

# Meerlaagsveiligheid kansrijk in het Maasdal

Als onderdeel van het Deltaprogramma 'Veiligheid' zijn zes gebiedspilots uitgevoerd naar de potentie van meerlaagsveiligheid voor het op efficiënte wijze verkleinen van het overstromingsrisico. Eén hiervan betreft de dijkringen Maastricht en Venlo. Meerlaagsveiligheid blijkt goed toepasbaar in het Limburgse Maasdal. Naast preventie wordt ingezet op een bestendige ruimtelijke inrichting en een effectieve calamiteitenbestrijding. Zo kunnen de schade en het aantal slachtoffers aanzienlijk worden beperkt door het compartimenteren van de dijkkring. Het versterken van het hoogwaterbewustzijn verdient eveneens aanbeveling. In de pilot zijn geavanceerde, hoge resolutie overstromingsmodellen ontwikkeld en toegepast om de effecten van een breed scala aan veiligheidsstrategieën door te rekenen. De pilot resulteert in het advies aan het Deltaprogramma Rivieren om voor het Limburgse Maasdal in te zetten op meerlaagsveiligheid.



De Maas bij de Servaasbrug in Maastricht.

**H**et waterveiligheidsbeleid in Nederland is van oudsher gericht op het terugdringen van het overstromingsrisico door de kans op een overstroming te verkleinen. Tot in de jaren '90 gebeurde dit vooral door het keren van water, daarna aangevuld met rivierverruimende maatregelen gericht op waterstandsverlaging. Tegenwoordig wordt voor waterveiligheid steeds meer ingezet op de risicobenadering, waarbij naar zowel kans als gevolg wordt gekeken. Zo heeft het Rijk via een zestal gebiedspilots, waaronder de Limburgse Maas, de toepasbaarheid van meerlaagsveiligheid voor het op efficiënte wijze verkleinen van het overstro-

mingsrisico onderzocht. Bij het toepassen van meerlaagsveiligheid worden gebiedspecifieke waterveiligheidsstrategieën opgesteld waarbij naast preventie (laag 1) ook het beperken van de gevolgen van een overstroming door maatregelen in de ruimtelijke inrichting (laag 2) en crisisbeheersing (laag 3) onderdeel van een strategie kunnen zijn.

De gebiedspilot Limburgse Maas diende twee doelen. Ten eerste om vanuit het meerlaagsveiligheidsconcept ervaring op te doen met een integrale gebiedsgerichte afweging van waterveiligheidsmaatregelen uit de drie lagen. Het tweede doel was om op basis van de resultaten van de gebiedspilot

bouwstenen aan te leveren voor het aanscherpen van het landelijke beleid voor waterveiligheid. Dit is gebeurd in de vorm van een synthese, waarin de resultaten van zes gebiedspilots in samenhang zijn beschouwd. Het voorliggende gaat alleen in op de toepassing van meerlaagsveiligheid in de Limburgse Maas.

## De Limburgse Maas

In het Limburgse Maasdal ligt een groot aantal, veelal kleine dijkringen. Voor de gebiedspilot zijn de volgende twee dijkringen geselecteerd: Venlo (68) en Maastricht-Oost (90). Dit zijn dijkringen die beide een grote economische en maatschap-

pelijke waarde vertegenwoordigen maar fysiek verschillend zijn. Zo is de hoogwatervoorspeltijd voor Maastricht een stuk korter dan voor Venlo en liggen de hoge gronden in Maastricht-Oost verder van de rivier dan in Venlo.

In vergelijking met de Rijn is het stroomgebied van regenwaterrivier de Maas klein. Deze relatief beperkte omvang van het stroomgebied en de nabijheid van de snel naar de Maas afvoerende Belgische Ardennen zorgen ervoor dat intensieve regenval in het stroomgebied al binnen een dag tot forse waterstandstijgingen in Zuid-Limburg kan leiden. Van oudsher leeft Limburg met de Maas. De hoogteverschillen tussen het overstroombare laagterras en het (vrijwel) hoogwatervrije middenteras zijn vrij groot (vijf tot tien meter). Pas na de hoogwaters van 1993 en 1995 zijn op grote schaal waterkeringen in het laagterras aangelegd, waarmee de overstromingskans is verkleind.

Dit verhogen van het veiligheidsniveau heeft ertoe geleid dat bewoners minder geneigd zijn om zelf actie te ondernemen bij hoog water. Men voelt zich veilig achter de dijk en beseft onvoldoende dat er een kans op falen bestaat. Wanneer dan onverhoopt toch een overstroming plaatsvindt, zijn de schade en het aantal slachtoffers hoger dan vroeger.

De Limburgse dijkeringen worden gekenmerkt door de beperkte omvang, de langgerekte en smalle vorm (Maasdal), de nabijheid van de hoge gronden en bebouwing als voornaamste landgebruik. Door de beperkte omvang vullen de dijkeringen zich relatief snel in hoogwatersituaties. Daarmee is de waterstand op de Maas in grote mate bepalend voor de inundatiediepte in de dijkeringen. Het beschermingsniveau voor de waterkeringen in Limburg is vastgelegd op 1/250 per jaar.

Met name in Venlo komen relatief grote verschillen voor in het huidige veiligheidsniveau van de keringen binnen de dijkkring; het beschermingsniveau in het noordelijk deel van de dijkkring is momenteel lager dan de beoogde norm van 1/250 per jaar. Hierdoor overstroomt het noordelijk deel van de dijkkring vaker dan het zuidelijk deel. Verloop van het maaiveld binnen de dijkkring is eveneens bepalend voor de gevolgen van een overstroming. Het water stroomt binnen de dijkkring naar de lagere delen. Daar waar het waterpeil aan de binnendijkse zijde van de kering hoog oploopt, kan het water over de kering weer terugstromen naar de Maas. Er is dus een dynamische wisselwerking tussen binnendijks gebied en de Maas in hoogwatersituaties.

### Overstromingsmodellering

Om inzicht te krijgen in de gevolgen van een overstroming en mogelijkheden om deze gevolgen te verminderen, zijn geavanceerde overstromingsmodellen toegepast. Deze dienden aan hoge eisen te voldoen vanwege het bijzondere karakter van de Limburgse dijkeringen in combinatie met de wens om maatregelen uit de drie veiligheidslagen te kunnen doorrekenen.

De belangrijkste eisen waren:

- een gedetailleerde overstromingsmodellering, zodat de stedelijke stromingspatronen via wegen, viaducten en fiets-tunnels nauwkeurig worden nagebootst. Niet alleen voor het in beeld krijgen van de huidige situatie maar ook om veiligheidsmaatregelen door te rekenen;
- het correct modelleren van zowel dijkdoorbraak als overloop;
- het op juiste wijze modelmatig verankeren van de dynamische wisselwerking tussen Maas en dijkkring (heen en weer stromen van water);
- een analyse van maatregelen binnen de dijkkring en in het winterbed, zoals compartimentering en rivierverruiming.

Vanuit deze eisen is gekozen voor een combinatie van het bestaande (Waqua-) model van de Maas aangevuld met een hoge resolutie overstromingsmodel in Sobek (10 x 10 meter). Alleen het gebruik van Waqua was niet mogelijk vanwege de vrij grove resolutie (100 x 100 meter) van het 2D-grid en de onvoldoende detaillering voor de analyse van het stedelijk gebied. De meerwaarde van gedetailleerde overstromingsberekeningen met het Sobek-model is in de pilot duidelijk naar voren gekomen. Enerzijds ligt deze meerwaarde in de (h) erkenning van de resultaten van de doorgerekende maatregelen, hetgeen bijdraagt aan het draagvlak. Anderzijds is een gedetailleerd model essentieel om in het stedelijk gebied tot slimme waterveiligheidsstrategieën te komen. Bijvoorbeeld het afsluiten van straten of het sturen van water door een tunnel is alleen in hoge resolutie modellen verantwoord te modelleren. De uitdaging is om het overstromingsproces zodanig te beïnvloeden dat schade en slachtoffers worden beperkt.

Zoals bekend wordt door Maaswerken ingezet op het verlagen van de maatgevende waterstanden door rivierverruiming. Met deze preventieve ingrepen wordt naast de

overstromingskans ook het overstromingsgevolg beperkt, omdat lagere maatgevende waterstanden in Limburg direct doorwerken in de maximale inundatiediepten binnen de dijkeringen. Deze rivierverruimingsmaatregelen zijn in het Waqua-model geïmplementeerd en leiden tot lagere waterstanden bij de dijkdoorbraaklocaties en een beperktere overloop. Met het Sobek-model is steeds het overstromingsproces in de dijkkring berekend, inclusief eventuele terugloop naar de Maas. Dit is gebeurd door in Waqua de belangrijkste uitwisselpunten tussen rivier en dijkkring te identificeren en deze vervolgens specifiek per Maasgolf in Sobek te brengen.

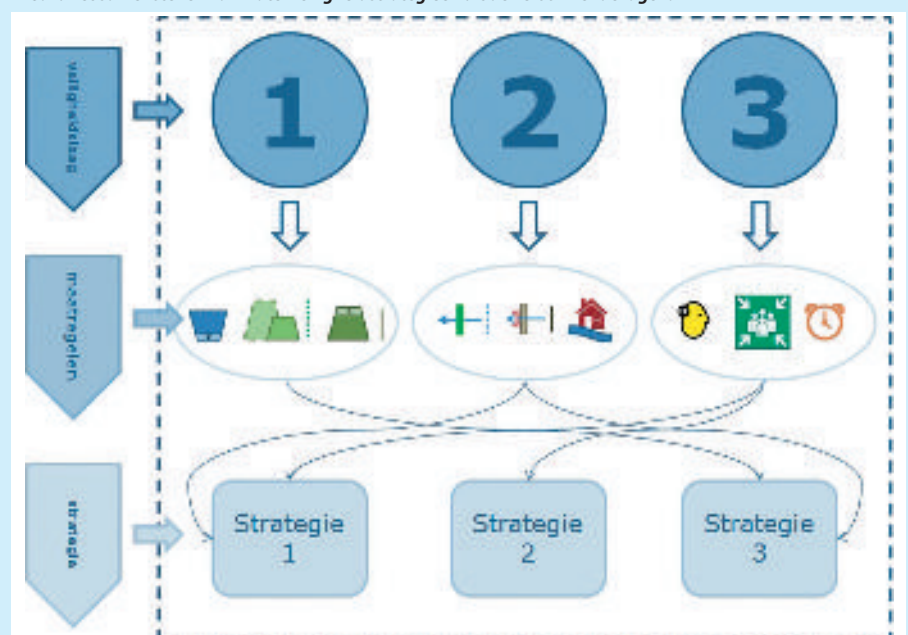
De gedetailleerde weergave van de stromingspatronen in het stedelijk gebied maakte een zorgvuldige verificatie door waterschap, gemeente, provincie en veiligheidsregio mogelijk. Het samenwerken bij de totstandkoming van het model en het integreren van specifieke gebieds- en systeemkennis in combinatie met het detailniveau hebben geleid tot aanzienlijk draagvlak voor het model. Terugkijkend is dit één van de succesfactoren van het project geweest.

Met het geverifieerde model is vervolgens de veiligheidssituatie in beeld gebracht. De modelresultaten hebben hierbij ook veel kennis opgeleverd over de werking van het systeem en de kritische mechanismen in de Limburgse Maas. Deze probleemanalyse heeft nuttige informatie geleverd voor het opstellen van effectieve veiligheidsstrategieën. Zo blijkt dat dijkdoorbraken de dijkkring wel iets sneller vullen dan een overloop, maar dat de maximale inundatiediepten vergelijkbaar zijn.

### Meerlaagsveiligheid in Limburg

In de gebiedspilot zijn met de belanghebbende partijen maatregelen opgesteld in de drie veiligheidslagen, waarbij zoveel mogelijk rekening is gehouden met de specifieke situatie in de twee dijkeringen: extra

Afb. 1: Het samenstellen van waterveiligheidsstrategieën uit de verschillende lagen.



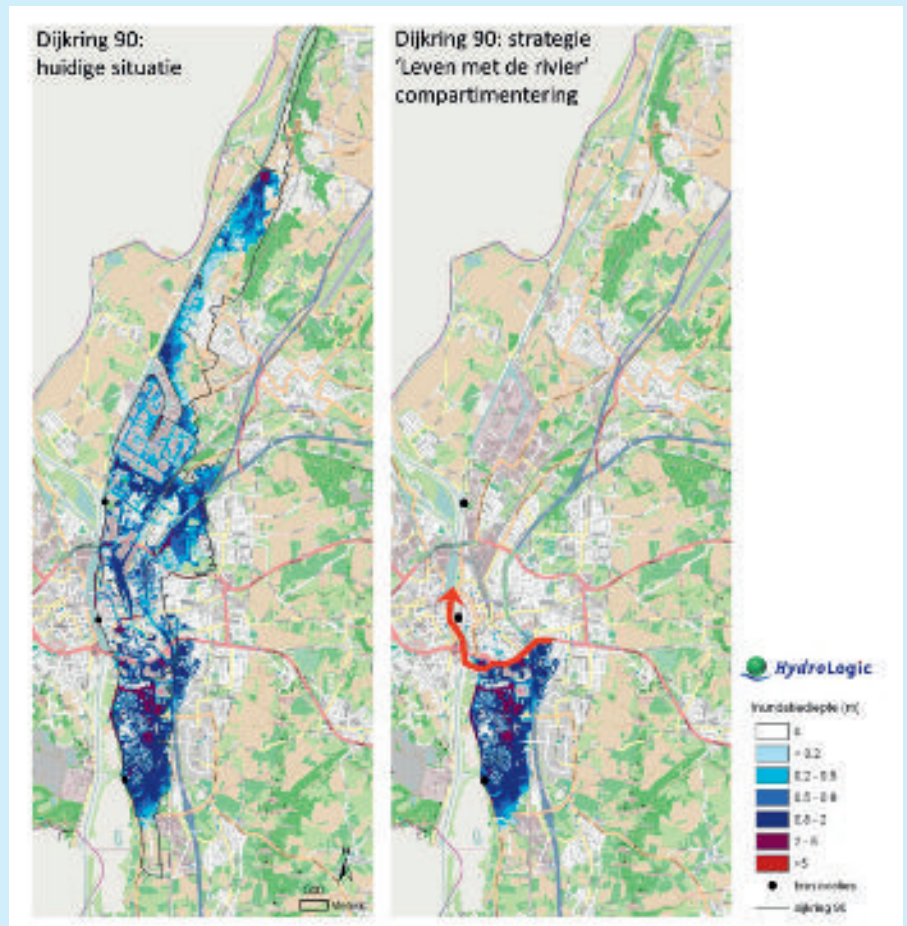
bescherming van de dicht bevolkte delen, gebruik maken van de ruimte in het rivierbed, compartimentering via de loodrecht op de rivier liggende verhoogde infrastructuur en afstand tot de hoge grond. Deze maatregelen zijn doorgerekend en beoordeeld. Vervolgens zijn deze maatregelen gebundeld tot drie veiligheidsstrategieën per dijkkring (zie schema). Deze beslaan zoveel mogelijk de hoeken van het speelveld en bevatten maatregelen uit alle drie de veiligheidslagen. De strategieën zijn doorgerekend en beoordeeld op veiligheid, robuustheid, haalbaarheid, economische effecten en omgeving, ruimtelijke ordening en beleidseffecten.

### Veiligheidsstrategieën

- **Nul-slachtoffers:** strategie gericht op het minimaliseren van het aantal slachtoffers door in te zetten op het vergroten van de zelfredzaamheid, preventieve evacuatie en het optimaliseren van calamiteitenbestrijding. Daarnaast worden, waar nodig, verrassingseffecten door dijkdoorbraak voorkomen door de aanleg van zogenaamde 'deltadijken';
- **Leven met de rivier:** strategie waarin de samenleving op incidentele overstromingen is voorbereid. In deze strategie worden de dijken niet verder verhoogd maar de gevolgen van een overstroming beperkt, bijvoorbeeld door het compartimenteren van de dijkkring waarmee het water wordt gestuurd om economisch belangrijke en dichtbevolkte delen van de stad te ontzien. Hoogwaterrobuust bouwen in overstromingsgevoelige gebieden maakt ook deel uit van deze strategie;
- **Getemde rivier:** strategie waarin wordt ingezet op preventieve maatregelen. Rivierverruiming en dijkversterking om de overstromingskans te verminderen. Vanwege de lagere overstromingskans wordt niet extra ingezet op het verbeteren van de evacuatie en calamiteitenbestrijding.

Uit de analyse van de 'Nul-slachtoffers'-strategie blijkt dat preventieve evacuatie effectief is vanwege de nabijheid van de hoge gronden. Bovendien ontstaat geen 'afwenteling' van evacués op andere dijkkringen. Zeker voor Venlo lijkt het voorkomen van slachtoffers realistisch vanwege de redelijke voorspeltijd van de hoogwatergolf. Verder kan een verbetering van de calamiteitenorganisatie, bijvoorbeeld evacuatieplannen voor kwetsbare objecten zoals gevangenis en kinderdagverblijven, bijdragen aan minder slachtoffers.

Het gericht sturen van water in de strategie 'Leven met de rivier' is effectief in het beperken van de gevolgen. Vooral het compartimenteren van dijkkringen door het dichtzetten van de onderdoorgangen in verhoogd aangelegde infrastructuur, leidt in de maatgevende situatie van 3.800 kubieke meter water per seconde (1/1.250) ertoe dat grote delen van beide dijkkringen droog blijven (zie afbeelding 2). De kosten van deze maatregel zijn relatief beperkt. In nog



**Afb. 2:** Compartimentering is zeer effectief onder maatgevende of benedenmaatgevende omstandigheden. De gevolgschade en het aantal slachtoffers dalen met 60 procent.

extremere omstandigheden bij een afvoer van 4.600 kubieke meter per seconde (bovenmaatgevend) heeft compartimentering beperkt effect: het water stroomt dan immers van verschillende zijden over de primaire kering.

Voor de strategie 'Getemde rivier' zijn in Maastricht meer mogelijkheden voor rivierverruiming dan in Venlo. Benedenstrooms van Venlo bestaan wel goede mogelijkheden voor rivierverruiming. Deze strategie wordt positief beoordeeld wat betreft robuustheid, haalbaarheid en ruimtelijke kwaliteit. Rivierverruiming is relatief duur, maar wel een 'zekere' maatregel die leidt tot waterstandverlaging en dus tot minder schade en slachtoffers. Ook het verhogen van de veiligheidsnorm (> 1/250) is positief zolang dat kan worden behaald met rivierverruiming.

### Conclusies

De meerlaagsveiligheidsbenadering heeft voor de Limburgse Maas zeker meerwaarde. De geringe omvang van de dijkkringen en de nabijheid van de hoge gronden bieden extra mogelijkheden voor hoogwaterrobuuste ruimtelijke ordening en crisisbeheersing. Door het benutten van 'het beste uit de drie lagen' kan de meest efficiënte veiligheidsstrategie worden gevonden.

Voor Venlo (dijkkring 68) zijn de meest kansrijke elementen uit de geanalyseerde strategieën het verhogen van het hoogwa-

terbewustzijn voor maximale preventieve evacuatie, compartimentering van de Roermondse Poort en rivierverruiming.

Het compartimenteren van de John F. Kennedysingel is in Maastricht (dijkkring 90) een effectieve maatregel. Hierdoor blijft een groot deel van de stad (langer) droog. Deze maatregel kan worden aangevuld met verruiming van de Maas en het vergroten van de voorspeltijd van de hoogwatergolf. Dit laatste is van belang voor het verbeteren van de preventieve evacuatie.

De pilot voor de Limburgse Maas laat zien dat het interessant is om bij het verlagen van het overstromingsrisico niet alleen preventieve maatregelen te onderzoeken, maar ook naar een duurzame ruimtelijke inrichting en (vooral) het verbeteren van de rampenbeheersing te kijken. Dit leidt wat ons betreft tot een oproep aan het Deltaprogramma Rivieren en het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering om in Limburg in plaats van alleen rivierverruiming in ieder geval breder in te zetten op meerlaagsveiligheid.

**Maarten Spijker (HydroLogic)**  
**Jette Eshuis (CSO adviesbureau)**  
**Berthe Brouwer (Infram)**