
Bergen met onzekerheden

Jan Stijnen

Eén van de grote uitdagingen in het Nederlandse waterbeleid is hoe kan worden omgegaan met een teveel aan water in ons land. Dit geldt bijvoorbeeld voor extreem hoge rivieraftoeren vanuit Duitsland of België die in Nederland tot overstromingen leiden. Een mogelijke maatregel om die overstromingen te voorkomen is de inzet van noodoverloopgebieden. Deze optie heeft lange tijd in de politieke belangstelling gestaan en werd beschouwd als een ‘nuttige en noodzakelijke’ aanvulling op het bestaande veiligheidsbeleid tegen overstromingen.

Nadat de gevolgen van onzekerheden voor de effectiviteit en het economisch rendement in beeld waren gebracht, bleken noodoverloopgebieden minder perspectief te bieden dan gedacht. Inmiddels is de ruimtelijke reservering van deze gebieden langs de Rijntakken in beleidsnota's geschrapt.

Dit artikel geeft een beknopt overzicht van de rol die onzekerheden bij de beoordeling van noodoverloopgebieden hebben gespeeld. Ook wordt kort op de gevolgen voor het veiligheidsbeleid ingegaan.

1 Achtergrond

Ons land heeft al sinds mensenheugenis moeten leren omgaan met water. Door de eeuwen heen werden mensen gedwongen om samen te werken in de strijd tegen het water. Dit begon al in de Middeleeuwen, toen mensen de veengebieden in West-Nederland gingen bevolken, en dit is vandaag de dag nog steeds het geval. Het waterbeleid binnen Nederland is eigenlijk altijd aanwezig op de politieke agenda, ook in de afgelopen jaren toen het rivierengebied tot twee keer toe te maken kreeg met extreme hoogwaters.

In 1993 en vooral 1995 stond het water op de Rijntakken en Maas zo hoog dat voor een dijkdoorbraak werd gevreesd. Uiteindelijk hebben de dijken het gehouden, maar duidelijk werd dat de dijken snel moesten worden versterkt: het Deltaplan Grote Rivieren. Ook werd, na enkele voorbereidende studies, gestart met de Planologische Kernbeslissing Ruimte (PKB) voor de Rivier. Het doel hiervan was om zo veel mogelijk met rivierverruiming, in plaats van dijkversterking, de bescherming van het rivierengebied tegen overstromingen weer op het vereiste (maatgevende) niveau te brengen. Inmiddels is deze PKB afgerond en is begonnen met de uitvoering ervan, die rond 2015 klaar moet zijn.

Door al deze maatregelen en het, in vergelijking met het buitenland, hoge veiligheidsniveau is de kans op overstromingen klein, maar niet helemaal uit te sluiten. Wateroverlast en overstroming is nog altijd het grootste externe risico in ons land. Absolute veiligheid

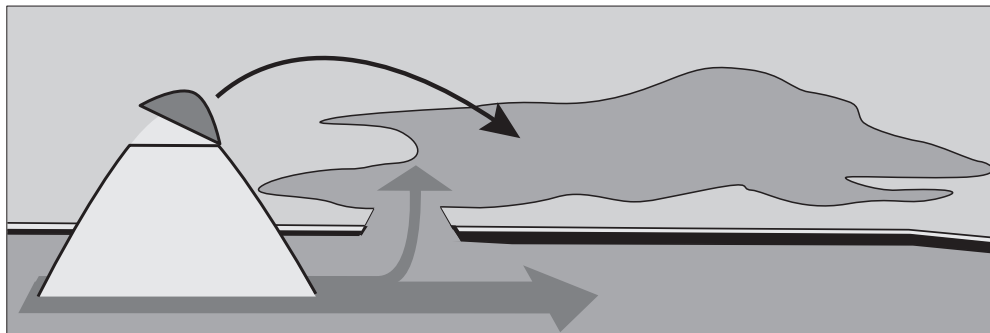
Dr. ir. J.W. Stijnen is werkzaam als marktcoördinator en senior adviseur veiligheid en risico bij HKV LJJN IN WATER, Botter 11-29, Postbus 2120, 8203 AC Lelystad, telefoon (0320) 29 42 39, fax (0320) 25 39 01, e-mail: j.w.stijnen@hkv.nl.

kan niet worden geboden en het is van belang voorbereid te zijn als het toch misgaat: rampenbeheersing dus.

Een mogelijke maatregel is het gecontroleerd laten overstromen van enkele vooraf geselecteerde gebieden: noodoverloopgebieden. Dit zijn gebieden die door dijken en soms hoge gronden worden omsloten en die zijn bedoeld om de piek van een hoogwatergolf af te vangen, waardoor de waterstanden benedenstrooms lager komen te liggen. Veelbesproken potentiële noodoverloopgebieden langs de grote rivieren zijn de Rijnstrangen en Ooijpolder voor de Rijntakken en de Beersche Overlaat voor de Maas. Naar de effectiviteit van de inzet hiervan is in het verleden veel onderzoek gedaan. In het volgende hoofdstuk wordt hierop ingegaan. De resultaten hiervan kunnen voor regionale waterbeheerders van belang zijn voor de afweging van maatregelen in de polders, beken en boezems (bijvoorbeeld de maatregel 'bergen').

2 Noodoverloopgebieden

Het idee van een noodoverloopgebied is vrij eenvoudig. Op basis van afvoermetingen, meteorologische gegevens en hoogwatervoorspellingen wordt op een bepaald moment duidelijk dat een grote hoeveelheid water zich richting ons land beweegt. Dit kan zijn over de Rijn richting Lobith of over de Maas richting Borgharen. Op basis hiervan wordt een inschatting gemaakt in hoeverre deze hoeveelheid water méér kan zijn dan ons rivierensysteem momenteel aankan (zie kader). Op het moment dat problemen worden verwacht langs de grote rivieren (de Waal, de Nederrijn/Lek, de IJssel en de Maas) kan worden besloten om het teveel aan water in een hiervoor aangewezen noodoverloopgebied te laten lopen (zie figuur 1). Door het hier tijdelijk te bergen totdat de hoogwatergolf voorbij is, kunnen calamiteiten benedenstrooms worden voorkomen. Het idee is eenvoudig en lijkt feilloos, of toch niet?



Figuur 1: Principe van een noodoverloopgebied.

De huidige maatgevende afvoer voor de Rijn bedraagt 16.000 m³/s, terwijl deze voor de Maas gelijk is aan 3800 m³/s. Voor de hoogwaters van 1993 en 1995 gold een maatgevende afvoer van respectievelijk 15.000 en 3650 m³/s. Inmiddels is voor de Rijntakken en de bedijkte Maas de Planologische Kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier uitgevoerd. Na realisering van de maatregelen, rond 2015, moet de huidige maatgevende afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith en 3800 m³/s bij Borgharen veilig richting zee kunnen stromen. Dan is het riviersysteem weer op orde, conform de veiligheidsnorm van 1/1250 per jaar zoals die in de Wet op de Waterkering 1996 is vastgelegd.

2.1 De Commissie Noodoverloopgebieden

In 2001 heeft het kabinet aan de Commissie Noodoverloopgebieden (Commissie Luteijn) gevraagd te onderzoeken in welke mate gecontroleerde overstroming van een aantal gebieden onderdeel zou uit kunnen maken van het bestaande hoogwaterbeschermingsprogramma.

Dit heeft in mei van 2002 geresulteerd in een advies van de Commissie over het aanwijzen en inzetten van noodoverloopgebieden. De Commissie concludeerde dat noodoverloopgebieden een nuttig en noodzakelijk, aanvullend instrumentarium kunnen vormen om de stroomgebieden van Rijn en Maas In Nederland te beschermen tegen de gevolgen van overstromingen (Luteijn e.a., 2002).

2.2 Verder onderzoek

Met het onderzoek van de Commissie Noodoverloopgebieden zijn de meeste mensen wel min of meer bekend. Wat misschien minder bekend is, is dat parallel aan het onderzoek van de Commissie een ander onderzoek liep: de Onzekerheidsanalyse Hoogwaterbescherming Rijntakken (Stijnen e.a., 2002). Dit onderzoek was ondersteunend aan het onderzoek van de Commissie en hierin werd de nadruk gelegd op de effecten van verschillende onzekerheden bij de inzet van noodoverloopgebieden. De resultaten van het onderzoek bleken later van groot belang, omdat voor het eerst aanwijzingen werden verkregen dat de effecten van noodoverloopgebieden wel eens minder rooskleurig zouden kunnen zijn dan tot dan toe werd gedacht.

Het advies van de Commissie bracht veel reacties teweeg. Omdat de aanwijzing van noodoverloopgebieden een ingrijpende beslissing was en nog de nodige vragen opriep, was het kabinet van mening dat alvorens een definitieve keuze gemaakt kon worden, ook andere opties onderzocht moesten worden. In lijn hiermee is een Verkennende Beleidsanalyse uitgevoerd (Kok e.a., 2003). Binnen dit onderzoek zijn naast de identificatie en beoordeling van andere opties voor het Bovenrivierengebied, ook de consequenties van onzekerheden voor deze opties onderzocht. Het onderzoek richtte zich vooral op het feit óf (en zo ja hoe) onze perceptie over hoogwaterbeschermingsmaatregelen verandert als we rekening houden met onzekerheden. Resulteert het toevoegen van onzekerheden in de analyse in andere conclusies? Kort gezegd: Heeft het meenemen van onzekerheden consequenties voor het beleid? In het volgende hoofdstuk gaan we hier nader op in, waarbij we ons in het bijzonder richten op de veiligheidsaspecten en niet op andere aspecten, zoals economische.

3 De rol van onzekerheden

3.1 Deterministisch versus probabilistisch

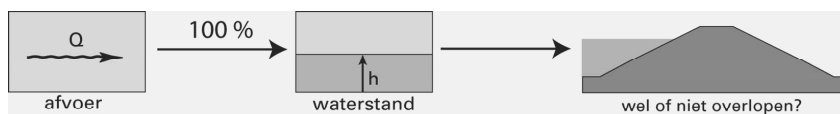
In de praktijk wordt op veel fronten gewerkt met onzekerheden, waarbij vaak rondom de resultaten bandbreedtes worden aangegeven, de zogenaamde onzekerheidsbanden of betrouwbaarheidsbanden. Voor een beleidsmaker of bestuurder is deze manier van presenteren van de resultaten niet altijd prettig, omdat het antwoord niet eenduidig vastligt. De bandbreedtes vormen hooguit een indicatie voor de nauwkeurigheid van het antwoord: hoe groter de marges, hoe meer onzekerheid in het resultaat. Vaak wordt in de praktijk gewoon de verwachtingswaarde aangehouden.

In zijn algemeenheid kunnen we bij het werken met onzekerheden bij het vaststellen van de veiligheid van dijken twee methoden onderscheiden: de deterministische en de probabilistische methode. In de eerstgenoemde methode worden onzekerheden niet direct meegenomen en zijn er reeds keuzen gemaakt voor parameters en veiligheidsmarges. In dit geval wordt gewerkt met een bepaalde marge waarin feitelijk alle onzekerheden zijn samengevoegd. Er worden aannamen gemaakt over de sterkte en de te realiseren veiligheid in combinatie met een enkele maatgevend geachte belasting, die grotendeels gebaseerd is op ervaring. Hiertoe kunnen niet-expliciet onderbouwde veiligheidscoëfficiënten gebruikt worden. Een typisch voorbeeld van een deterministische aanpak, is de methode die gevolgd is door de Commissie Noodoverloopgebieden (paragraaf 3.2).

Probabilistische methode

In het kort komt het erop neer dat bij een deterministische aanpak geen rekening wordt gehouden met onzekerheden. Wat wordt hiermee bedoeld? We lichten dit toe aan de hand van een eenvoudig voorbeeld: het overlopen van de kruin van een dijk. Stel dat we willen weten of een dijk van 10.25 m+NAP overloopt. Bij Lobith wordt een afvoer van 16.000 m³/s verwacht. In het ideale geval is met 100% zekerheid te voorspellen, via de relatie tussen afvoer en waterstand, welke waterstand dit ter plaatse oplevert (bijvoorbeeld 10 m+NAP). Ideaal betekent in dit geval dat we perfect kunnen voorspellen, zonder onzekerheden dus, of de dijk zal overstroomen.

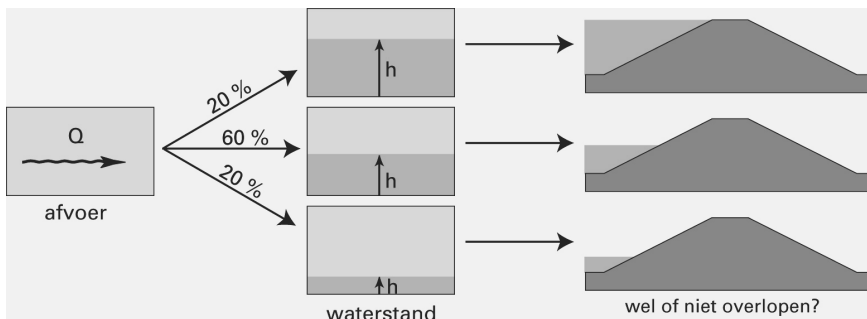
Dit is een deterministische aanpak (geen onzekerheden).



In werkelijkheid zijn er echter wél onzekerheden: een perfecte voorspelling is niet mogelijk. Op basis van een afvoer van 16.000 m³/s wordt misschien wel een waterstand van 10 m+NAP verwacht maar zeker is dat niet. We weten dit bijvoorbeeld maar met 60% zekerheid. Er is ook 20% kans dat de waterstand hoger uitvalt: 10.50 m+NAP bijvoorbeeld. En er is ook een kans van 20% dat de waterstand lager uitvalt dan verwacht, bijvoorbeeld 9.50 m+NAP. Nu is niet langer zonder meer te zeggen of de dijk wel of niet overstroomt. Ook andere afvoerniveaus zullen in ogenschouw moeten worden genomen. Een afvoer van 15.500 m³/s kan misschien best een waterstand opleveren van 10.5 m+NAP. Het wel of niet overstroomen van de dijk is

niet langer aan één afvoerniveau te koppelen. Deze aanpak is probabilistisch (wel onzekerheden). Als probabilistisch wordt gerekend, kan door onzekerheden (door het gebruikte model, de verdeling van de afvoeren bij de splitsingspunten, de stromingsweerstand, etc.) een groot aantal situaties optreden.

Elk van deze situaties heeft een bepaalde kans van optreden die uiteindelijk gecombineerd moet worden. Dit gebeurt in een probabilistisch model.



Aan de andere kant zijn er de probabilistische methoden, die juist wél rekening houden met de verschillende onzekerheden. De kans op overbelasten van de waterkering en de spreiding van de verschillende parameters die aanwezig zijn, staan aan zowel de belasting- als de sterktekant centraal. Hieronder valt ook het onderkennen van verschillende faalmechanismen van een waterkering en hun onderlinge relaties. Verder is een probabilistische methode de enige manier om een indruk te krijgen van de werkelijke risico's die samenhangen met een overstroming. Voorbeelden waarbij de probabilistische aanpak is gevolgd, zijn de Onzekerheidsanalyse Hoogwaterbescherming Rijntakken en de Verkennende Beleidsanalyse (paragraaf 2.2), maar ook in de projecten Veiligheid Nederland in Kaart (VNK, 2005) en Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas (RBSO, 2005) is deze aanpak gehanteerd.

3.2 Effectiviteit van noodoverloopgebieden zonder onzekerheden

In het onderzoek van de Commissie Noodoverloopgebieden is aangesloten bij de wijze waarop in de Wet op de Waterkering (WoW, 1996) de veiligheidsnormen zijn vastgelegd, namelijk op basis van de overschrijdingskans van waterstanden. Deze overschrijdingskansen geven de gemiddelde kans per jaar weer, dat het water hoger komt te staan dan de maatgevende waterstand. Zoals gezegd, is de Commissie uitgegaan van een deterministische aanpak, zonder rekening te houden met onzekerheden. De benodigde keuzen zijn gebaseerd op vaste (bekend veronderstelde) waarden, zoals de waterstanden, het volume van het noodoverloopgebied en de inlaatdrempel van het noodoverloopgebied. Er is, met andere woorden, geen rekening gehouden met de kans op voorkomen van de betreffende keuzen. De keuzen zijn weliswaar onderbouwd via gevoeligheidsanalyses, maar niet door expliciet rekening te houden met onzekerheden.

Bij het niet inzetten van een noodoverloopgebied bedraagt de overschrijdingskans van de waterstand voor een dijkkring in het Bovenrivierengebied 1/1250 per jaar, conform de Wet

op de Waterkering. Indien wordt besloten een noodoverloopgebied in te zetten, kan het rivierensysteem feitelijk meer water bergen. Met noodoverloopgebieden is het in principe mogelijk bovenmaatgevende afvoergolven volledig af te toppen tot de waterstanden bij de maatgevende afvoer. Een tweetal voorbeelden. Bij een gemiddelde golf met een piek van $17.000 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Lobith is een bergend volume van ruim 100 miljoen m^3 nodig. Voor de Maas is dat 250 miljoen m^3 uitgaande van een golf van $4600 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Borgharen (Silva e.a., 2005).

Bij een noodoverloopgebied met een volume van 110 miljoen m^3 kan een afvoer met een overschrijdingskans van 1/2500 per jaar nog juist veilig door het systeem. We kunnen dus het veiligheidsniveau voor en na de maatregel met elkaar vergelijken en we zien dat daar een factor 2 tussen zit, een effectiviteit van 50% dus. Effectiviteit is hier gedefinieerd als het verschil tussen de kans zonder inzet van het noodoverloopgebied en de kans met inzet van het noodoverloopgebied, ten opzichte van de kans zonder inzet van het noodoverloopgebied. De commissie Noodoverloopgebieden heeft volumina gebruikt die 2 maal zo groot waren en dus een nog veel grotere effectiviteit opleverden.

Puur gekeken naar de veiligheid voor het rivierensysteem is dit dus een aanzienlijke winst. Natuurlijk hangt de effectiviteit van een noodoverloopgebied nauw samen met het beschikbare volume. Theoretisch zou de effectiviteit oneindig groot kunnen worden als het volume van het noodoverloopgebied groot genoeg is om de afvoergolven volledig af te toppen. Met andere woorden: als het noodoverloopgebied maar groot genoeg is, is een effectiviteit van 100% mogelijk (absolute veiligheid)!

3.3 Effectiviteit van noodoverloopgebieden met onzekerheden

In de Onzekerheidsanalyse Hoogwaterbescherming Rijntakken (Stijnen e.a., 2002) en de Verkennende Beleidsanalyse (Kok e.a., 2003) is afgestapt van de overschrijdingskansbenadering zoals deze door de Commissie Noodoverloopgebieden is gevolgd en is een overstromingskansbenadering gehanteerd. Niet alleen aan afvoer en waterstand, maar ook aan wind en golven is aandacht besteed. Volgens de huidige ontwerppraktijk worden de dijken tenminste een halve meter boven de maatgevende waterstand aangelegd (de waakhoogte): hogere waterstanden dan maatgevend hoeven door deze reststerkte niet meteen tot een dijkdoorbraak te leiden. Tot slot wordt met onzekerheden rekening gehouden. De natuur houdt zich nu eenmaal niet altijd aan rekenmodellen. In werkelijkheid kan de maatgevende afvoer bij Lobith en Borgharen resulteren in hogere maar ook lagere waterstanden dan de maatgevende waterstand bij de dijk. Bij het dijkontwerp wordt een bepaalde windrichting en -sterkte verondersteld. Ook die kan in werkelijkheid anders uitpakken.

De belangrijkste onzekerheidsbronnen waarmee in de Verkennende Beleidsanalyse rekening is gehouden, zijn:

- *De natuurlijke variabiliteit van de afvoeren*
De koppeling tussen de piekafvoer bij Lobith en de hiermee corresponderende overschrijdingsfrequentie wordt weergegeven door de zogenaamde werklijnen. Deze is gebaseerd op extreme-waarden statistiek op basis van ongeveer 100 jaar waarnemingen en is vervolgens geëxtrapoleerd naar maatgevende omstandigheden (zie figuur 2).
- *De natuurlijke variabiliteit van de wind*
De kans op de windrichting en de overschrijdingskansen van de windsnelheid dragen in

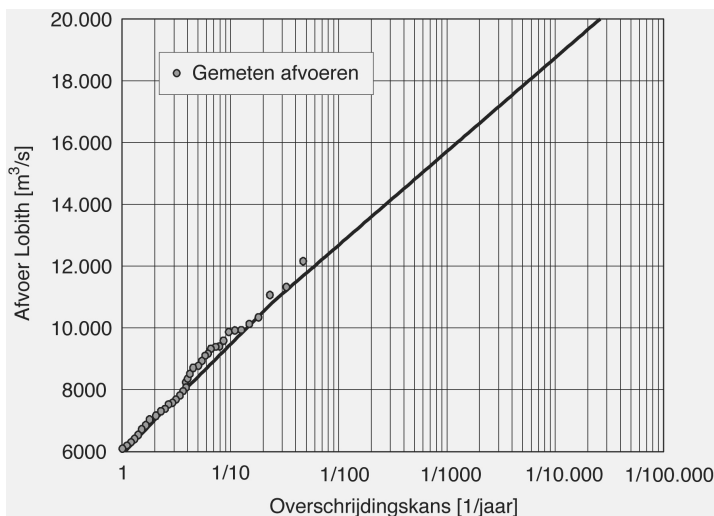
belangrijke mate bij aan de grootte van de golven die de dijk treffen. De kans op wind uit het Westen is in Nederland bijvoorbeeld groter dan de kans op wind uit het Oosten. De grootte van de golven is weer bepalend voor de hoeveelheid golfoverslag die kan optreden. Bij het ontwerp van een kering wordt veelal gebruik gemaakt van de maatgevende windrichting en één vaste (maatgevende) windsnelheid. Binnen een probabilistisch model speelt ook de kans van voorkomen van deze windrichting en windsnelheid een belangrijke rol.

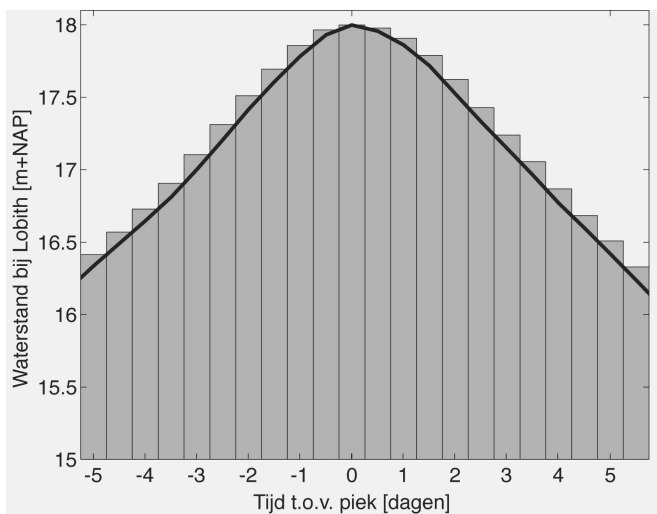
- *(On)afhankelijkheid tussen waterstandsblokken*

De waterstand op een zeker moment is logischerwijs niet volledig onafhankelijk van de waterstand op het tijdstip ervoor of erna. Die afhankelijkheid komt tot uiting via de golfvorm. De werklijn in Lobith en Lith geeft de overschrijdingskansen van piekafvoeren aan. Aan elke piek wordt een standaardgolfvorm gekoppeld (zie figuur 2). De golf wordt opgedeeld in blokken van 12 uur waarmee wordt aangesloten bij de windstatistiek. Voor elk blok wordt de overstromingskans berekend waarna de overstromingskans voor de hele golf wordt bepaald.

- *Waterstand*

De overschrijdingskansen van waterstanden aan de teen het dijkvak zijn direct gekoppeld aan de overschrijdingskansen van de afvoeren bij Lobith en Lith (de werklijnen). Deze koppeling vindt plaats door middel van de QH-relatie. De QH-relatie legt het verband tussen de afvoer bij Lobith/Lith en de waterstand aan de teen van het dijkvak. Gegeven een afvoer bij Lobith of Lith is het niet zeker dat de waterstand bij een dijkvak zoals berekend met de QH-relatie ook echt zal optreden. Er is een kans dat de werkelijke waterstand hoger of lager is. Dit komt door de natuurlijke variabiliteit van het riviersysteem en het feit dat modellen worden gebruikt om de QH-relatie te bepalen. Natuurlijke variabiliteit kan door tal van oorzaken ontstaan: variatie in de stromingsweerstand van het zomerbed en de uiterwaarden, verdeling van de afvoeren over de splitsingspunten, variatie in topvervlakking afhankelijk van de golfvorm en door variatie in de zijdelingse toestroming via rivieren en kanalen.





Figuur 2: Werklijn en waterstandverloop bij Lobith.

Ook andere onzekerheden zijn beschouwd, zoals de onzekerheid in het kritieke golfoverslagdebiet of de golfvorm, maar deze laten we in dit artikel buiten beschouwing. Zoals we hebben gezien, hebben we in de praktijk te maken met een groot aantal onzekerheden. De resultaten van de Onzekerheidsanalyse Hoogwaterbescherming Rijntakken en de Verkennde Beleidsanalyse waren een eerste indicatie dat het beeld dat tot dan toe bestond over de effectiviteit van noodoverloopgebieden wel eens anders kon zijn dan gedacht. Uit deze studies is namelijk gebleken dat de effectiviteit van noodoverloopgebieden langs de Rijntakken niet veel hoger is dan 10 tot 15%, als onzekerheden in acht worden genomen. Het vergroten van het volume van het noodoverloopgebied helpt slechts deels en absolute veiligheid is niet aan de orde. Het beeld is dus heel anders dan geschetst in paragraaf 3.1.

Een interessante vraag is natuurlijk waarom de effectiviteit van noodoverloopgebieden zo laag blijft ten opzichte van de resultaten van de Commissie Noodoverloopgebieden? Hiervoor is een aantal argumenten aan te dragen:

- Het benodigde volume voor het goed aftoppen van de hoogwatergolven langs de Rijntakken moet behoorlijk groot zijn om nog een bepaalde effectiviteit te halen. Een dergelijk volume is voor de Rijntakken in het Bovenrivierengebied nauwelijks haalbaar. Langs de Maas is het beeld iets anders, omdat daar het beschikbare volume groter is en ook minder groot hoeft te zijn.
- In het onderzoek van de Commissie kan het slechts misgaan in het systeem op het moment dat de piek van de hoogwatergolf een bepaald niveau overschrijdt. Nemen we ook onzekerheden in de waterstand mee, dan kan ook falen naast de piek optreden.
- De onzekerheid in de waterstand heeft bijvoorbeeld nogal wat consequenties. Een noodoverloopgebied werkt op zijn best als een afvoergolf zoveel mogelijk wordt afgetopt (zie ook figuur 1). Als de waterstand hoger of lager uitvalt dan gedacht, kan het gebeuren dat het gebied al vol zit voordat de top van de golf is gepasseerd. Dan functioneert het gebied dus niet goed. Het kan ook dat het inzetten te laat gebeurt: dat in is de top al voorbij en is het noodoverloopgebied niet ingezet, wat ook onwenselijk is.
- Als bij een perfect afgetopte hoogwatergolf naast waterstanden ook golfoverslag wordt

meegenomen als faalmechanisme, wordt het beeld nog ongunstiger. Wanneer de wind naast de afvoer een rol speelt (ook al levert die maar een kleine toeslag op de waterstandsberekening), dan kan falen met een aanzienlijke kans plaatsvinden bij afvoeren lager dan het afgetopte niveau van de hoogwatergolf. De bedreigingen van deze lage afvoeren worden door het aftoppen niet weggenomen. Het feit dat deze lage afvoeren, dus de afvoeren onder het aftopniveau, nog zo belangrijk zijn, betekent dat de afvoer gelijk aan het topniveau zelfs in aanwezigheid van wat wind makkelijk tot falen kan leiden. Omdat het horizontale plateau dat de bovenkant van de afgetopte golf vormt vrij lang aanhoudt (meerdere dagen met redelijke kansen), zal na aftoppen dit plateau ook een flinke bedreiging vormen (Geerse, 2003).

Wat is nodig voor een probabilistische analyse?

Hydraulische berekeningen (Sobek/Waqua)

- 1 berekening voor elke combinatie van bijvoorbeeld afvoer, windrichting en windsnelheid (verzameld in een database)
- Opwaaing van het hele watersysteem (scheefstand)

Voor elke onzekerheid is statistiek nodig, bijvoorbeeld

- Overschrijdingskansen neerslag, afvoer, windsnelheid, boezempel
- Kans op windrichting

Gegevens per locatie

- Geometrie van de kering (kruinhoogte, dijknormaal, berm, voorland, etc.)
- Bekleding op de kering (gras, asfalt, etc.)
- (Effectieve) strijklengten per windsector
- Bodemhoogten per windsector

Probabilistisch model

- Berekent golven
 - Berekent dwarsopwaaing, bijvoorbeeld op brede wateren of meren
 - Combineert van alle onzekerheden met bijbehorende kansen
 - Berekent hydraulische belasting (overlopen, golfoploop, golfoverslag)
 - Berekent faalkans of minimaal benodigde kruinhoogte
-

4 Beslissen onder onzekerheid

Het kabinet heeft officieel gereageerd op het advies van de Commissie Noodoverloopgebieden in het Kabinetstandpunt Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas (Kabinetstandpunt RBSO, 2003). Het kabinet geeft hierin aan dat ook andere opties voor hoogwaterbescherming beschouwd moeten worden, zoals Internationale afstemming, Organisatorische maatregelen, Compartimenteren en Normen verhogen. Om tot een evenwichtige beoordeling van de opties te komen, dient een kosten- en batenanalyse te worden uitgevoerd.

In een kosten- en batenanalyse worden onder meer de volgende 2 kentallen gebruikt (conform Kind, 2005):

1 Absolute vermindering van het overstromingsrisico

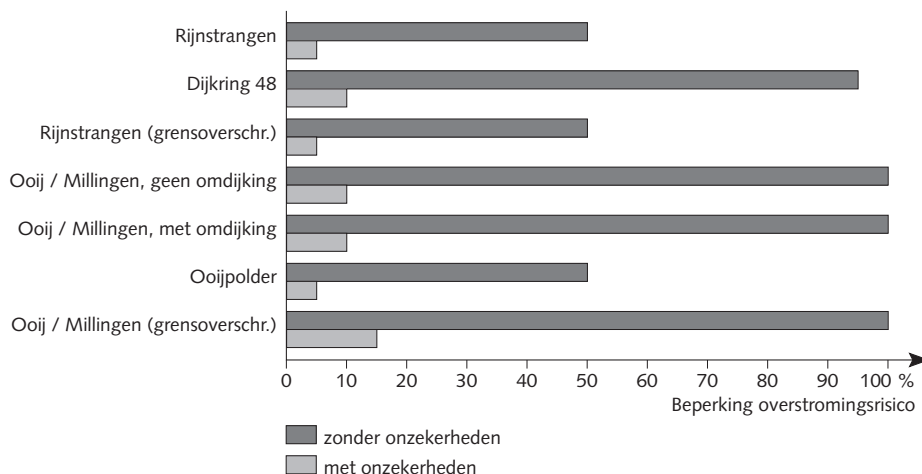
De vermindering van het risico laat zien in hoeverre het probleem (kans op, en omvang van schade door overstroming) wordt opgelost. Meestal wordt dit uitgedrukt als percentage van het risico in de referentiesituatie. Een percentage gelijk aan 0% betekent dat de betreffende optie niets doet voor de veiligheid, terwijl bij 100% absolute veiligheid wordt gegarandeerd.

2 Eerstejaars rendement (baten / kosten ratio)

Vaak wordt gewerkt met het eerstejaars rendement als rendementscriterium voor een optie. Dit houdt in dat er pas geïnvesteerd moet worden wanneer de gemiddelde jaarlijkse kosten van een optie gelijk zijn aan of kleiner zijn dan de baten in een bepaald jaar. De verhouding tussen baten en kosten laat zien of de oplossing, in economische zin, rendabel is. Zolang deze verhouding groter is dan één, is het aantrekkelijk om een optie door te voeren.

Om tot een strategie voor rampenbeheersing bij overstromingen te komen zijn de 5 hiervoor genoemde opties nader onderzocht en vergeleken op de genoemde kentallen. In dit artikel concentreren we ons alleen op de resultaten voor de optie noodoverloopgebieden langs de Rijntakken. Voor de details over de andere opties en de Maas wordt verwezen naar (RBSO, 2005).

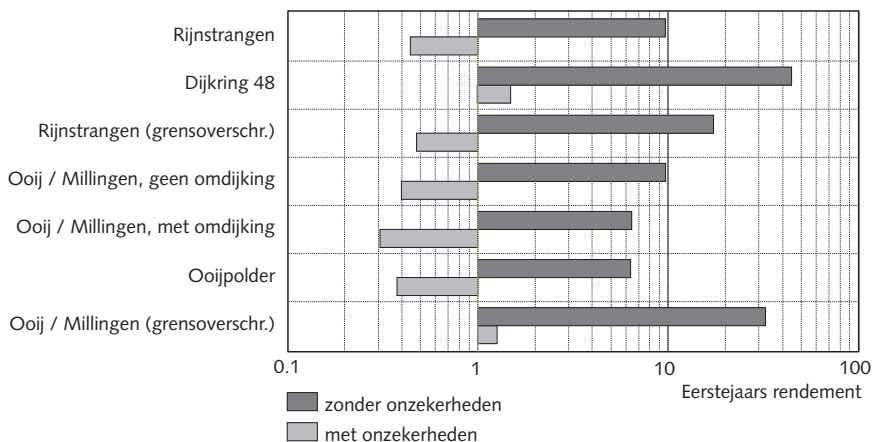
In figuur 3 is de vermindering van het overstromingsrisico weergegeven, waaruit kan worden afgeleid in hoeverre een noodoverloopgebied iets betekent voor de veiligheid. In totaal zijn voor de Rijntakken 7 inrichtingsvarianten van noodoverloopgebieden onderzocht. Volgens de methode van de Commissie Noodoverloopgebieden (deterministisch) zijn de effecten op de veiligheid bijzonder gunstig. Bekijken we de resultaten als onzekerheden en andere faalmechanismen in de beschouwing worden meegenomen (probabilistisch), dan neemt de effectiviteit van de noodoverloopgebieden behoorlijk af.



Figuur 3: Vermindering overstromingsrisico (%).

Betrekken we niet alleen de consequenties voor de veiligheid maar ook het rendement in de beoordeling, dan wordt het beeld alleen maar verder bevestigd. In figuur 4 staat het eerstejaars rendement weergegeven voor de 7 varianten. Het is duidelijk dat de verhouding tussen de kosten en de baten in 5 van de 7 gevallen niet gunstig uitpakt. Alleen de 2 vari-

anten met het grootste volume komen positief naar voren, maar dit zijn wel de varianten die niet alleen in Nederland, maar ook in Duitsland zijn gelegen.



Figuur 4: Eerstejaars rendement.

Op basis van deze resultaten is geconcludeerd dat de noodoverloopgebieden langs de Rijn-takken onvoldoende rendabel zijn. Inmiddels is in beleidsnota's de reservering van deze gebieden dan ook geschrapt. Het besluit om wel of geen onzekerheden en andere faalmechanismen mee te nemen, kan dus grote gevolgen hebben voor het te voeren beleid.

5 Discussie

Verskillende maatregelen in het bovenrivierengebied zijn mogelijk om de veiligheid tegen overstromen te verbeteren. Eén van die mogelijkheden is de inzet van noodoverloopgebieden. De effectiviteit van een noodoverloopgebied is sterk afhankelijk van de beschouwde onzekerheden, denk aan variabiliteit in afvoeren, waterstanden en wind. In het onderzoek van de Commissie Noodoverloopgebieden is een deterministische aanpak gehanteerd (zonder onzekerheden), wat resulteerde in een positief beeld over de effectiviteit. Andere onderzoeken laten zien hoe dit beeld kan veranderen en zelfs volledig kan omslaan wanneer wél onzekerheden meegenomen worden.

Door de onzekerheden expliciet te verwerken in de resultaten via een probabilistisch model, kan aan een bestuurder of beleidsmaker inzichtelijk gemaakt worden wat de rol van onzekerheden is. Door ook andere maatregelen te beschouwen, zoals dijkversterkings- of rivierverruimingsmaatregelen, kan een weloverwogen afweging worden gemaakt. Door de kosten van een maatregel te vergelijken met de baten ervan (reductie van het risico door de maatregel), kan worden vastgesteld of de betreffende maatregel, vanuit economisch oogpunt, rendabel is.

Op basis van de resultaten van verschillende onderzoeken kunnen we het volgende concluderen over de inzet van noodoverloopgebieden als maatregel in de hoogwaterbescherming:

- De effectiviteit van noodoverloopgebieden in termen van veiligheid neemt enorm af als onzekerheden worden meegenomen in de analyse.
- De effectiviteit van noodoverloopgebieden wordt (nadelig) beïnvloed door andere faalme-

chanismen dan alleen overlopen.

- Vanuit een kosten-baten oogpunt zijn de meeste varianten van een noodoverloopgebied langs de Rijntakken niet rendabel. Alleen bij voldoende grote bergingsvolumes komt een noodoverloopgebied langs de Rijntakken positief naar voren. Het betreft dan echter grensoverschrijdende varianten welke in tegenspraak zijn met internationale afspraken en die naar verwachting grote maatschappelijke en bestuurlijke weerstand kennen.
- Door de consequenties van onzekerheden te kwantificeren met behulp van een probabilistisch model wordt zowel aan onderzoekers als bestuurders en beleidsmakers inzicht gegeven in de rol van onzekerheden. De keuze voor het wel of niet meenemen van onzekerheden kan vergaande gevolgen hebben voor het beleid.

In april van 2005 heeft het kabinet het standpunt ‘Tussenbesluit RBOS’ ingenomen. Hierin ziet het kabinet voor de Rijntakken af van de Ooijpolder en Rijnstrangen als noodoverloopgebied. Dientengevolge heeft het kabinet de reservering van deze twee gebieden geschrapt als noodoverloopgebied in beleidsnota's.

6 Referenties

- Geerse, C.P.M. (2003)** Invloed golven op effectiviteit noodoverloopgebied, Interpretatie van resultaten; RWS RIZA werkdocument 2004.161x.
- Kabinetsstandpunt Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas Kamerstuk 2003–2004**, 29384, nr. 1, Tweede Kamer.
- Kind, J. (2005)** Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas, Achtergrond-rapportage Kosten- en batenanalyse; RWS RIZA rapportage 2005.025.
- Kok, M., J.W. Stijnen, A. Barendregt, K. Heynert, A. Hooijer en J. Dijkman (2003)** Beperking van overstromingsrisico's langs de Bovenrivieren; een verkennende beleidsanalyse van rampenbeheersing en structurele maatregelen langs de Rijntakken; HKV LIJN IN WATER en WL|Delft Hydraulics rapport PR640.
- Luteijn, D., E. M. d'Hondt, J.P Bahlmann, G. Blom, J. van Dijk, J.C.M. Hovers en C. Veerman (2002)** Advies van de Commissie Noodoverloopgebieden, Gecontroleerd overstroom; Den Haag.
- Silva, W., R.M. Slomp, J.W. Stijnen en E. van Velzen (2005)** Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas, Achtergrondrapportage Veiligheid en Rivierkunde; RWS RIZA rapportage 2005.024.
- Stijnen, J.W., M. Kok en M.T. Duits (2002)** Onzekerheidsanalyse Hoogwaterbescherming Rijntakken. Onzekerheidsbronnen en gevolgen van maatregelen; HKV LIJN IN WATER rapport PR464.
- VNK (2005)** Veiligheid Nederland in Kaart, Hoofdrapport onderzoek overstromingsrisico's; HKV LIJN IN WATER, F. Havinga en M. Kok, Delft.
- WoW (1996)** Wet op de Waterkering.