



Erik de Bruine, Witteveen+Bos

Annika Hesselink, RWS Waterdienst

Bas Jonkman, TU Delft / RWS Waterdienst

# Kansen voor compartimentering in de Randstad

**De Randstad is kwetsbaar in het geval van overstromingen. Het huidige veiligheidsbeleid heeft zich met name geconcentreerd op het voorkomen van overstromingen door de bouw van stevige dijken en waterkeringen. Maar wat als het dan toch een keer mis gaat? In dat geval kan compartimentering van het achterland ervoor zorgen dat het gebied dat overstromt, beperkt blijft. Vooral het toepassen van kleine compartimenten langs de primaire waterkeringen is kansrijk en voorkomt veel economische schade.**

Nederland is wereldwijd bekend om zijn strijd tegen het (hoge) water. We houden ons land droog door de aanleg van waterkeringen en dijken in combinatie met een uitgebreid bemalingssysteem. Dit is nog altijd het belangrijkste uitgangspunt van ons veiligheidsbeleid tegen overstromingen (kabinetsstandpunt Rampenbeheersing Overstromingen). Langzaam verschuift de aandacht echter van bescherming door waterkeringen naar het minimaliseren van de gevolgen van een potentiële overstroming. De natuur is immers onvoorspelbaar. Er is altijd een restrisico, omdat onze dijken geen 100 procent garantie bieden voor droge voeten. Maatregelen om de gevolgen van een overstroming te beperken, zijn bijvoorbeeld goed voorbereide en geoefende evacuatieplannen of rekening houden met een overstroming bij de bouw van woningen: drijvende woningen of bouwen op terpen. Maar ook de aanleg van compartimenteringsdijken kan uitkomst bieden<sup>1,2)</sup>. Het toepassen van compartimentering heeft ook bestuurlijk een groeiende aandacht. Zo is in het kabinetsstandpunt Rampenbeheersing een landsdekkende studie aangekondigd naar compartimentering. Deze studie is inmiddels begonnen. Binnen dit project wordt een deelstudie voor het dijkringgebied Centraal Holland (dijkring 14) uitgevoerd. De resultaten van het in dit artikel beschreven onderzoek<sup>3)</sup> hebben ook betrekking op Centraal Holland en kunnen worden benut voor de landelijke studie.

Compartimentering is een concept dat eigenlijk al wordt toegepast in Nederland. Het gebied langs de kust en de grote rivieren is verdeeld in iets meer dan 50 dijkringgebieden die ieder geheel door een primaire

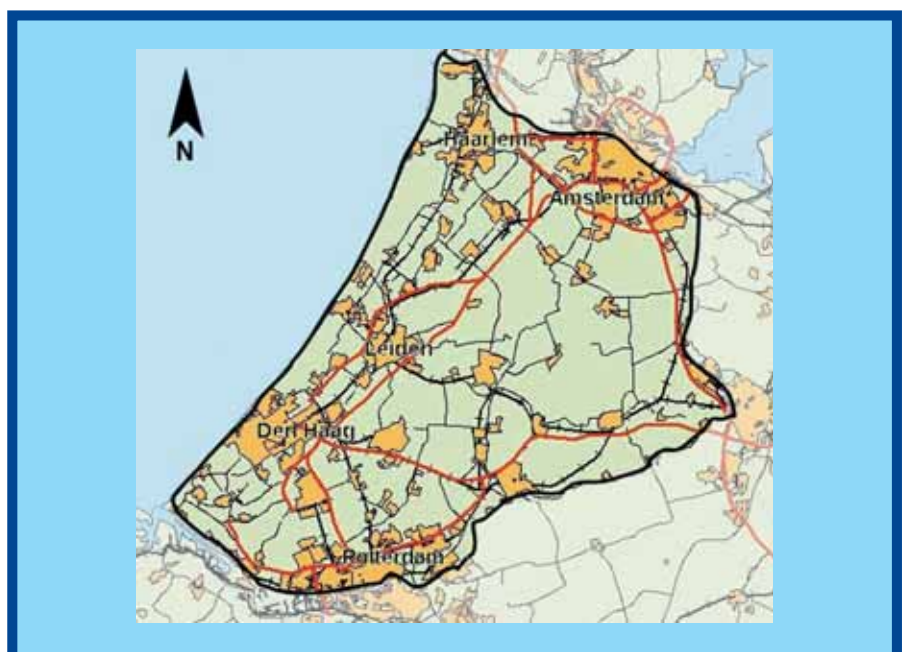
waterkering omringd zijn. Als een dijk langs één van de rivieren of zee bezwijkt, zal slechts één van de dijkringgebieden overstromen. Hierdoor blijft de schade beperkt tot slechts dat ene gebied (mits de dijk op slechts die locatie doorbreekt). De huidige dijkringgebieden zijn in sommige gevallen echter zo groot dat de schade bij een overstroming alsnog aanzienlijk kan zijn. Zo omvat dijkringgebied 14 een groot deel van de Randstad, waaronder Den Haag, het noorden van Rotterdam en het zuiden van Amsterdam (zie afbeelding 1). Uit modelberekeningen volgt overigens dat zelfs bij zeer extreme omstandigheden niet het gehele

dijkringgebied onder water zal komen te staan. Daarnaast loopt langs de Oude Rijn, op de lijn Leiden-Utrecht, een natuurlijke barrière die voorkomt dat water van noord naar zuid stroomt en andersom. Maar ook als slechts een deel van dit gebied overstromt, zijn de gevolgen zeer groot: nergens in Nederland wonen zoveel mensen en is zoveel economische waarde geconcentreerd als in de Randstad.

## Aanpak

Door modelonderzoek zijn de mogelijkheden voor een verdere compartimentering van dijkringgebied 14 onderzocht. Het gebied wordt hierbij opgedeeld in veel meer

Afb. 1: Dijkringgebied 14.



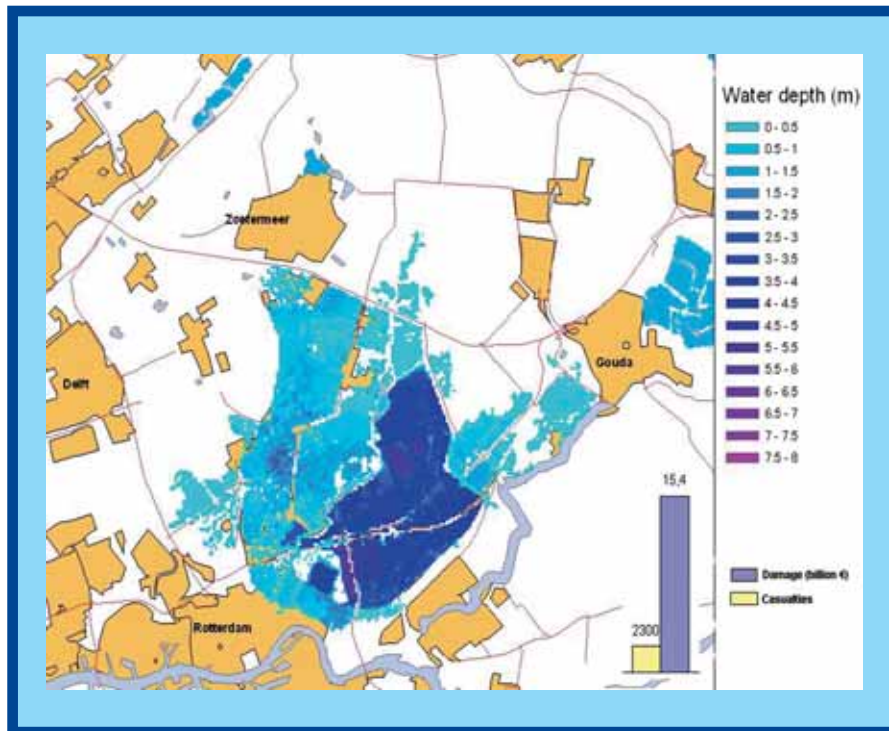
kleinere compartimenten door de aanleg van dijken in het gebied. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van al bestaande dijken en andere verhogingen in het landschap, zoals (spoor)wegen en slaperdijken. Het is onbekend of al deze verhogingen in het landschap bestand zullen zijn tegen de waterdruk. Spoorwegen en wegen zijn niet ontworpen om water te keren en oude dijken zijn al tijden niet meer getoetst aan de normen. Ook zijn deze verhogingen in het landschap doorsneden met tunnels en viaducten. Het sluiten van deze gaten is kostbaar indien het een permanente afsluiting betreft, bijvoorbeeld door het weghalen van tunnels. Als de gaten met een tijdelijke constructie worden afgesloten door noodkeringen, is het de vraag of al deze keringen tijdig sluiten. In welke mate het haalbaar is om de genoemde verhogingen in het landschap waterdicht te maken, zal in vervolgstudies verder onderzocht moeten worden.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van het basismodel van de dijkkring, zoals deze is opgesteld in het project 'Veiligheid Nederland in Kaart' door Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (sinds kort Waterdienst). Dit is een model waarmee overstromingen tweedimensionaal berekend kunnen worden. Vervolgens zijn de maatgevende waterhoogten in de Maas en Noordzee bepaald voor verschillende combinaties van factoren: de rivierafvoeren, een storm op zee en het al dan niet sluiten van de Deltawerken. De overstromingsberekeningen geven per tijdstap de stroomsnelheden en waterstanden weer. Deze informatie kan weer worden gebruikt om het aantal slachtoffers en de hoeveelheid schade te berekenen. Hiervoor is gebruik gemaakt van een speciaal door RWS-DWW ontwikkeld programma dat door middel van rekenregels de schade en slachtoffers berekent (het Hoogwater Informatie Systeem, Schade- en Slachtoffermodule). Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de stroomsnelheid en de waterdiepte, maar ook naar de stijgsnelheid van het water. Mensen kunnen namelijk verrast worden door het water en verdrinken als er niet genoeg tijd is om zichzelf nog in veiligheid te brengen binnen het gebied. Met evacuatie naar buiten het gebied is in de studie geen rekening gehouden: in de simulaties is sprake van een zeer plotselinge overstroming.

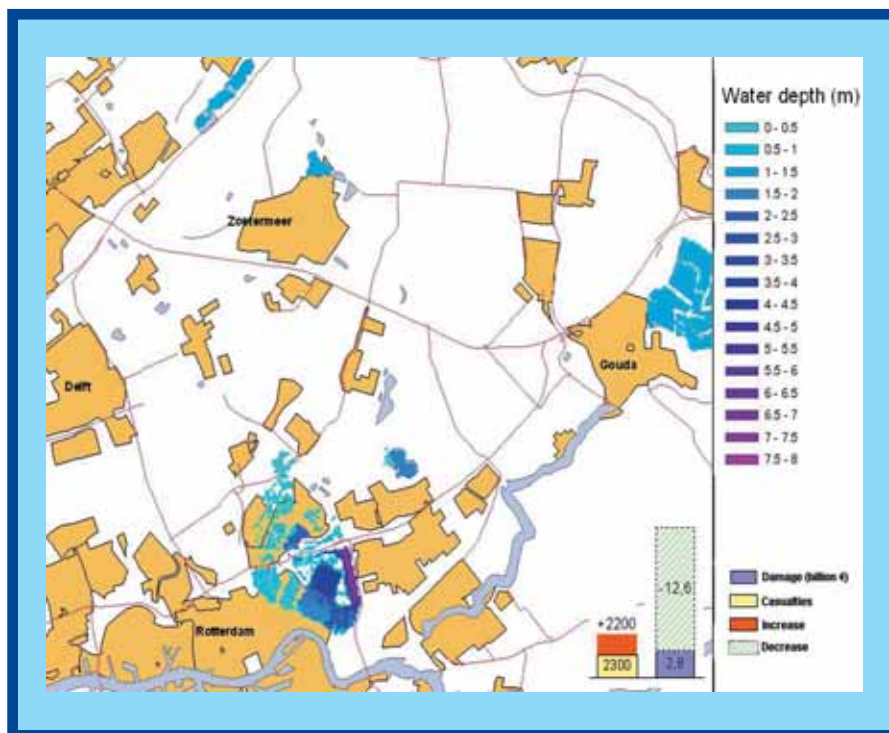
Voor vier verschillende dijkdoorbraaklocaties en 15 inrichtingsvarianten van het dijkkringgebied zijn overstromingsberekeningen gemaakt. Deze zijn in te delen in compartimenteringsommen waarbij het water wordt vastgehouden in de verschillende compartimenten en sommen waarbij het water juist niet wordt vastgehouden maar geleid wordt naar een locatie waar minder schade kan worden aangericht.

### Compartimenteren

Bij compartimenteren is het zaak om de juiste afmeting van het compartiment te bepalen. Is deze te groot, dan zal het compartiment weinig effect hebben. Is deze te klein, dan zal het water bij een



Afb. 2: Waterdiepten na tien dagen bij een dijkdoorbraak bij de Maasboulevard in de huidige situatie.

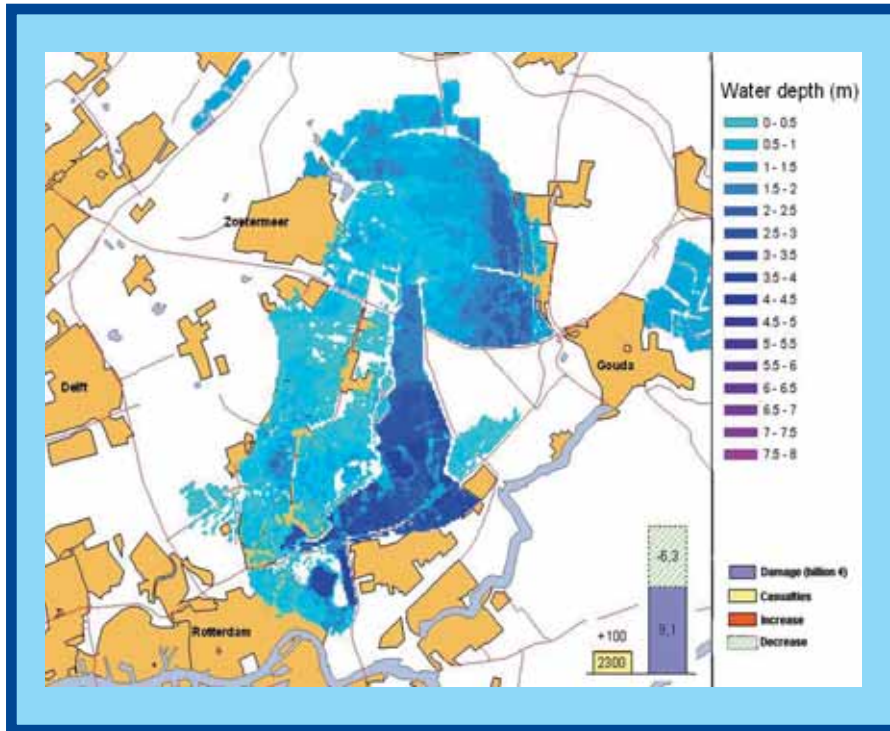


Afb. 3: Waterdiepten na tien dagen bij een dijkdoorbraak bij de Maasboulevard bij toepassing van een compartiment.

overstroming zeer snel stijgen en zullen in een dichtbevolkt gebied veel mensen verrast worden door het snel stijgende water en omkomen. Diverse vormen en afmetingen zijn getest in de studie. Een resultaat van de studie is dat een compartiment van ongeveer 10 km<sup>2</sup> hierbij het hydraulische optimum lijkt voor een grootschalige overstroming in dijkkringgebied 14. Cruciaal is de bevolkingsdichtheid van het beoogde compartiment. Dit blijkt uit het volgende voorbeeld: een dijkdoorbraak bij de Maasboulevard in Rotterdam bij waterstanden die eens in de 10.000 jaar voorkomen. Afbeelding 2 laat de

overstroming zien in de huidige situatie en in afbeelding 3 indien er een compartiment van ongeveer 10 km<sup>2</sup> direct aan de Maasboulevard ligt. De schade in de huidige situatie wordt geraamd op 15,4 miljard euro. Indien een compartiment van ongeveer 10 km<sup>2</sup> aanwezig is, wordt de schade gereduceerd tot 2,8 miljard euro. Het aantal verwachte slachtoffers in de huidige situatie bedraagt 2.300, terwijl dat bij toepassing van het compartiment zal stijgen naar 4.500.

Daarnaast blijkt dat het gunstig is om het water vlak bij de rivier of zee in een compar-



Afb. 4: Waterdiepten na tien dagen met toepassing 'leiden van water'.

timent te bergen, omdat het droogmaken van het gebied eenvoudiger is. Het volume water dat moet worden weggepompt, is beperkt doordat slechts één compartiment overstroomt. Een deel van het water kan weer vrij terugstromen naar de rivier of zee door het dijkdoorbraakgat of door het bewust doorsteken van de dijk als het waterniveau buitendijks weer gezakt is. Het water is dan namelijk nog niet afgestroomd naar de diepste delen van het dijkkringgebied. En het water dat teruggesloopt moet worden, bevindt zich al dicht bij de rivier of zee waarnaar het terug moet stromen.

### Leiden van water

Naast compartimentering kunnen waterkeringen ook gebruikt worden om het overstromingswater te leiden naar gebieden met minder inwoners en economische waarde. Dit kan worden bereikt door het weghalen van barrières voor het water. Hierdoor zal het water het achterland sneller bereiken. Het water zal sneller stromen, maar minder snel stijgen omdat het zich over een groter oppervlak verspreidt. Bij deze strategie blijft de veroorzaakte schade vaak ongeveer gelijk ten opzichte van de oorspronkelijke situatie: het beïnvloede gebied is weliswaar groter, maar de schade per overstromde km<sup>2</sup> is lager omdat het water lager staat. Alleen als voorkomen kan worden dat een klein maar zeer waardevol gebied niet overstroomt, wordt de totale schade gereduceerd. In dat geval blijven de 'afgewentelde' hoeveelheden water beperkt en zal de schade elders niet veel toenemen. Opvallend bij deze strategie is dat het aantal slachtoffers nauwelijks toefneemt door hogere stroomsnelheden. Fatale stroomsnelheden treden vrijwel alleen op bij de doorbraaklocatie en niet in het achterland.

Deze strategie is vooral waardevol bij een klein gebied met veel inwoners vlak bij

de dijk, waar het water snel dreigt te gaan stijgen bij een dijkdoorbraak. Door barrières in de polder weg te nemen, kan het water snel wegstromen van het dichtbevolkte gebied naar het achterland. Hierdoor neemt de schade en het aantal slachtoffers in het dichtbevolkte gebied af, omdat het water hier minder snel minder hoog komt te staan. Dit blijkt uit het voorbeeld getoond in afbeelding 4. Hierbij zijn de A16 en A20 bij Rotterdam en de A12 bij Gouda waterdicht gemaakt en zijn drie aanwezige barrières verwijderd. In dit overstromingsscenario blijft Rotterdam Alexanderpolder daardoor droog en wordt 6,2 miljard euro aan economische schade voorkomen. Het aantal slachtoffers neemt toe met 100, doordat er nu ook slachtoffers vallen in het gebied ten oosten van Zoetermeer door een grote waterdiepte in diepe delen van de polder. Het aantal slachtoffers in Rotterdam door een hoge stijgsnelheid van het water neemt af.

### Conclusies

Compartimentering van het achterland is een maatregel met potentie. Vooral de toepassing van kleine compartimenten nabij de primaire dijken kan veel economische schade voorkomen, doordat een veel kleiner gebied overstroomt. Daarnaast zal de opgave om het overstromde gebied weer droog te maken kleiner zijn. Het toepassen van kleine compartimenten in dichtbevolkte gebieden kan in sommige situaties echter ook leiden tot een toename van het aantal slachtoffers door de hogere stijgsnelheid van het water. Locatiegebonden inzet van de maatregel compartimenteren is daarom erg belangrijk. Het leiden van overstromingswater door waterkeringen en/of door het wegnemen van barrières in de polder kan leiden tot minder slachtoffers en lagere schade. Het water zal minder snel stijgen, maar zich wel snel over een groter gebied verspreiden. Hierdoor kan een grotere groep inwoners

verrast worden door het water. Deze strategie heeft daarom alleen een positief resultaat indien voorkomen kan worden dat een dichtbevolkt gebied met een hoge economische waarde niet overstroomt.

De studie heeft meer inzicht verschaft in de hydraulische effecten van compartimenteren en het leiden van water. Beide strategieën hebben zowel een positieve als een negatieve uitwerking op de gevolgen van een overstroming. Voor de toepassing ervan zal een groot aantal overstromings-scenario's doorgerekend moeten worden om een gebiedsgerichte conclusie te kunnen trekken. De precieze locatie en grootte van een dijkdoorbraak heeft namelijk een grote invloed op het overstromingspatroon en daarmee ook op de te nemen maatregelen. De nationale en lokale overheid kunnen door verder onderzoek een optimalisatie van compartimenteringstrategieën mogelijk maken en daarmee de veiligheid tegen overstromingen vergroten.

### LITERATUUR

- 1) De Koning R. en F. Alberts (2006). Compartimentering om de gevolgen van rampen te beperken. Landwerk nr. 6.
- 2) Oost J. en A. Hoekstra. (2007). Schadereductie door verschillende compartimenteringsstrategieën in een dijkkringgebied. H<sub>2</sub>O nr. 16, pag. 44-47.
- 3) De Bruine E. (2006). The influence of compartmentalisation on flooding in Central Holland. MSc-thesis TU Delft en RWS-RIZA.