterveiligheid, minder onzekerheid in computermodelberekeningen, een Dijksterkte Informatie Systeem, nieuwe crisiscommunicatiemiddelen, nieuwe trainingsmiddelen, een information-lab voor het hoger onderwijs, een Global Flood Observatory en meer.

Flood Control 2015 voorziet waterbeheerders, crisisteams, hulpverleners en bevolking van bruikbare kennis, instrumenten en informatie.

The logo for 'Flood Control 2015' features the text 'Flood Control' in a bold, black, sans-serif font above the year '2015' in a similar font. A stylized graphic element, consisting of a blue and red diagonal shape, is positioned behind the text.

**Flood Control**  
**2015**

