



Arnoud Keizer, Universiteit Twente / HydroLogic  
Maarten Spijker, HydroLogic  
Arjen Hoekstra, Universiteit Twente  
Martijn Booi, Universiteit Twente

# Leidraad beperking schade na doorbraak regionale waterkeringen

**Integraal waterveiligheidsbeleid bestaat enerzijds uit het voorkomen van dijkdoorbraken en anderzijds uit het zoveel mogelijk beperken van de nadelige gevolgen als een dijk onverhoopt faalt. Voor het beperken van de gevolgen van een doorgebroken regionale waterkering zijn uit de verschillende schakels van de veiligheidsketen diverse (combinaties van) maatregelen mogelijk. Om tot een kansrijke voorselectie van maatregelen te kunnen komen, is door HydroLogic en de Universiteit Twente een leidraad opgesteld. Hiermee kunnen op basis van gebiedskenmerken de meest kansrijke schadebeperkende maatregelen worden geselecteerd. Dan zijn schadereducties tot 70 procent mogelijk.**

**B**eveiliging tegen overstromingen lijkt door velen te worden beschouwd als een zaak van primaire waterkeringen. Hiermee wordt het belang van de regionale keringen onderschat. De doorbraak in Wilnis (2003)

heeft de aandacht voor regionale waterkeringen doen toenemen. Mede naar aanleiding hiervan hebben provincies, in samenspraak met de waterschappen, normen opgesteld waarin eisen worden gesteld aan de hoogte en de stabiliteit van

de keringen. Hierbij ligt de nadruk op het voorkomen van overstromingen. Daarnaast wordt steeds meer onderkend dat ook de beperking van gevolgen een integraal onderdeel moet vormen van een zorgvuldig waterveiligheidsbeleid. Verschillende

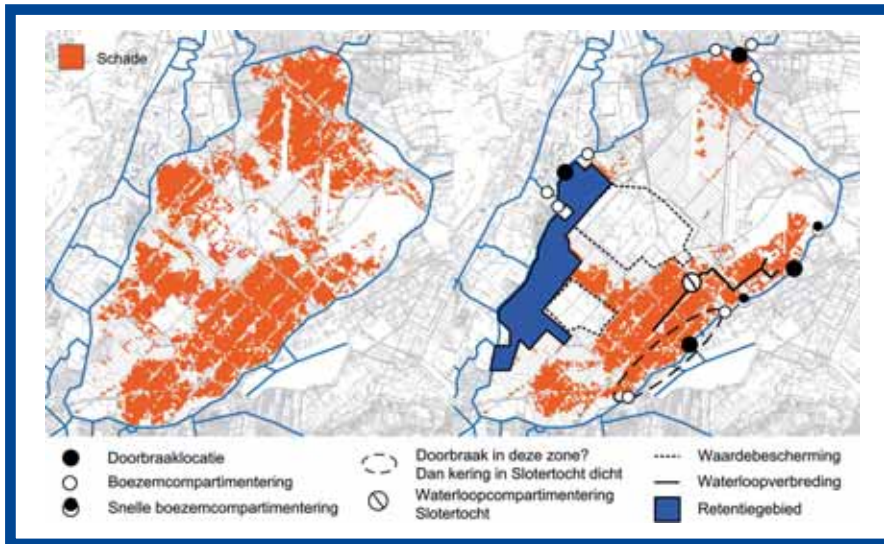
## Gouda/Boskoop

De polder Gouda/Boskoop ligt ten noorden van Gouda en omvat ook een deel van het centrum van de stad. Het maakt onderdeel uit van het beheergebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland en bestaat uit ontgonnen en onontgonnen veengronden. Het gebied is sterk onderhevig aan bodemdaling en wordt doorkruist door de A12. In het gebied Gouda/Boskoop is het landgebruik hoofdzakelijk onder te verdelen in stedelijk gebied, landbouw en oppervlaktewater. Het stedelijk gebied vormt een compact gebied, vooral wat Gouda betreft. Vanwege het streven naar gevolgbeperving, moeten vooral overstromingen van relatief hoogwaardige vormen van landgebruik worden voorkomen, zoals het stedelijk gebied. Deze gebieden kunnen worden ontzien door het water te sturen richting gebieden waar het de minste schade veroorzaakt.

Het gebied met grasland en oppervlaktewater is bijzonder geschikt om water te bergen ten gunste van bijvoorbeeld het stedelijk gebied bij Gouda. Voor wat het watersysteem betreft vallen vooral de Reeuwijkse Plassen op. Dit is een groot oppervlak dat ingezet kan worden als retentiegebied. Waterberging op de Reeuwijkse plassen levert geen schade op. De hoogteligging analyserend valt de ligging van de Middelburg en Tempel (MT)-polder op. Deze polder, ongeveer 600 hectare groot met vooral landbouw, ligt erg diep. Uit enkele overstromingsberekeningen van de huidige situatie blijkt dat het water vooral

vanuit noordelijke en westelijke doorbraken vanzelf al de MT-polder instroomt. Ontwikkelingen in het landgebruik sturen al aan op gebruik van (een deel van) de polder als zone voor piek- en seizoensberging. Een koppeling met een calamiteitenberging lijkt hier mogelijk. Hierbij is het wel van belang de aanwezige bebouwing voldoende te beschermen. Verder valt op dat niet in alle gevallen de maximaal mogelijke waterdiepte in de MT-polder bereikt wordt. De bergingscapaciteit wordt in de huidige situatie dus nog niet volledig benut. Om dit te verbeteren kan het sturen van water naar de MT-polder daarom nuttig zijn. Ook uit schadeberekeningen van de huidige situatie blijkt dat - hoewel het gebied in veel van de gevallen overstroomt - relatief gezien weinig schade in de MT-polder optreedt. Wel zal voor deze maatregel als voorwaarde worden gesteld dat de aanwezige bebouwing in de polder (Reeuwijk Dorp en Tempel) aanvullend tegen overstromingen moet worden beschermd, bijvoorbeeld door het aanleggen van kaden rond deze kernen.

Op grond van bovenstaande (vereenvoudigde) toepassing van de leidraad is aannemelijk te maken dat calamiteitenberging in het aan te wijzen retentiegebied MT-polder en op de Reeuwijkse Plassen een kansrijke maatregel is. Uit modellering blijkt dat afhankelijk van de doorbraaklocatie met de gekozen maatregel circa 30 procent schadevermindering mogelijk is.



Afb. 1: a) Huidig schadebeeld voor de Haarlemmermeer als gevolg van vier boezemdijkdoorbraken, b) Ruimtelijke verdeling van de overstromingsschade bij dezelfde doorbraken na implementatie van het ontwikkelde maatregelenpakket.

oorzaken kunnen er immers toe leiden dat een regionale kering ondanks de gestelde normen toch bezwijkt.

Bij een doorbraak van regionale waterkeringen is het aantal slachtoffers in de grotere polders over het algemeen beperkt en bestaat het gevolg vooral uit economische schade. Voor het beperken van deze schade komen vele (combinaties en varianten van) maatregelen uit verschillende schakels van de veiligheidsketen in aanmerking. Om te voorkomen dat al deze varianten moeten worden onderzocht, is een leidraad ontwikkeld waarmee op slagvaardige wijze overstromingsschade kan worden beperkt. Het doel van deze leidraad is om binnen de uitputtende lijst aan maatregelen een voorselectie van kansrijke maatregelen te maken. Hiervoor is per gebied maatwerk vereist. Door toepassing van de leidraad blijft een kleinere selectie van veelbelovende maatregelen over, die vervolgens met modelsimulaties nader kan worden onderzocht op effectiviteit.

### Methodiek

In de eerste fase van het onderzoek zijn

fysieke gevolgbeperkende maatregelen en de effecten daarvan op de schade geïnventariseerd. Een voorbeeld van een dergelijke maatregel is gebiedscompartimentering, die erop is gericht om de overstroming in een beperkt deel van het gebied te concentreren. Bij de inventarisatie is gebruik gemaakt van theoretische veronderstellingen en resultaten uit eerder praktijkonderzoek<sup>1)</sup>. Het onderzoek heeft zich vooral gericht op fysieke schadebeperkende maatregelen binnen de schakels preventie en repressie van de veiligheidsketen<sup>2)</sup>. Maatregelen die erop gericht zijn om de kans van doorbraak van waterkeringen te verkleinen, zijn in dit onderzoek niet meegenomen.

De tweede fase van het onderzoek richtte zich op een tweetal studies. Als basis voor het opstellen van de leidraad is gekozen voor de Haarlemmermeer, een droogmakerij in het beheergebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Enerzijds vanwege de aanwezigheid van economisch hoogwaardige elementen (onder andere Schiphol), anderzijds is het een dynamisch en interessant gebied met verschillende geplande ontwikkelingen, die ook de

De Haarlemmermeerboezem nabij Weteringbrug (foto: Sjouke Aukema).



overstromingsrisico's beïnvloeden. Ten eerste is voor deze polder met Sobek 1D2D en de HIS Schade- en Slachtoffer Module<sup>3)</sup> de schade voor verschillende doorbraken in de huidige situatie zonder maatregelen berekend.

De leidraad waarmee effectieve maatregelen kunnen worden geselecteerd, is gericht op het verminderen van deze schade. Het gebruikte Sobek-model is eerder vervaardigd bij de ontwikkeling van een Calamiteiten-InformatieSysteem voor het Hoogheemraadschap van Rijnland<sup>4)</sup>. Voor een betrouwbare simulatie van het overstromingsverloop is bij de modellering een gecorrigeerd hoogtemodel gebruikt<sup>5)</sup>. Uit de berekeningen volgt een schade van maximaal 600 miljoen euro per boezemkadedoorbraak.

Aan het HIS-model liggen een aantal belangrijke aannamen en beperkingen ten grondslag. De inmiddels verouderde gegevens die in het schademodel opgenomen zijn (onder andere CBS-gegevens over het bodemgebruik in 2000), brengen in combinatie met het niet meenemen van schoonmaak- en herstelkosten een mogelijk substantiële onderschatting van de schade met zich mee. Het vergelijken van maatregelen op basis van schadebeperking is evenwel mogelijk, als wordt aangenomen dat in elke berekening min of meer dezelfde fout is inbegrepen.

Na het in de huidige situatie bepalen van de schade als gevolg van dijkdoorbraken is vervolgens het effect van maatregelen bepaald. Als uitgangspunt hiervoor zijn verschillende doorbraaklocaties in de Haarlemmermeerboezem gekozen. Als hulpmiddel is de Richtlijn Normering Compartimenteringskeringen gebruikt<sup>6)</sup>. Het overstromingspatroon en de schade zijn immers sterk afhankelijk van de specifieke doorbraaklocatie. Het is van belang om inzichtelijk te krijgen of potentiële maatregelen voor verschillende doorbraaklocaties effectief zijn in het verminderen van de schade.

Op basis van de effecten van afzonderlijke maatregelen (schadevermindering) is vervolgens een combinatie van maatregelen geselecteerd. Doel hiervan was om te analyseren hoe de maatregelen in combinatie met elkaar functioneerden om op deze manier een beeld te krijgen van de schadebeperking die mogelijk is binnen de Haarlemmermeer. Op basis van het interpreteren, abstraheren en generaliseren van de resultaten voor de Haarlemmermeer is een generieke leidraad geformuleerd. Een eerste toetsing van deze leidraad is uitgevoerd voor het gebied Gouda/Boskoop. Op basis hiervan is de leidraad nader verfijnd. Een concreet voorbeeld van de toepassing in dit gebied voor één van de maatregelen is in het kader weergegeven.

### Resultaten

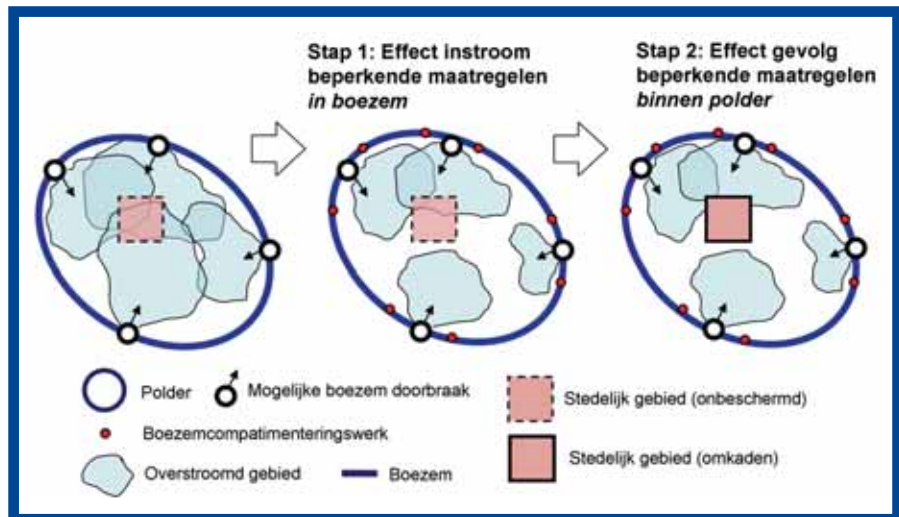
Het voor de Haarlemmermeer ontwikkelde maatregelenpakket vermindert de overstromingsschade met meer dan 70 procent. Het pakket bestaat uit instroombeperkende maatregelen zoals boezemcompartimentering, maar ook maatregelen zoals het

omkaden van een deel van het stedelijk gebied, een zone voor waterberging en een overstromingsbestendige inrichting. Het streven is om de instroom van water zo veel mogelijk te beperken en vervolgens het resterende water te sturen naar het bergingsgebied en/of vast te houden in gebieden met een beperkte economische waarde. Voorkomen moet worden dat stedelijke kernen zoals Hoofddorp en Nieuw Vennep en Schiphol op grote schaal overstromen. De Haarlemmermeerstudie biedt naast inzicht in de mogelijkheden van schadebeperkende maatregelen ook veel informatie voor de leidraad. Deze kan in andere gebieden worden toegepast voor het maken van een voorselectie van kansrijke schadebeperkende maatregelen. Dit is mogelijk als het landgebruik, de hoogteligging, het watersysteem en/of overstromings- en schadebeelden van een polder beschikbaar zijn. Aan de hand van deze informatie kunnen met de leidraad maatregelen worden beoordeeld. Het resultaat van de leidraad is een pakket van kansrijke maatregelen (zie afbeelding 1).

In de leidraad zijn de in dit onderzoek beschouwde maatregelen opgenomen. De mate waarin een maatregel kansrijk is, kan met behulp van een scoretabel worden bepaald. Door vragen over de eigenschappen van een polder (ten aanzien van landgebruik, watersysteem, hoogteligging en verloop van een overstroming) te beantwoorden, wordt per maatregel een score opgebouwd. Deze score geeft een indicatie over de uitvoerbaarheid van de maatregel voor het in de betreffende polder verminderen van de overstromingsschade. Naast het beoordelen van de individuele effecten van maatregelen wordt in de leidraad aandacht besteed aan het combineren van maatregelen. Maatregelen die gericht zijn op het beperken van de instroom kunnen het effect van maatregelen die in de polder zelf worden genomen, teniet doen. Daarom is het aan te bevelen om eerst het effect van instroombeperkende maatregelen te bepalen en daarna aanvullend hierop maatregelen te analyseren die het gevolg van de overstroming binnen de polder beperken (zie afbeelding 2).

In de leidraad kan verder onderscheid worden gemaakt in het effect van maatregelen voor nu en in de toekomst. Daarbij moet men naast ontwikkelingen in het landgebruik ook rekening houden met het effect van bodemdaling. In bepaalde gebieden kan (lokale) bodemdaling het overstromingspatroon in de toekomst aanzienlijk beïnvloeden. Verder richt de leidraad zich vooral op de baten van maatregelen en niet zozeer op de kosten. Wel stuurt de leidraad aan op het combineren van maatregelen met andere gebiedsontwikkelingen, zodat de kosten van maatregelen beperkt blijven. De leidraad is hoofdzakelijk gericht op het regionale watersysteem. Bij planning van schadebeperkende maatregelen in dat watersysteem is het belangrijk om ook de veiligheid vanuit het primaire systeem in ogenschouw te nemen.

Na het opstellen van de leidraad is het gebied Gouda/Boskoop gebruikt als eerste



**Afb. 2:** Als gevolg van vier boezemdoorbraken raakt het stedelijk gebied in een polder overstromd. Met uitstroombepalende boezemcompartimentering (stap 1) verkleint het overstromd oppervlak, maar het stedelijk gebied overstromt nog steeds. Het aanvullend beschermen van het stedelijk gebied door middel van omkaden (stap 2) voorkomt de schade binnen het stedelijk gebied.

toepassing. Een gevolgbeperkend maatregelenpakket kon worden samengesteld dat de schade met ongeveer 50 procent vermindert. Door een combinatie van boezemcompartimentering met de inzet van de beschikbare capaciteit van gemaal Gouda wordt de instroom vanuit de bres aanzienlijk beperkt. Daarnaast wordt met het inrichten van een retentiegebied en waardebescherming binnen het gebied de schade als gevolg van instromend boezemwater verder teruggebracht. Niet-effectieve maatregelen zijn met behulp van de leidraad uitgesloten. Dit voorkomt dat veel tijd wordt besteed aan het analyseren van weinig effectieve maatregelen.

### Conclusies

Het beperken van de instroom van water uit de bres, het beperken van het overstromd oppervlak en het beschermen van kwetsbare objecten door middel van het aanleggen van kaden en het sturen van water zijn kansrijke fysieke gevolgbeperkende maatregelen. De effectiviteit verschilt echter per gebied. Voor elk gebied is dan ook maatwerk nodig. De in dit onderzoek ontwikkelde leidraad ondersteunt deze aanpak. Met behulp van de leidraad kan voor elk gebied worden geïnventariseerd welke maatregelen kansrijk zijn en tevens welke maatregelen weinig potentie hebben. De leidraad biedt daarmee een duidelijk handvat voor de selectie van overstromingsschade beperkende maatregelen. In de onderzochte casussen bleek met een maatwerkplanpak 50 tot 70 procent reductie van de overstromingsschade mogelijk.

De leidraad is op een aantal punten verder uit te breiden. Een eerste aanbeveling is om de leidraad verder te verfijnen en te beproeven door toepassing ervan in andere polders. De verwachting is dat dit leidt tot verfijning. Een tweede aanbeveling is om het type maatregelen te verbreden met maatregelen die ook gericht zijn op het verkleinen van de overstromingskans. Op basis van de eerste ervaringen met de leidraad kan worden gesteld dat het een goed hulpmiddel is om tot kansrijke schadebeperkende maatregelen te komen.

Voor de toepassing van de leidraad is gebruik gemaakt van onderzoek<sup>7)</sup> dat in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland is uitgevoerd. Dit artikel staat los van het beleid en de maatregelen die door het Hoogheemraadschap worden ontwikkeld. Daarvoor wordt verwezen naar de door het Hoogheemraadschap uitgegeven brochure 'Waterkering en veiligheid'<sup>6)</sup> en eerder in H<sub>2</sub>O verschenen artikel<sup>9)</sup>. De leidraad zelf is terug te vinden in het onderzoeksverslag<sup>10)</sup>, dat is op te vragen bij de auteurs van dit artikel: (033) 475 35 35.

### LITERATUUR

- 1) Oost J. en A. Hoekstra (2007). Schadereductie door compartimentering in dijkkringgebied. H<sub>2</sub>O nr. 16, pag. 44-47.
- 2) Nederlands Instituut voor Fysieke Veiligheid / Nibra (2003). Handboek voorbereiding rampenbestrijding, deel A: rampenbestrijding (versie 1.0.0).
- 3) Groot Zwaafink M. en M. Dijkman (2007). HIS-Schade en Slachtoffers Module versie 2.4, gebruikershandleiding. Geodan.
- 4) HydroLogic (2007). CIS modellering. Achtergronddocument. In opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 5) Zantvoort M., F. van Kruijningen, N. ten Heggeler en M. Spijker (2008). 2D-modellering waardevol voor regionaal waterbeheer. H<sub>2</sub>O nr. 13, pag. 35-38.
- 6) Geerse C., J. Stijnen en B. Kolen (2007). Richtlijn normering compartimenteringskeringen. STOWA.
- 7) HydroLogic (2009). Bouwstenen overstromingsveiligheid. Verkennend onderzoek. In opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 8) Zeeberg J. (2009). Waterkering en veiligheid. Dijkversterking door het Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 9) Spijker M., J. Zeeberg, J. de Graaf en J. Stoop (2009). Gebiedsgerichte aanpak noodzakelijk voor waterveiligheid. H<sub>2</sub>O nr. 4, pag. 33-36.
- 10) Keizer A. (2008). Leidraad beperking overstromingsschade na doorbraak regionale keringen. Afstudeeronderzoek Universiteit Twente/Hydrologic.