

ADVISEREN BIJ EVACUEREN EEN WETENSCHAPPELIJKE METHODE VOOR EEN BESTUURLIJK BESLUIT

BASTIAAN KUIJPER*, BAS KOLEN*, CHRIS GEERSE*, ESTER DE RIDDER**, ERIK-JAN HOUWING*** EN WILFRIED TEN BRINKE****

Abstract

In case of imminent flooding, politicians have to decide whether or not to evacuate citizens. Evacuation can be costly with respect to time, money and credibility. Therefore, decision makers need a clear insight into threatening scenarios in which all uncertainties are stated explicitly. This article presents a method to determine these scenarios and visualize them in clear graphs to support decision making. The method combines the results from hydraulic calculations, statistics on wind climate and water levels, and accuracy of forecasts.

The method presented is developed for the Noordwaard, an area in the southwest of the Netherlands. Water levels in this area are influenced by both river discharges and sea levels (wind and tide). The wind conditions also cause local rise of water levels. Finally, the storm surge barrier in the Nieuwe Waterweg being closed or open also influences local water levels in the Noordwaard. Scenarios have been described for critical water levels where evacuation is needed. This has been done for different wind conditions, for the barrier being both closed and open, and for different combinations of river discharge and sea level. The resulting evacuation graphs allow for decisions to be made based on river discharge and sea level forecasts, including uncertainties.

The accuracy of river discharge and sea level forecasts increases with shorter forecast periods. Therefore, the evacuation graphs as mentioned above were constructed for different time horizons. In practice, this makes it possible to give early warnings to inhabitants of the Noordwaard when there is a possible threatening situation, but when there is plenty of time to evacuate. That makes the method presented a useful tool in the governance of flood risks based on the same scenarios that are used to define safety levels and to test dikes.

* Adviesbureau HKV LIJN IN WATER (www.hkv.nl)

** Gemeente Werkendam (www.werkendam.nl)

*** Rijkswaterstaat, Projectbureau Noordwaard (www.rijkswaterstaat.nl)

**** Bureau Blueland (www.blueland.eu)

Inleiding

Bij een dreigende overstroming staat de veiligheid van de bewoners uiteraard centraal. Als bestuurders voor de keuze staan om wel of niet te evacueren, zullen zij geen onnodige risico's willen nemen en aan de veilige kant gaan zitten. Zij kunnen echter ook te veel aan de veilige kant gaan zitten, met als nadeel dat de kans groot is dat de evacuatie 'voor niets' is geweest. Met name voor gebieden waar de overstromingskans relatief groot is, is het van groot belang om de afweging tussen veiligheid en niet te vaak evacueren zorgvuldig te maken. Evacuaties brengen namelijk overlast en stress voor de bewoners met zich mee. Er

ken (scenario's) die bestuurders helpen bij het maken van de keuze bewoners wel of niet te adviseren om te evacueren. De methode maakt de kennis van waterexperts toepasbaar voor de lokale besluitvorming en slaat daarmee een brug tussen de wereld van waterprofessionals en die van (lokale) bestuurders. Bij de governance van overstromingsrisico's wordt vaak het model gehanteerd van actoren binnen de zogenaamde bestuurlijke kolom en de (functionele) waterkolom. De taken en verantwoordelijkheden van de actoren binnen beide kolommen moeten goed op elkaar aansluiten om de governance van overstromingsrisico's goed in te

een evacuatie te verkorten, is het essentieel dat een evacuatiebesluit vooraf wordt gegaan door een waarschuwing. Op basis van verwachtingen kunnen bewoners al worden gewaarschuwd om zich al voor te bereiden op een eventueel vertrek. Bij het werkelijk kritieke moment om te evacueren staan ze klaar om weg te gaan. Omdat de groep inwoners in de Noordwaard beperkt is, kunnen ze zo efficiënt gebruik maken van de wegen en kan het aantal onnodige evacuaties zoveel mogelijk worden beperkt. De benodigde evacuatietijd wordt ook beperkt doordat veel in principe niet wordt geëvacueerd maar in hoogwatervrije stallen wordt ondergebracht. Een cruciale meerwaarde van

HET AANTAL ONNODIGE EVACUATIES KAN TOT EEN MINIMUM WORDEN BEPERKT DOOR HET EVACUATIEBESLUIT ZO LAAT MOGELIJK (MAAR NOG WEL TIJDIG) TE NEMEN

worden kosten gemaakt en te vaak evacueren ondermijnt het draagvlak voor een volgende evacuatie. Daarom moet het aantal evacuaties zoveel mogelijk worden beperkt. Bestuurders moeten balanceren tussen veiligheid en niet te vaak evacueren. Zij kunnen dat doen dankzij scenario's waarin alle onzekerheden expliciet zijn gemaakt.

Voor de Noordwaard, een gebied in de Biesbosch dat in het kader van het Programma Ruimte voor de Rivier zal worden ontpolderd, presenteert dit artikel een methode om die scenario's vast te stellen. Kennis van waterexperts en resultaten van modelberekeningen zijn gecombineerd tot inzichtelijke grafie-

ken kunnen vullen. De besluitvorming en maatregelen voor de crisisbeheersing vallen binnen de bestuurlijke kolom. De actoren binnen de waterkolom ondersteunen hierbij met advies en maatregelen. De methode die hier wordt gepresenteerd, is een belangrijk onderdeel van die verbinding.

Het aantal onnodige evacuaties kan tot een minimum worden beperkt door het evacuatiebesluit zo laat mogelijk (maar nog wel tijdig) te nemen. Hiervoor is inzicht nodig in de kwaliteit en onzekerheid van hoogwaterverwachtingen, de tijd die nodig is voor de uitvoering van een evacuatiestrategie, en de gevolgen hiervan. Om de uitvoeringstijd van

de hier gepresenteerde methode is dat scenario's worden opgesteld voor verschillende momenten in de tijd, waarmee zowel het besluit om te waarschuwen als het besluit om wel of niet te evacueren kan worden onderbouwd.

Een blik in de toekomst

Een dag in een vroeg voorjaar na 2015. Bij de gemeente Werkendam komt het bericht binnen dat een storm de Nederlandse kust nadert. De afvoer van de Rijn is de afgelopen weken flink toegenomen. Water van de Nieuwe Merwede stroomt al een week door het centrale deel van de Noordwaard in de Biesbosch, tussen de polders door waar

de meeste bewoners achter hoge kades wonen. De storm zal de waterstand op zee opstuwen. Of de Maeslantkering zal worden gesloten, is nog onzeker. Blijft hij open, dan zal de opstuwing voor de kust tot in de Noordwaard merkbaar zijn. Gaat hij dicht, dan zal

vinden als de Noordwaard in 2015, in het kader van het programma Ruimte voor de Rivier, wordt ontpolderd. De Noordwaard is een dijkkring in het noorden van de Biesbosch die aansluit op de Nieuwe Merwede. Hiervoor geldt nu de wettelijke veiligheidsnorm van

hebben dan een overstromingskans van 1/100 of 1/1000 (verschilt per polder) per jaar. Als overstroming van deze polders dreigt, zullen de bewoners worden geadviseerd de Noordwaard te verlaten. De procedures hiervoor legt de gemeente Werkendam vast in een draaiboek. De

AFHANKELIJK VAN DE ONTWIKKELINGEN, OF DE WIND BIJVOORBEELD UIT HET NOORDWESTEN OF ZUIDWESTEN GAAT WAAIEN, KUNNEN DE JUISTE SCENARIO'S ER BIJ WORDEN GEHAALD EN KUNNEN BESLUITEN WORDEN ONDERBOUWD

het water in de Noordwaard stijgen doordat het rivierwater niet langer naar zee kan stromen. De storm zal ook het water in de Noordwaard opstuwen en golven opwekken die tegen de hoge kades slaan.

Hoe hoog het water komt, hangt af van de windrichting en windkracht, maar de informatie daarover is nog erg onzeker. De kans op een overstroming van de hoge kades is aanwezig. Moeten de bewoners uit de Noordwaard worden geëvacueerd? Hoe lang kan men de situatie aanzien en wachten op meer zekerheid over de hoogwaterstanden bij de kades? En als men wacht, is er dan nog voldoende tijd om te evacueren? Er komt misschien een moment dat golven over de dijkweg slaan en bewoners het gebied niet meer uit kunnen

De realiteit van vandaag

Bovenstaande passage is geen begin van een spannend jongensboek. Het is de realiteit die op een dag zal plaats-

bescherming tegen hoogwaterstanden die met een kans van 1/2000 per jaar kunnen optreden. Maar het Rijnwater heeft meer ruimte nodig om bij hoge afvoeren veilig naar zee te kunnen afstromen. Als één van de maatregelen van Ruimte voor de Rivier wordt de Noordwaard daarom ontpolderd.

Vanaf 2015 zal het centrale deel van de Noordwaard in een zone van noord-oost naar zuidwest bestaan uit niet bekaide delen of laag bekaide polders. Eens in de paar jaar zal het water in de Nieuwe Merwede zo hoog staan dat een deel van dit water door de instroomopeningen in de Bandijk het centrale deel van de Noordwaard instroomt om via het Hollands Diep naar zee te stromen. De enkele huizen in dit centrale deel staan op hoge terpen, buiten het bereik van het water. Het zuidoosten en noordwesten van de Noordwaard blijven dan droog. Die delen bestaan uit polders met hoge kades waar de meeste bewoners van de Noordwaard wonen. De polders

waterstandverwachtingen komen van het Water Management Centrum Nederland.

Omgaan met onzekerheden

Op die dag in de toekomst zal de burgemeester van Werkendam moeten besluiten over wel of niet evacueren, en zo ja, wanneer? Dat besluit zal gebaseerd zijn op verwachtingen van de waterstand en golven in de Noordwaard. Onzekere informatie met invloeden vanuit verschillende kanten: de rivier, de zee, het lokale windveld en de vraag of de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg zal worden gesloten. Tot welke hoogwaterstanden in de Noordwaard kan de combinatie van al deze factoren leiden, en met hoeveel zekerheid is een aantal uren van te voren in te schatten hoe kritisch het wordt? Op het moment dat de burgemeester een besluit moet nemen, zal deze informatie beschikbaar moeten zijn. Als adviseurs dan pas gaan nadenken over en rekenen aan mogelijke scenario's voor de komende dagen of

uren, zijn zij te laat. Die scenario's moeten er dan al zijn, waarbij alle invloeden met hun onzekerheden in die scenario's zijn verwerkt. Afhankelijk van de ontwikkelingen, of de wind bijvoorbeeld uit het noordwesten of zuidwesten gaat waaien, kunnen de juiste scenario's er bij worden gehaald en kunnen besluiten worden onderbouwd.

Een goede voorbereiding met grondig doordachte scenario's maakt onzekerheden zichtbaar. Bestuurders en ondersteunende diensten kunnen dan met die onzekerheden omgaan en verantwoorde keuzes maken. De voorbereiding zorgt er ook voor dat waterprofessionals aan de ene kant, en bestuurders en ondersteunende diensten aan de andere kant elkaars taal leren spreken zodat misverstanden op het moment dat snel moet worden gehandeld, zoveel mogelijk worden voorkomen. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de scenario's zoals die ook worden gebruikt voor het ontwerpen en toetsen van de waterkeringen en van de kennis van de onzekerheid in de hoogwaterverwachtingen.

Overstromingsdreiging in de Noordwaard

De Noordwaard ligt in het overgangsgedebied tussen wat we noemen het rivierengebied en het zeegebied. In het rivierengebied is de invloed van de zee niet of nauwelijks merkbaar. Hoogwater is hier altijd het gevolg van extreme rivierafvoeren. In het zeegebied is het juist andersom. Maar in het overgangsgedebied is de situatie minder eenvoudig. Zowel de rivierafvoer als de zeewaterstand speelt hier een rol, en ook situaties met een minder extreme storm op zee in combinatie met een verhoogde rivierafvoer kunnen bedreigend zijn voor dit gebied.

Daarnaast speelt ook de wind een belangrijke rol. Deze zorgt lokaal voor opstuwing en golven. De wind kan niet los gezien worden van de zeewaterstand. Een verhoogde zeewaterstand is vaak een combinatie van zowel getijwerking als een stormvloed door extreme wind op de Noordzee. Er is dan ook een sterke correlatie tussen de zeewaterstand en de wind (windkracht en windrichting).

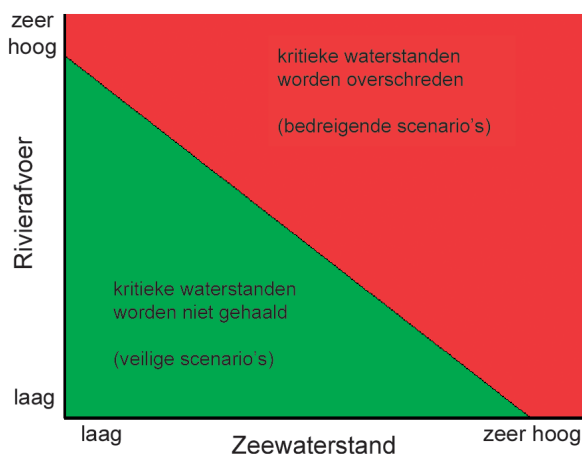
Figuur 1. Principeschets van veilige en onveilige situaties bij verschillende combinaties van rivierafvoeren en zeewaterstanden.

Tijdens hoge stormvloeden sluit de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal op basis van waterstandvoorspellingen voor Rotterdam en Dordrecht. De kans bestaat echter dat bij een onjuiste voorspelling de kering niet of te laat wordt gesloten. Daarnaast kan de kering ook falen in de zin dat deze bezwijkt of niet op de juiste manier gesloten kan worden. De uiteindelijke keringsituatie (open of gesloten) bepaalt (mede) de optredende waterstanden in de Noordwaard.

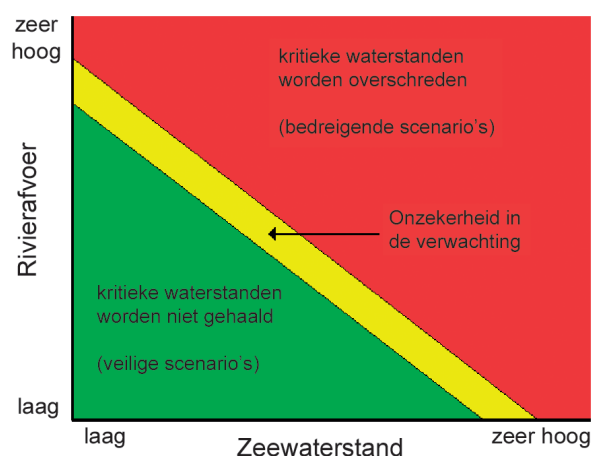
De vaststelling van scenario's

Het principe

Zoals hierboven geschetst, zijn er diverse factoren die kunnen bijdragen aan hoge waterstanden in de Noordwaard. Het is van belang om deze bedreigende scenario's overzichtelijk te presenteren, op zo'n manier dat bestuurders een goede inschatting kunnen maken van de mate van bedreiging voor bewoners in het gebied, inclusief de onzekerheid



Figuur 1a



Figuur 1b

van deze dreiging.

Figuur 1 geeft hiervan een schematisch voorbeeld. De kades in de Noordwaard zijn ontworpen op bepaalde waterstanden, waarvoor geldt dat deze veilig gekeerd moeten kunnen worden. Bij overschrijding van deze kritieke waterstanden is er sprake van een bedreigende situatie, waarbij (mogelijk) geëvacueerd zal moeten worden. Figuur 1a laat zien welke combinaties van zeewaterstand en rivierafvoer leiden tot overschrijding van deze kritieke waterstanden.

In figuur 1a is echter nog geen rekening gehouden met de onzekerheid in de verwachte stormgebeurtenis. In deze figuur wordt verondersteld dat je alles al weet. Deze kennis is echter, op het moment dat de evacuatieproblematiek aan de orde is, nog niet beschikbaar. Op dit moment kan er nog een flinke onzekerheid zijn of deze situatie zal optreden.

Deze onzekerheid in de waterstandverwachtingen kan, voor een bepaald moment, inzichtelijk worden gemaakt op de manier zoals geschetst in figuur 1b. Met behulp van een onzekerheidsband zijn scenario's aangegeven waarbij volgens de afgegeven voorspelling niet kan worden uitgesloten dat de kritieke waterstanden worden overschreden gelet op de voorspelonzekerheid.

Bovenstaande voorbeeldfiguren (1a & b) gaan uit van alleen een zeewaterstand en een rivierafvoer. Eerder is aangegeven dat ook de wind en het wel of niet sluiten van de stormvloedkering van belang zijn. Rekening houdend met de kans op voorkomen van bepaalde windsnelheden en de kans op een open of gesloten kering is het echter mogelijk om deze informatie te bundelen tot vereenvoudigde

figuren, zoals hierboven geschetst. Deze procedure wordt in het navolgende gedetailleerd besproken.

Uitwerking

Het maken van de vereenvoudigde evacuatiefiguren, zoals hierboven geschetst, gaat in een aantal stappen. Dit wordt uitgelegd aan de hand van een voorbeeldsituatie, waarbij we aannemen dat evacuatie nodig is zodra een waterstand wordt verwacht die hoger is dan gemiddeld eens in de 100 jaar (overeenkomend met een veiligheidsniveau van de bewoonde polders in de Noordwaard met de hoogste overstromingskans).

Stap 1: Afleiden van contouren

De eerste stap is om contouren (isolijnen) af te leiden voor deze kritieke waterstand. Deze contouren beschrijven combinaties van zeewaterstand en rivierafvoer waarbij de lokale waterstand gelijk is aan de eens in de 100 jaar optredende waterstand. Aangezien naast de zeewaterstand en de rivierafvoer ook de wind en de keringtoestand van belang zijn, worden de contouren afgeleid per keringtoestand (open of gesloten), per windrichting en voor verschillende windsnelheden.

De twee linkergrafieken in figuur 2 geven hiervan een voorbeeld. Hierin zijn de contouren te zien voor één windrichting (westnoordwest), bij zowel een open kering (bovenste grafiek) als een dichte kering (onderste grafiek), en voor verschillende windsnelheden variërend van 0 m/s (groene lijnen) tot en met 45 m/s (rode lijnen). De contouren liggen steeds lager naarmate de windsnelheid hoger is. Dit

komt doordat bij een minder extreme combinatie van zeewaterstand en rivierafvoer toch dezelfde lokale waterstand wordt gehaald als gevolg van de opstuwing door de wind.

Stap 2: Combineren van windsnelheden

Stap twee is om de contouren samen te voegen door rekening te houden met de kans op bepaalde windsnelheden. De bundel van contouren bij verschillende windsnelheden wordt vertaald in een centrale lijn (de zogenaamde mediane windsnelheid, die met 50% kans wordt overschreden) en een bandbreedte. Dit is te zien in de rechter grafieken in figuur 2. In de vervolgstappen wordt uitgegaan van de onderste lijn in de bandbreedte, die kan worden geïnterpreteerd als een conservatieve (boven-grens) schatting van de invloed van de windsnelheid op de waterstand.

Stap 3: Combineren van keringtoestanden

In de vorige stap zijn de contouren voor de verschillende windsnelheden samengevoegd tot twee contouren, namelijk één voor de open en één voor de dichte kering. De figuren kunnen echter nog verder worden vereenvoudigd, rekening houdend met de kans op een open of gesloten kering.

Bij lage zeewaterstanden zal de stormvloedkering altijd open zijn, terwijl deze bij extreem hoge zeewaterstanden in principe gesloten zal zijn (tenzij er iets fout is gegaan bij het sluiten van de kering). Toch kan niet met zekerheid aangegeven worden wanneer de kering precies open of dicht is, aangezien de sluitprocedure is gebaseerd op waterstandvoorspellingen bij Rotterdam en

Figuur 2. Stap 1: De contour die voor verschillende combinaties van rivierafvoer, zeewaterstand en windsnelheid aangeeft wanneer de waterstand met een kans van 1/100 per jaar wordt bereikt, wordt berekend voor een bepaalde windrichting, voor de situatie met open (linksboven) en gesloten (linksonder) stormvloedkering. Stap 2: Deze grafieken worden vereenvoudigd door uit de bundel met lijnen een mediane curve met bandbreedte te berekenen (rechts).

Dordrecht, die niet alleen van de zee-waterstand afhangen en bovendien een zekere voorspelfout bevatten.

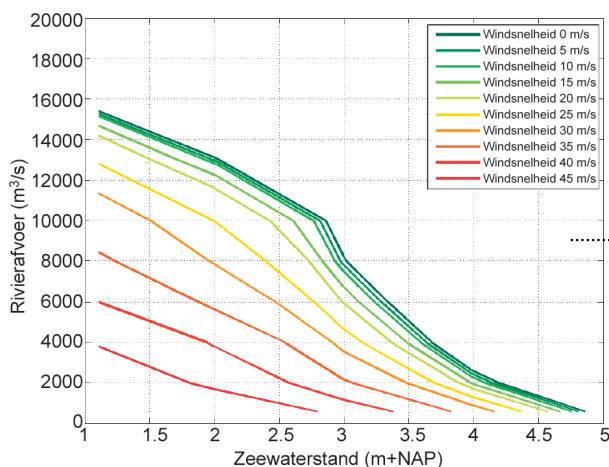
Vandaar dat in deze stap gerekend wordt met de voorwaardelijke kans op een open of dichte kering, gegeven de zeewaterstand, rivierafvoer en wind-

condities. De contouren voor de open of dichte kering worden gewogen met deze kansen. Dit proces is weergegeven in figuur 3. Bij lage zeewaterstanden ligt de gecombineerde contour op de contour bij de open keringtoestand, bij hele hoge zeewaterstanden ligt deze (vrijwel) op de

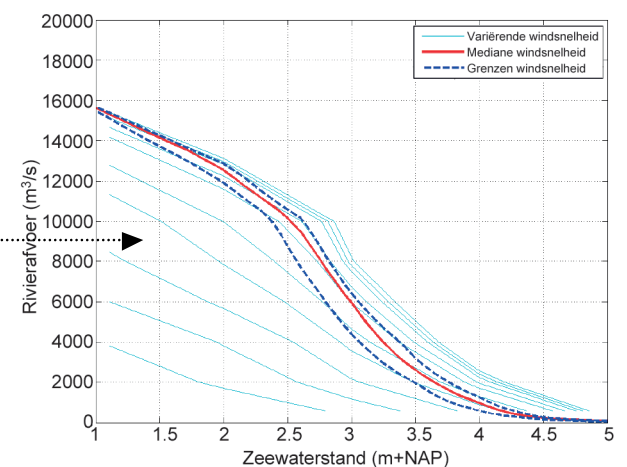
contour bij de gesloten keringtoestand. Daartussen is een overgangsgebied waar bij de gewogen lijn van de ene naar de andere contour 'springt'.

Zoals te zien aan de blauwe lijn in de rechterzijde van figuur 3 (de gecombineerde contour) kan het voorkomen

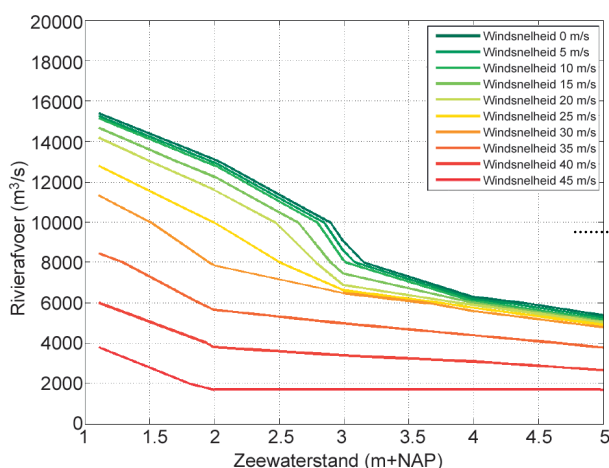
Open kering, verschillende windsnelheden



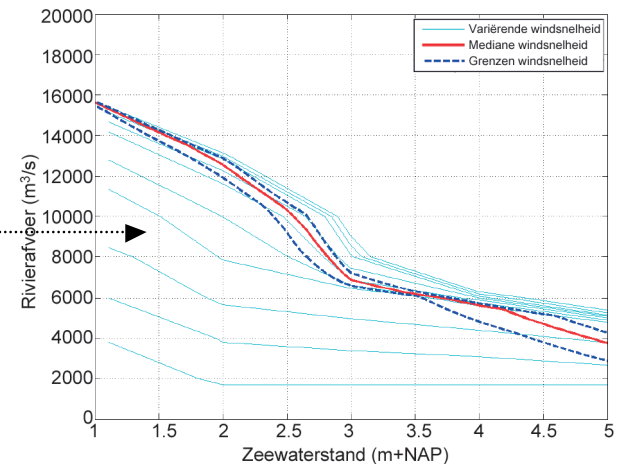
Open kering, mediane snelheid en bandbreedte



Dichte kering, verschillende windsnelheden



Dichte kering, mediane snelheid en bandbreedte



dat de contour niet altijd dalend is bij toenemende zeewaterstand. Dit is het gevolg van de 'sprong' van de contour behorend bij de open keringtoestand naar de contour bij de gesloten keringtoestand.

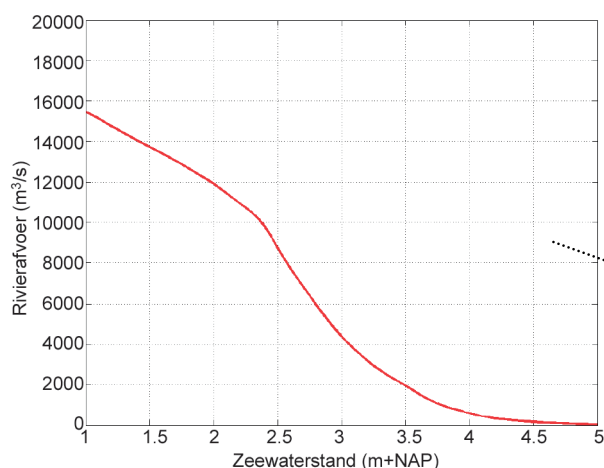
Stap 4: Opstellen evacuatiematrices

De vorige twee stappen leveren (per windrichting) één contour op, die het resultaat is van een combinatie van de contouren per windsnelheid en keringtoestand. Een dergelijke contour is opgesteld voor verschillende locaties

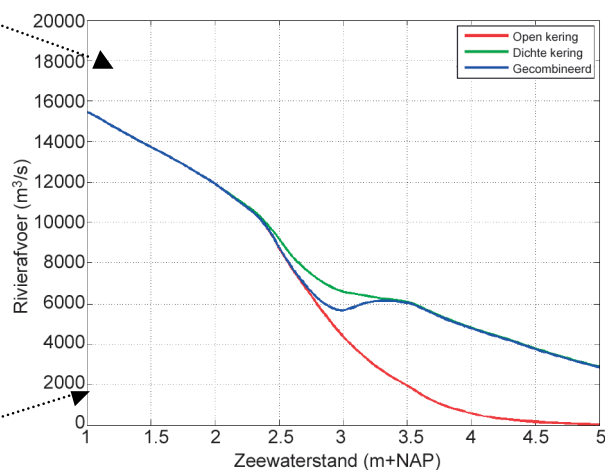
binnen de Noordwaard, en kent telkens een (iets) ander verloop, omdat de invloed van zee, rivier en wind niet over het hele gebied gelijk is. De lijnen voor de verschillende locaties zijn ook gecombineerd, door over al deze lijnen het minimum te nemen. De resulterende contour geeft aan voor welke combinaties van zeewaterstand en rivierafvoer ergens in het gebied de eens in de 100 jaar waterstand wordt gehaald. Deze contour vormt ook het uitgangspunt voor de evacuatiegrafieken, zoals weergegeven in figuur 4.

In deze evacuatiegrafieken wordt de

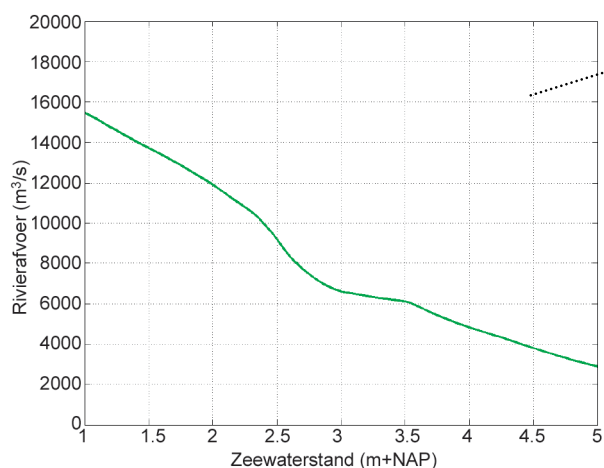
Open kering (bovengrens windsnelheid)



Keringtoestanden gecombineerd



Dichte kering (bovengrens windsnelheid)



Figuur 3. Stap 3: De berekeningen met een open of gesloten stormvloedkering leveren verschillende curves op. Deze kunnen in één grafiek worden gecombineerd.

grens tussen het rode en het gele vlak gevormd door de contour die is afgeleid met de hierboven beschreven

voor meerdere voorspeltijden (4 uur, 12 uur en 24 uur vooruit) opgesteld. In figuur 4 is te zien dat de onzekerheids-

zijn op een evacuatiebesluit en helpt de kennis daarover te communiceren van waterexperts naar bestuurders.

ZELFS VOOR SITUATIES WAARBIJ HOOGWATERSTANDEN WORDEN BEPAALD DOOR MEERDERE FACTOREN, ALLEN MET HUN EIGEN ONZEKERHEDEN, KUNNEN SCENARIO'S WORDEN OPGESTELD DIE BESTUURDERS HELPEN BIJ HET WAARSCHUWEN VAN BEWONERS, EN HET EVENTUEEL BESLUITEN OM TE EVACUEREN

procedure. Deze curve is zowel horizontaal als verticaal verschoven, om de gele band te vormen waarmee de onzekerheid wordt aangegeven.

De grootte van de voorspelonzekerheid is afhankelijk van de voorspeltijd. De zeewaterstand over een uur is uiteraard nauwkeuriger te voorspellen dan de zeewaterstand 24 uur vooruit. Daarom zijn de evacuatiegrafieken

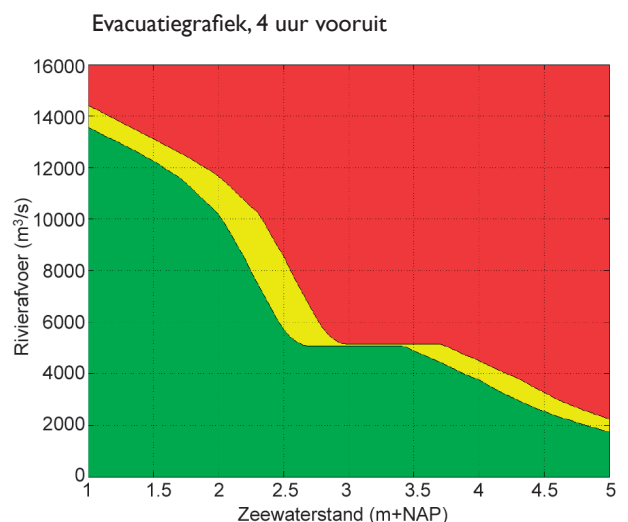
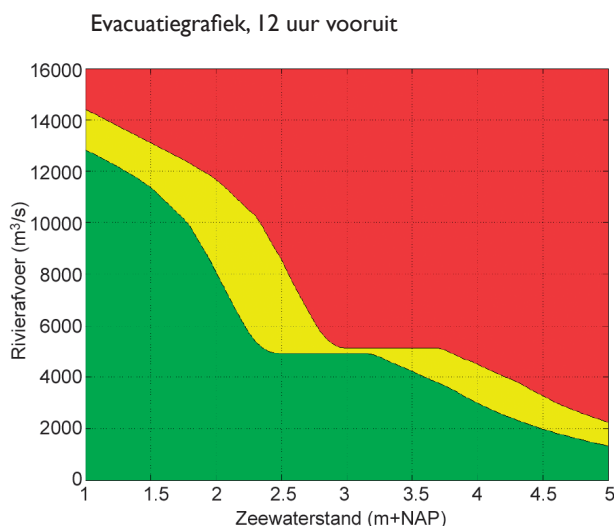
band 4 uur vooruit minder groot is dan bij 12 uur.

De toepassing van scenario's

De ontwikkelde methode heeft als doel technische kennis over overstromingsrisico's zo te ontsluiten dat deze kan worden toegepast in het bestuurlijke proces. De methode schept overzicht in alle factoren die van invloed kunnen

Daarmee helpt de methode bestuurders

Figuur 4. Stap 4: Op basis van de contour uit figuur 3 kan de overgang van veilig (groen) naar onveilig (rood) worden gemarkeerd. Daarbij moet echter rekening worden gehouden met onzekerheden in de voorspelde rivierafvoeren en zeewaterstanden (geel). Het gele vlak wordt kleiner naarmate het kritische moment dichterbij komt.



en waterexperts bij het nemen van ingrijpende besluiten respectievelijk het uitvoeren van de adviesrol. Dit is bevestigd tijdens een presentatie van deze methode aan bestuurders van Werendam, waar de Noordwaard onder valt (zie het interview verderop in dit nummer).

De meerwaarde van waarschuwen als fase voor het eventuele evacuatiebesluit kan worden geïllustreerd aan de hand van figuur 4 die de situatie van 12 uur en 4 uur vóór het kritische moment weergeeft. Op basis van het actuele waterbeeld en de opgestelde verwachtingen kan worden bepaald

Ten slotte merken we nog op dat deze methode met name toepasbaar is in relatief kleine en niet zo dichtbevolkte gebieden. Daar kunnen bewoners in relatief korte tijd het gebied verlaten. Dan hebben bestuurders de mogelijkheid om de ontwikkelingen te volgen en kunnen zij aan de hand van de diagrammen volgens de hier gepresenteerde methode bepalen of evacueren (al) wel of niet aan de orde is. Bij grotere, dichterbevolkte gebieden, zoals veel van de Nederlandse dijkringen, is een eventuele evacuatie grootschalig en de wegcapaciteit beperkt. Een evacuatiebesluit zal dan

baar voor het zo lang mogelijk wachten met evacueren, en dus een methode om het balanceren tussen veiligheid enerzijds en niet te vaak evacueren anderzijds in te vullen.

Met de ontwikkelde methode is de verbinding gelegd tussen de scenario's die opgesteld worden voor het ontwerpen en toetsen van waterkeringen, de waterstandsverwachtingen en de besluitvorming in het kader van crisisbeheersing. De onzekerheid in het ontwerp van het systeem kan hiermee inzichtelijk worden gemaakt en vertaald naar het bieden van handelingsperspectief voor de burger en

MET DE ONTWIKKELDE METHODE IS DE VERBINDING GELEGD TUSSEN DE SCENARIO'S DIE OPGESTELD WORDEN VOOR HET ONTWERPEN EN TOETSEN VAN WATERKERINGEN, DE WATERSTANDSVERWACHTINGEN EN DE BESLUITVORMING IN HET KADER VAN CRISISBEHEERSING

wat het dreigingsniveau is. Stel dat de situatie in de grafiek van 12 uur aanleiding geeft om te waarschuwen omdat de voorspelling net in het geel, dichtbij het groen zit. Dankzij de waarschuwing gaan de bewoners zich voorbereiden en kan een bestuurder de situatie (relatief) lang aanzien. In de grafiek van 4 uur blijkt vervolgens dat de gele band is ingekrompen en dat de voorspelling in het groen terecht is gekomen. Evacuatie is niet langer nodig. In het rode deel van de grafiek is een evacuatie wel nodig. In het gele deel is het onzeker, en zal de bestuurder een keuze moeten maken.

zeer vroegtijdig moeten worden genomen (bijvoorbeeld langs de rivieren), of helemaal niet omdat deze per definitie niet uitvoerbaar is (zoals in de Randstad).

Conclusies

Zelfs voor situaties waarbij hoogwaterstanden worden bepaald door meerdere factoren, alle met hun eigen onzekerheden, kunnen scenario's worden opgesteld die bestuurders helpen bij het waarschuwen van bewoners, en het eventueel besluiten om te evacueren. Daarmee is een onderbouwing beschik-

bestuurder in geval van een crisis. Dit handelingsperspectief kan worden vormgegeven door een communicatie- en evacuatiestrategie. De ontwikkelde methode is een instrument waarmee overstromingsdeskundigen bestuurders helpen om het omgaan met overstromingsrisico's concreet in te vullen.