

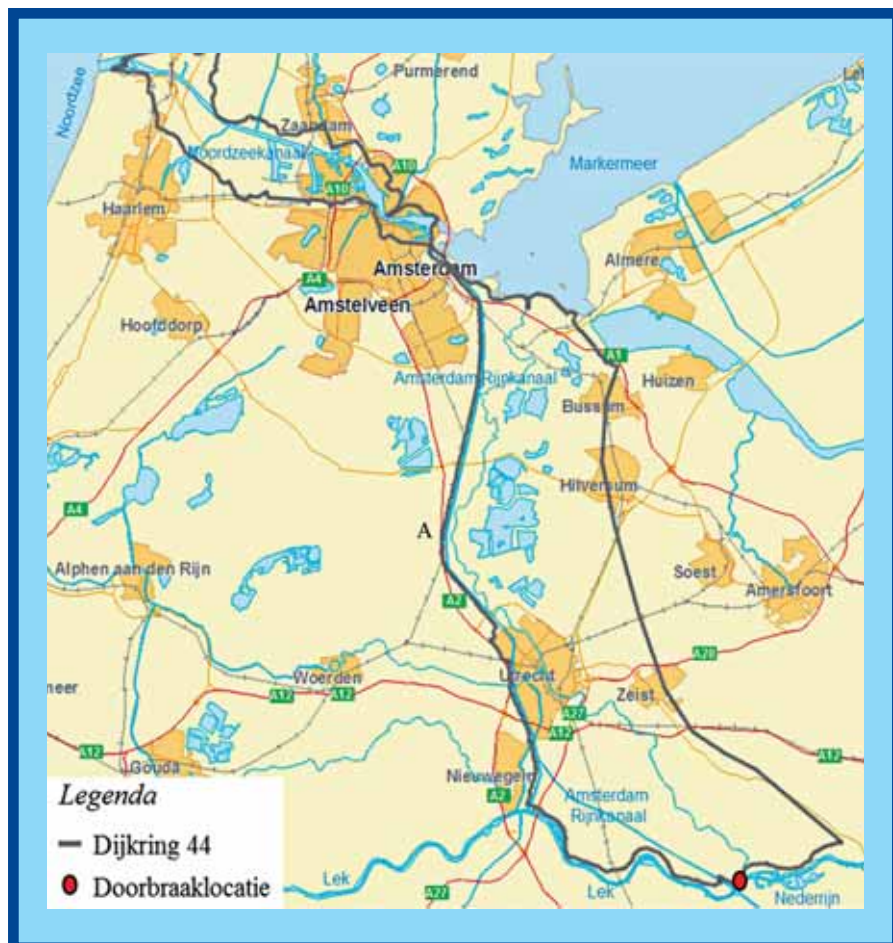


Marlies Zantvoort, HydroLogic
 Wouter Egas, Provincie Utrecht
 Jan Leijen, Waternet
 Claudia van Ackooij, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Grote potentie voor overstromingsgevolgbeperking in dijkkring 44

Dijken beschermen Nederland goed tegen overstromingen. Waar de kans op een overstroming te groot is, wordt de veiligheid verbeterd, vooral door het versterken van de waterkeringen. Hierbij wordt echter weinig aandacht geschonken aan fysieke maatregelen die de negatieve gevolgen van een onverhoopte dijkdoorbraak kunnen beperken. Recent onderzoek naar de potentie van deze maatregelen laat zien dat in dijkkring 44 een schadereductie van 70 procent mogelijk is.

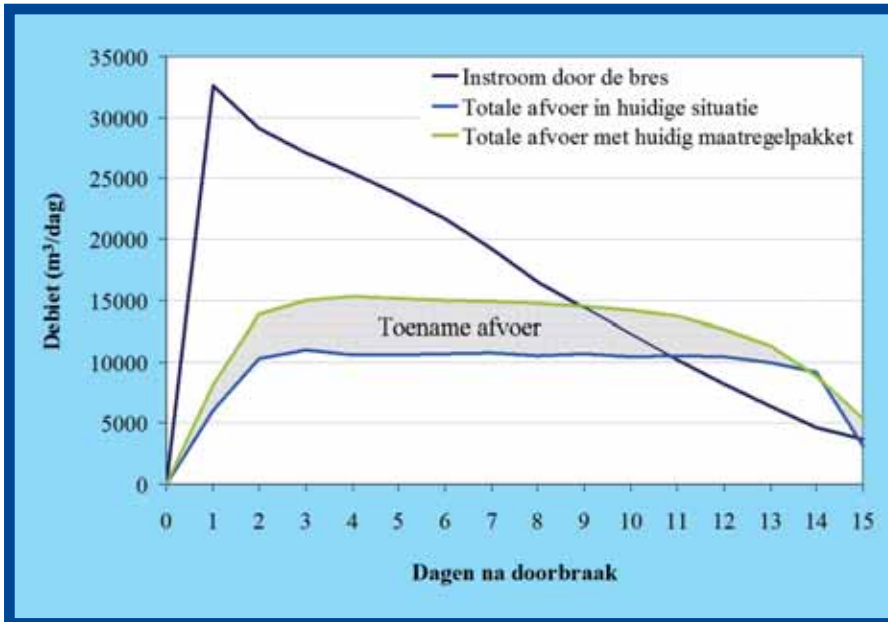
Afb. 1: Dijkkring 44.



De kans dat dijkkring 44 (zie kaart) overstromt doordat een kering van de Nederrijn/Lek doorbreekt, is klein. Als het gebeurt, zijn de gevolgen echter enorm. Naast mogelijke slachtoffers treedt een schade op die geraamd wordt tussen de tien en 20 miljard euro¹⁾. Onder andere grote delen van de stad Utrecht en veel vitale infrastructuur komen na een doorbraak onder water te staan. Vanwege deze catastrofale gevolgen heeft de Provincie Utrecht opdracht gegeven aan HydroLogic een quick scan uit te voeren van kansrijke maatregelen die de gevolgen van een overstroming in dijkkring 44 kunnen beperken.

Naast de Provincie Utrecht maakten de hoogheemraadschappen De Stichtse Rijnlanden en Amstel, Gooi en Vecht deel uit van de projectgroep. Ook organisaties als Rijkswaterstaat en de Veiligheidsregio Utrecht waren erbij betrokken.

Een belangrijk aspect van dijkkring 44 vormt het Amsterdam-Rijnkanaal, dat als een soort slagader van zuid naar noord loopt langs de westgrens van de dijkkring. Bij een doorbraak vanuit de Nederrijn/Lek stroomt het water deels dit kanaal in, waarna het naar de Noordzee afvloeit via het Noordzeekanaal. Als gevolg van de hoge waterstanden die hierdoor in het Amsterdam-Rijnkanaal ontstaan, treden ook inundaties op ten westen van dit kanaal in dijkkring 14 en 15. Dijkkring 44 omvat een grote verscheidenheid aan functies en kenmerken. Om kansrijke fysieke maatregelen te onderzoeken, is



Afb. 2: De afvoer naar het buitenwater neemt door het vergroten van de afvoer sterk toe in vergelijking met de huidige situatie.

gebruik gemaakt van de gebiedsgerichte veiligheidsaanpak²⁾. Deze houdt rekening met de ruimtelijke kenmerken van een gebied om de maatregelen voor waterveiligheid op een zo effectief mogelijke manier in te passen.

Van brainstorm naar maatregelenpakketten

Bij aanvang van de quick scan is tijdens een brainstormsessie een groot aantal maatregelen geformuleerd. Vervolgens zijn deze maatregelen kwalitatief geanalyseerd op basis van systeem- en gebiedskenmerken en het huidige overstromingspatroon. Een groot deel kon als weinig kansrijk worden beschouwd. Een aantal heeft niet het gewenste effect; een ander deel is technisch of financieel (vooralsnog) niet haalbaar. De kansrijke maatregelen zijn met het Randstadmodel³⁾ gesimuleerd om de effecten op de overstromingsschade inzichtelijk te maken. Het Randstadmodel is een bestaand 1D/2D-model van dijkkring 14, 15 en 44. Alle primaire wateren en boezemsystemen zijn hierin ééndimensionaal gemodelleerd. Het hoogtemodel is een gecorrigeerd grid van 100 bij 100 meter, gebaseerd op het Actueel

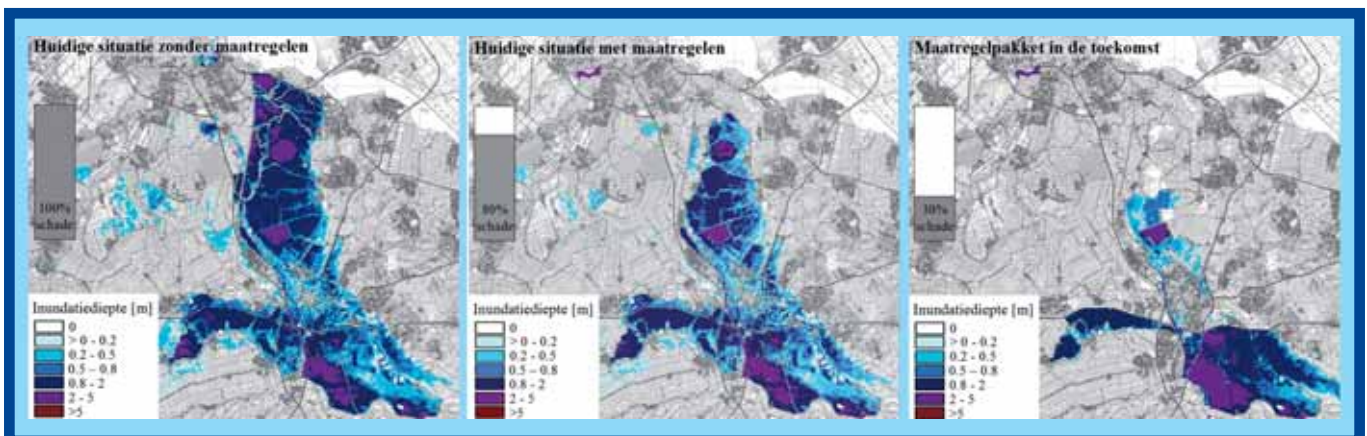
Hoogtebestand Nederland. Het belang van de kwaliteit van het 2D-model bleek bij de modellering van de maatregelen⁴⁾. Om meer nauwkeurige overstromingspatronen te krijgen, was het nodig om de waterkering langs het Amsterdam-Rijnkanaal verbeterd in het model op te nemen.

Om de effectiviteit van de maatregelen te kunnen vergelijken, is in alle simulaties uitgegaan van een doorbraak bij Wijk bij Duurstede (zie kader). De gevolgen van een doorbraak zijn afhankelijk van de locatie. Bij Wijk bij Duurstede kan de potentie van maatregelen goed worden bepaald.

Het resultaat van de modelberekeningen is in het hoogwaterinformatiesysteem SSM¹⁾ ingevoerd om de schade te kunnen bepalen. Slachtoffers zijn grotendeels buiten beschouwing gelaten, omdat wordt uitgegaan van preventieve evacuatie bij een overstroming.

Bij het kiezen van de maatregelen is in eerste instantie de nadruk gelegd op haalbare maatregelen die op korte termijn kunnen worden ingezet. Dit zijn maatregelen die bij voorkeur geen grote investeringen vragen

Afb. 3: Het overstromingspatroon in de huidige situatie (links), met het maatregelenpakket voor de korte termijn (midden) en de toekomst (rechts). In iedere figuur is de schadereductie als gevolg van de maatregelen gegeven.



doorbraaklocatie:	Wijk bij Duurstede
hoogwatersituatie:	Rijnafvoer van 1/2000 jaar
instroomvolume:	1 miljard m ³
maximaal instroomdebiet:	1.500 m ³ /s
gemiddelde afvoer naar Noordzee:	400 m ³ /s
overstroomd oppervlak:	600 miljoen m ²
schade:	11 miljard euro

door gebruik te maken van het bestaande systeem. De kansrijke maatregelen uit deze categorie vormen samen een maatregelenpakket voor de huidige situatie. Naast deze maatregelen voor de korte termijn is ook gekeken naar een toekomstig maatregelenpakket: een aantal meer ingrijpende maatregelen waarmee de ruimtelijk kenmerken van de dijkkring in de toekomst goed kunnen worden benut om de overstromingsgevolgen te beperken.

Gebruikmaken van de huidige mogelijkheden

Een zeer effectieve maatregel om de gevolgen van een overstroming te beperken is het snel afvoeren van zoveel mogelijk water. Dijkkring 44 biedt hiervoor grote mogelijkheden door de aanwezigheid van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal dat verbonden is met de Noordzee en het Markermeer.

In de huidige situatie stroomt een deel van het ingestroomde debiet al via het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal naar de Noordzee. Door het sluzencomplex bij IJmuiden optimaal te gebruiken en de sluzen langs het Markermeer in te zetten, kan deze afvoer aanzienlijk worden vergroot. In afbeelding 2 is de totale afvoer getoond voor de huidige situatie en de situatie waarin de afvoer is vergroot. De afvoer is minder afhankelijk van het getij, waardoor de gemiddelde afvoer met bijna 50 procent toeneemt van 10.000 naar 15.000 kubieke meter per dag. Bij grotere debieten dan 15.000 kubieke meter per dag wordt de hydraulische capaciteit van het Amsterdam-Rijnkanaal een beperkende factor.

Een tweede maatregel die op de korte termijn kan worden toegepast, is het afsluiten van de met het Amsterdam-Rijnkanaal verbonden watergangen ten westen van dijkkring 44. Deze watergangen stromen vol als gevolg van de grote hoeveelheid water die door het Amsterdam-Rijnkanaal stroomt, maar kunnen deze hoeveelheid water vervolgens niet verwerken vanwege beperkende dimensies. Dit resulteert in inundaties langs de boezemwateren die eenvoudig kunnen worden voorkomen door de watergangen af te sluiten.

Deze twee maatregelen samen, vergroten van de afvoer van het Amsterdam-Rijnkanaal en het afsluiten van de regionale watergangen ten westen van dit kanaal, kunnen op korte termijn worden uitgevoerd. Het overstromde oppervlak vermindert hierdoor sterk (zie afbeelding 3) en de schade daalt met 20 procent tot negen miljard euro.

Gebruikmaken van ontwikkelingen in de toekomst

Op de langere termijn zijn er veel mogelijkheden om de gevolgen van een overstroming te beperken. Een voorbeeld hiervan is het sturen van water door middel van de ruimtelijke ordening, zoals het beschermen van stedelijk gebied door een verhoogde weg. Een ander voorbeeld is het aanleggen van een bergingsgebied. In regionale systemen zijn dit vaak kansrijke schadereducerende maatregelen. Bij een doorbraak van de primaire kering is de hoeveelheid water die moet worden gestuurd of geborgen, vele malen groter. Dit maakt deze maatregelen minder eenvoudig uitvoerbaar en inpasbaar.

Een mogelijkheid die in de quick scan is onderzocht, is berging in minder kwetsbaar gebied. In dijkkring 44 is hiervoor geen ruimte; in de naastgelegen dijkringen wel. Het gebied in dijkkring 14 direct langs het Amsterdam-Rijnkanaal (locatie A in afbeelding 1) is economisch minder waardevol en minder dicht bevolkt dan de stad Utrecht, die door het tijdelijk bergen van water in dijkkring 14 wellicht (langer) droog zou blijven. Direct ten westen van het Amsterdam-Rijnkanaal lopen echter parallel aan het kanaal een autosnelweg, een spoorbaan en een regionale kering die het water tegenhouden als het dijkkring 14 in probeert te stromen. Het gevolg is dat het debiet dat naar dijkkring 14 stroomt, zeer beperkt blijft en de inundatie van dijkkring 44 nauwelijks afneemt.

Dat maatwerk van groot belang is, blijkt uit deze in eerste instantie kansrijk ogende maatregel die door de ruimtelijke kenmerken van het gebied niet bleek te werken. Er zijn altijd mogelijkheden voor fysieke maatregelen, maar dit vereist creativiteit, standaardoplossingen volstaan veelal niet. Voor dijkkring 44 zijn drie maatregelen gedefinieerd die, gebruikmakend van de ruimtelijke kenmerken, de gevolgen van een overstroming in de toekomst sterk kunnen verminderen. De meest effectieve maatregel is het vergroten van de capaciteit van het

Amsterdam-Rijnkanaal door een combinatie van het verdiepen van het kanaal, het verhogen van de keringen en het verwijderen van het sluisseiland in het kanaal bij Zeeburg/Nieuwe Diep. De afvoer door het Amsterdam Rijnkanaal bij een doorbraak van de Nederrijn/Lek wordt hiermee vergroot naar 18.000 kubieke meter per dag, waardoor het overstromde oppervlak nog verder afneemt.

De tweede maatregel is het compartimenteren van het gebied met de A12 en A27 rond de doorbraak (zie afbeelding 1). Hierdoor wordt de overstroming zo lang mogelijk vastgehouden in het gebied dat hoe dan ook overstromt. Ook hierdoor neemt het overstromde oppervlak af. Daarnaast duurt het meer dan een dag langer voor het water de stad Utrecht bereikt, waardoor meer tijd beschikbaar is om mensen te evacueren. De laatste maatregel is de berging van water in het economisch minder waardevolle gebied ten westen van Nieuwegein via een corridor tussen de A12 en Nieuwegein. Ze zorgt voor een aftopping van de afvoergolf in het Amsterdam-Rijnkanaal.

Deze drie maatregelen samen vormen een toekomstige variant waarbij het fysieke systeem zo is ingericht dat expliciet rekening wordt gehouden met overstromingen. Dit scenario reduceert de schade tot 3,4 miljard euro: een vermindering van 70 procent in vergelijking met de huidige situatie (zie afbeelding 3). Niet alleen de economische gevolgen worden beperkt; de maatregelen dragen ook bij aan het creëren van meer tijd om mensen te kunnen evacueren. Daarnaast kan het aantal getroffen huishoudens en de geïnundeerde vitale infrastructuur sterk worden gereduceerd, wat zorgt voor een geringere maatschappelijke impact. En mochten niet alle mensen zijn geëvacueerd, dan leidt dit scenario toch tot (aanzienlijk) minder slachtoffers.

De maatregelen in het toekomstige pakket zijn over het algemeen niet eenvoudig te implementeren. Voor het verdiepen van het Amsterdam-Rijnkanaal is het bijvoorbeeld de vraag of dit technisch kan in verband met de stabiliteit van de damwanden. Deze maatregelen zijn daarom ook voor de lange termijn uitgedacht en geven een denkrichting aan. Een grote kans voor de waterveiligheid op de lange termijn is namelijk het meeliften met toekomstige (RO-)ontwikkelingen. Er zijn bijvoorbeeld plannen om de damwanden van het Amsterdam-Rijnkanaal te vervangen en de keringen deels te verbeteren. Voor het vergroten van de hydraulische capaciteit van het Amsterdam-Rijnkanaal kan hierbij worden aangesloten. Hierdoor kunnen de kosten dalen en de overlast verminderen.

Het is van belang om bij ontwikkelingen in de ruimtelijke ordening te toetsen of het overstromingsrisico niet substantieel toeneemt door de ingreep en anders deze toename te compenseren. Vanuit waterveiligheidsoogpunt zou het wenselijk zijn als bij iedere (ruimtelijke) ontwikkeling wordt stilgestaan bij de vraag: hoe kan de ontwik-

keling bijdragen aan de vermindering van het overstromingsrisico? Met een kleine aanpassing van een ruimtelijk plan kan een grote slag worden geslagen voor de beperking van de overstromingsgevolgen.

Conclusie

De belangrijkste conclusie is dat fysieke gevolgbeperkende maatregelen een bovenverwachting grote schadereductie kunnen realiseren. Vanwege de grote hoeveelheid water die een dijkkring binnenstroomt, is het niet eenvoudig om fysieke maatregelen te ontwerpen die een voldoende grote impact hebben én haalbaar zijn. Toch zijn verschillende typen maatregelen globaal uitgewerkt die de overstromingschade met 20 tot 70 procent kunnen reduceren. Daarnaast was de quick scan nuttig om maatregelen te toetsen die in eerste instantie kansrijk lijken, maar in dijkkring 44 geen (realistische) bijdrage kunnen leveren aan het beperken van de overstromingsgevolgen. Van essentieel belang bij het ontwerpen van gevolgbeperkende maatregelen zijn de ruimtelijke kenmerken van een gebied. In dijkkring 44 is het Amsterdam-Rijnkanaal een gebiedspecifiek element met grote mogelijkheden voor gevolgbeperking. De aanwezige spoor-, auto- en waterwegen parallel aan het Amsterdam-Rijnkanaal maken het bergen van water in dijkkring 14 juist een minder interessante maatregel. Door in de toekomst mee te koppelen met geplande ruimtelijke ontwikkelingen vanuit het oogpunt van waterveiligheid, kan de ruimtelijke ordening op termijn zo worden ingevuld dat het een bijdrage levert aan het beperken van overstromingsgevolgen.

Met de quick scan zijn de kansen van gevolgbeperking in een kort tijdsbestek inzichtelijk gemaakt voor dijkkring 44. De maatregelen die kansrijk zijn, zijn net als de ruimtelijke kenmerken voor iedere dijkkring anders. Deze creatieve, gebiedsgerichte aanpak resulteert in voor de handliggende én verrassende fysieke maatregelen die de gevolgen van een overstroming sterk kunnen reduceren.

LITERATUUR

- 1) Groot Zwaaftink M. en M. Dijkman (2007). HIS-Schade en Slachtoffers Module versie 2.4, gebruikershandleiding. Geodan.
- 2) Spijker M., J. Zeeberg, J. de Graaf en J. Stoop (2009). Gebiedsgerichte aanpak noodzakelijk voor waterveiligheid. H₂O nr. 4, pag. 33-36.
- 3) HKV Lijn in water (2007). Overstromingsberekeningen voor rampenbestrijdingsplannen dijkkringgebieden 14, 15 en 44. Provincies Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland.
- 4) Zantvoort M., F. van Kruijningen, N. ten Heggeler en M. Spijker (2008). 2D-modelleren waardevol voor regionaal waterbeheer. H₂O nr. 13, pag. 41-44.