VNK brengt gevolgen overstromingen in kaart

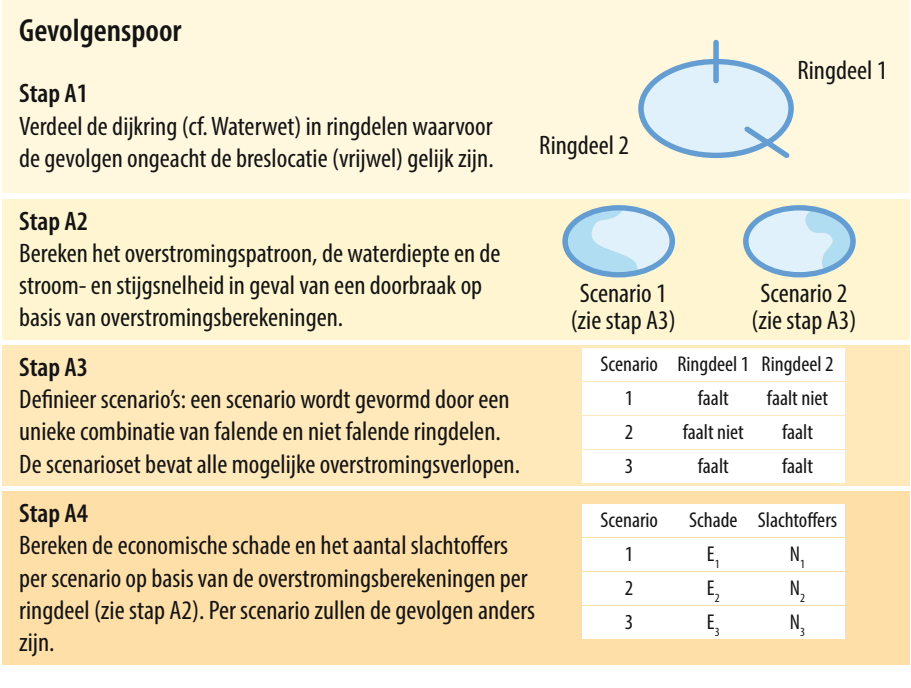
Het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) heeft een unieke, landelijk consistente 'overstromings'-dataset samengesteld in samenwerking met de provincies, die alle gegevens hebben verzameld en aangeleverd. Deze dataset geeft inzicht in de gevolgen van overstromingen bij verschillende omstandigheden. De dataset is te gebruiken voor de voorbereiding op een overstroming, de besluitvorming bij een (actuele) overstromingsdreiging en vraagstukken rondom de ruimtelijke inrichting van een gebied. Ook is deze data gebruikt ter onderbouwing van de nieuwe veiligheidsnormering.

J.K. LEENDERS / M. ZETHOF / M.L. DE JONG / D. SLAGTER

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), de Unie van Waterschappen (UvW) en het Interprovinciaal Overleg (IPO) heeft het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) het huidige overstromingsrisico in Nederland in kaart gebracht op basis van de (huidige) overstromingkansen en -gevolgen. Hierbij is het overstromingsrisico in kaart gebracht van de primaire A-keringen met als peiljaar 2015. Het overstromingsrisico is daarbij de uitkomst van de kans op een overstroming (het falen van een kering) gerelateerd aan de gevolgen (slachtoffers, rekening houdend met evacuatie en schade). Het risico wordt uitgedrukt in een slachtoffer- risico en een economisch risico.

IN 'T KORT - OVERSTROMINGSRISICO'S

- VNK heeft de overstromingsrisico's in Nederland in kaart gebracht
- Dit is gedaan met een dataset die volgens een standaard systematiek is samengesteld
- De gevolgen tussen, en binnen dijkringen, en bij verschillende belastingsituaties worden inzichtelijk
- Er zijn vier VNK-lessen te leren naar aanleiding van de verzamelde data



Figuur 1: Opzet gevolgenspoor in VNK.

Landelijk beeld

VNK heeft een landsdekkende set met gevolgen samengesteld op basis van de overstromingsberekeningen van de provincies, waarbij voor iedere dijkring dezelfde methodiek is gehanteerd (Figuur 1). In deze methode is iedere dijkring opgedeeld in ringdelen. Aanname hierbij is dat binnen een ringdeel het overstroomd gebied, het aantal slachtoffers en de schade vrijwel onafhankelijk zijn van de doorbraaklocatie. Per ringdeel zijn vervolgens overstromingsgevolgen bepaald bij verschillende belastingcombinaties (bijvoorbeeld verschillende terugkeertijden van de buitenwaterstand of een open of gesloten stormvloedkering). In een aantal gevallen zijn ook gevoeligheidsberekeningen gedaan om het effect van een parameter op de gevolgen te onderzoeken (bijvoorbeeld een kering met een kern die is opgebouwd uit klei versus een kern van zand).

Scenario's

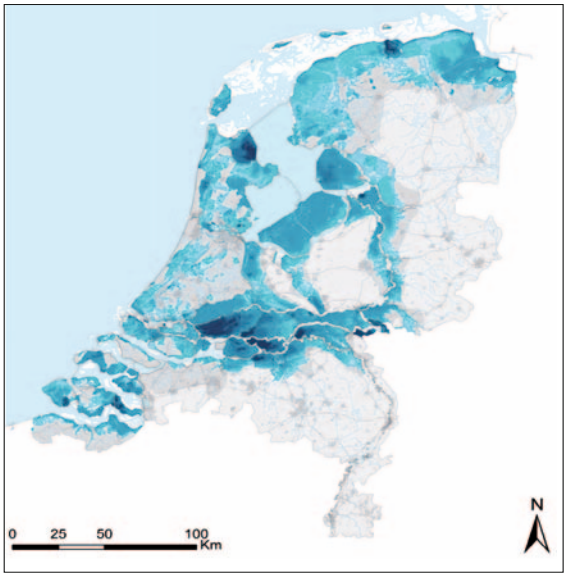
Voor elk overstromingsscenario is met de HIS-Schade en Slachtoffer Module (HIS-SSM; versie 2.5) het aantal slachtoffers en de schade berekend voor een aantal (preventieve) evacuatiestrategieën. Hiermee is de bandbreedte van slachtoffers in beeld gebracht van de situatie van een optimale evacuatie tot de situatie zonder evacuatie. In de praktijk wordt de effectiviteit van preventieve evacuaties vaak beperkt door de geringe voorspelbaarheid van overstromingen, de capaciteit van de aanwezige infrastructuur en de condities waaronder een evacuatie moet worden uitgevoerd, zoals hoge windsnelheden en sociale onrust.

In figuur 2 is de maximale waterdiepte per locatie weergegeven gebaseerd op alle overstromingsberekeningen die VNK heeft uitgevoerd. De figuur geeft een beeld van de gebieden die kunnen overstromen en de mate waarin (van enkele tientallen centimeters tot wel 5-6 meter). Hoe donkerder blauw, hoe groter de waterdiepte. Dit overstromingsbeeld is een samengesteld beeld voor heel Nederland en is geen daadwerkelijk overstromingscenario.

Lessons learned

VNK-lessen ten aanzien van gevolgen tussen dijkringen, binnen dijkringen en bij verschillende belastingsituaties zijn:

1. Er is een globale indeling in type dijkringgebieden te maken op basis van gevolgkenmerken: bakje, hellend vlak, variabel (bijvoorbeeld compartimenterend).
2. De exacte locatie van een doorbraak binnen een dijkring kan een groot effect hebben op de gevolgen van een overstroming.
3. De gevolgen van een overstroming vanuit rivieren en meren zijn relatief groot ten opzichte van een overstroming vanuit zee.
4. Het effect van variatie in de buitenwaterstand op de gevolgen van een overstroming is kleiner dan de variatie in de buitenwaterstand: bij een



Kentallen

Aantal dijkringen	57
Lengte waterkering	2762 km
Aantal ringdelen	520
Gemiddelde lengte per ringdeel	5,3 km
Minimum aantal ringdelen per dijkring	1
Maximum aantal ringdelen per dijkring	38

Legenda Maximale waterdiepte (m)

- < 0.1 m
- 0.1 - 1 m
- 1 - 2 m
- 2 - 4 m
- 4 - 5 m
- > 5 m

Figuur 2: Landelijk beeld van de gevolgen van een overstroming gegeven de aannames binnen VNK, met enkele algemene kenmerken van de database.

verhoging van de kans van voorkomen van een buitenwaterstand met een factor 10, zijn de gevolgen geen factor 10 groter.

Les 1: Globale indeling

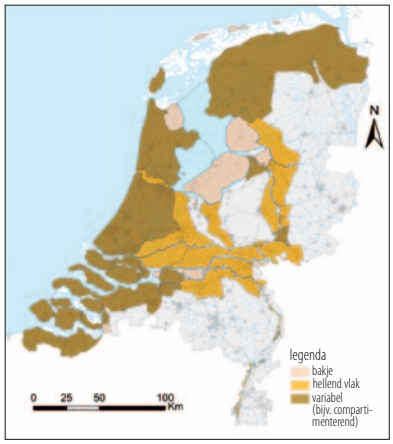
Op basis van de overstromingspatronen in de gevolgenset van VNK kunnen de dijkringgebieden globaal worden ingedeeld in drie verschillende types: bakje, hellend vlak of variabel (bijvoorbeeld compartimenterend). In figuur 3 zijn deze dijkringen in een afbeelding weergegeven en zijn per type een aantal overstromingskenmerken gegeven.

Les 2: Exacte locatie

Figuur 4 illustreert een voorbeeld van het verschil in overstromingspatroon bij een doorbraak van de dijken van de Lopiker- en Krimpenerwaard (dijkring 15) bij een maatgevende belasting voor twee verschillende doorbraaklocaties. In dit specifieke geval wordt het verschil vooral verklaard door de belastingsituatie. Dijkring 15 ligt in het overgangsgebied van invloed van rivier en zee. In de linkerfiguur (doorbraaklocatie Nieuwegein) is een situatie doorgerekend met een hoge rivierafvoer (duur 1 tot 2 weken). In de rechterfiguur (doorbraaklocatie Krimpen) is een situatie doorgerekend met een hydraulische belasting van een storm (duur 1 tot 2 dagen). Dit betekent dat bij een afvoer gedomineerde situatie veel langer water het gebied in kan stromen dan bij een storm gedomineerde situatie. Dit effect wordt nog versterkt doordat dijkring 15 een hellend vlak is, waarbij het instromend water bovenstrooms (Nieuwegein) naar het benedenstroomse deel wegstroomt (Krimpen).
Dit verschil in overstromingspatroon hoeft overigens niet te betekenen dat de gevolgen uitgedrukt in slachtoffers of schade ook kleiner zijn. Een storm is minder goed voorspelbaar dan een hoge afvoergolf, waardoor de kans dat evacuatie succesvol verloopt mogelijk kleiner is en hierdoor meer slachtoffers kunnen vallen.
Figuur 4 geeft maar één voorbeeld van een verschil in gevolgen tussen doorbraaklocaties. De gevolgenset van VNK laat zien dat de schade tussen de verschillende doorbraaklocaties meer dan een factor 1000 kan verschillen (bijvoorbeeld doorbraaklocatie bij hoge maaiveldligging versus dieper/lager gelegen maaiveld).

Les3: Rivier meer en zee

Figuur 5 geeft de gemiddelde schade per dijkring bij een overstroming bij maatgevende belastingsituatie voor alle dijkringen die bij VNK zijn onderzocht[1].



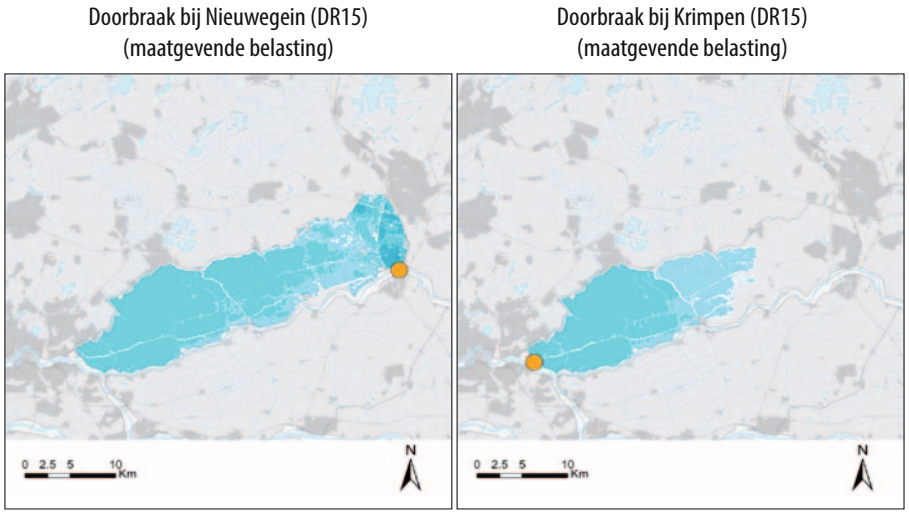
Type	Kenmerken overstroming
Bakje dijkring.	Bij het ontstaan van een doorbraak overstroomt nagenoeg de gehele De snelheid waarin deze overstroomt, wordt bepaald door de doorbraaklocatie en de belastingsituatie.
Hellend vlak	Bij het ontstaan van een bres stroomt water naar het laagste punt van de dijkring. Hoe meer de doorbraaklocatie bovenstrooms is gelegen hoe groter het overstroomd gebied.
Variabel (bijv. compartimenterend)	In deze dijkringen is het overstromingspatroon zeer variabel, het betreft grotere en gecompartimenteerde dijkringen, waarbij overstromingspatronen zich 'naast' elkaar kunnen bevinden. In deze dijkringen zal het effect van een meervoudige doorbraak, dat wil zeggen een overstroming met meerdere doorbraaklocaties een groter effect hebben op het overstroomd oppervlak en schade en slachtoffers dan bij het type 'bakje' of 'hellend vlak'.

Figuur 3: Indeling dijkringgebieden in drie types op basis van overstromingspatronen.

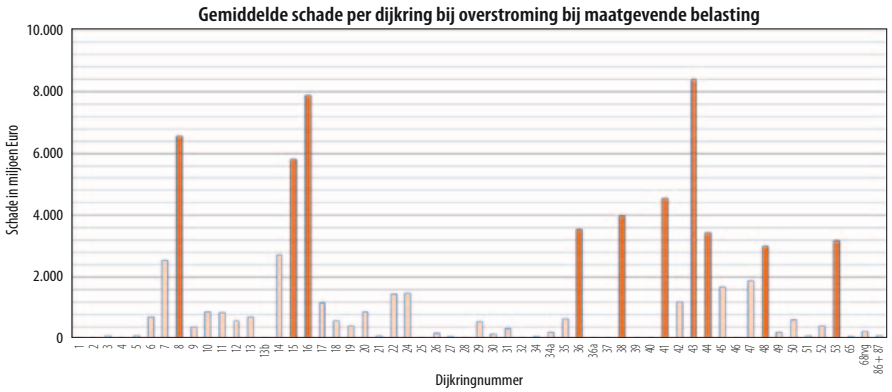
Opvallend is dat in de top 10 van dijkringen met de grootste schade het in 9 gevallen gaat om een dijkring met een rivier als buitenwater. Dit terwijl in de huidige normering, de norm voor de kust bijna een factor 10 strenger is dan die voor het rivierengebied. Dit verschil in gevolgen wordt verklaard door de belastingsituatie in combinatie met gebied specifieke kenmerken van het dijkringgebied. Bij een overstroming vanuit de rivier geldt over het algemeen dat er meer water het dijkringgebied in stroomt door (1) de langere duur van de verhoogde buitenwaterstand op de rivier, (2) de lager gelegen bodemligging ten opzichte van het buitenwater, waardoor er een diepere bres ontstaat en (3) een vaak minder gecompartimenteerd dijkringgebied dan langs de kust. De dijkringen uit de top 10 met een rivier als buitenwater zijn bovendien ook nog vrij grote dijkringen, met een hellend terrein waardoor er bij het ontstaan van een bres veel water over een groot oppervlak de dijkring in kan stromen.
Ook Flevoland (dijkring 8) komt voor in de top 10 van dijkringen met de grootste gevolgen. In dit geval is weliswaar de belastingduur van de buitenwatersituatie relatief kort (storm van 1 – 2 dagen), maar door de lage ligging van deze dijkring ten opzichte van het buitenwater wordt bij het ontstaan van een doorbraak de toevoer van water niet beperkt tot de stormduur.

Les 4: Buitenwaterstand

Figuur 6 geeft een voorbeeld van overstromingspatronen bij één doorbraaklocatie bij verschillende belastingsituaties: maatgevend en beneden- en bovenmaatgevend. In VNK zijn situaties doorgerekend die een factor 10 verschillen in terugkeertijd van de buitenwaterstand; dat wil zeggen dat er in de maatgevende situatie sprake is van een waterstand behorend bij de huidige normfrequentie van de dijkring en dat bij een boven- of benedenmaatgevende waterstand de kans van voorkomen respectievelijke een factor 10 groter of kleiner is. Figuur 6 laat de maximale waterdiepte zien voor een doorbraak bij Marshaven bij Zutphen (dijkring 50). Te zien is dat het overstromingspatroon bij een toenemende buitenwaterstand, logischerwijs ook toeneemt: het overstroomd oppervlak neemt toe en vaak neemt de waterdiepte in de overstroomde gebieden ook toe.
De toename in gevolgen, uitgedrukt in slachtoffers en schade, van maatgevend naar bovenmaatgevend is vaak veel minder dan een factor 10 (gemiddeld factor 2). De exacte factor verschilt natuurlijk per dijkring en doorbraaklocatie en er zijn geen significante verschillen te onderscheiden in deze factor tussen dijkringen met een dreiging vanuit, rivier, meer of zee. De resultaten van figuur 6 zijn weliswaar logisch, maar meer een uitzondering die de regel bevestigt. Over het algemeen zijn de effecten van de variatie in buitenwaterstand minder groot en meer zoals weergegeven in figuur 7.
Figuur 6 en figuur 7 geven overigens ook nog eens een illustratie van les 2: De exacte locatie van een doorbraak binnen een dijkring kan een



Figuur 4: Voorbeeld van variatie in overstromingspatronen binnen een dijkringgebied bij verschillende doorbraaklocaties.



Figuur 5: Gemiddelde schade per dijkring bij overstroming bij maatgevende belasting (top10 dijkringen met de grootste gevolgen zijn rood gekleurd).

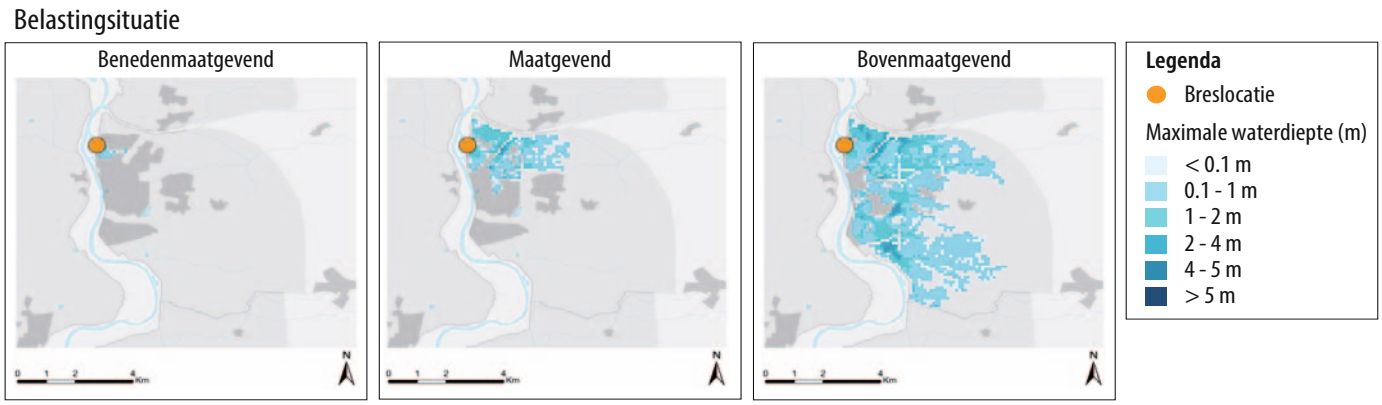
groot effect hebben op de gevolgen van een overstroming.

Breed gedragen

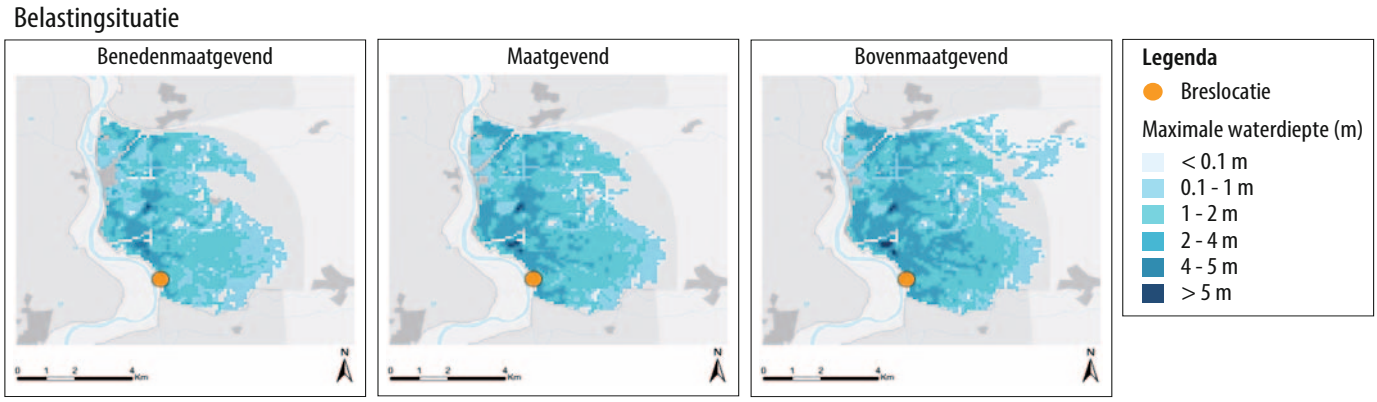
Dit artikel geeft kort enkele lessen weer die getrokken kunnen worden op basis van de landelijke set van gevolgen die VNK heeft opgeleverd. Het unieke van deze dataset is dat deze gedragen wordt door de beheerders, dat hij landsdekkend[2] is, volgens een standaard systematiek is samengesteld en kwalitatief goed is door uitgebreide toetsing onder andere door het ENW. De kennis, ervaring, informatie en data die binnen VNK is vergaard, is beschikbaar via de documentatie op de website van helpdeskwater, maar ook via het Kennisplatform Risicobenadering. Dit platform is een bundeling van specifieke kennisdragers van marktpartijen, Rijk en Deltares op het gebied van de risicobenadering (kpr@rws.nl) met als doel de beheerders te ondersteunen bij het toepassen van de nieuwe normen.

[ad 1] De gemiddelde schade is bepaald door de gemiddelde schade te nemen van de schade per ringdeel bij een maatgevende belasting.
[ad 2] In de provincie Limburg zijn in VNK 3 dijkringen geanalyseerd. Voor de overige dijkringen is eind 2014 en begin 2015 een overstromingsrisico-analyse op maat uitgevoerd door het Kennisplatform Risicobenadering.

Jakolien Leenders, Marit Zethof en Marjolein de Jong zijn allen adviseurs voor het projectbureau VNK en werkzaam bij het adviesbureau HKV lijn in water. Deon Slagter is technisch manager van VNK en werkzaam bij RWS WVL.



Figuur 6: Voorbeeld van variatie in overstromingspatronen binnen een dijkringgebied bij één doorbraaklocatie met verschillende buitenwatersituaties (voorbeeld betreft dijkring 50, doorbraaklocatie Marshaven).



Figuur 7: Voorbeeld van variatie in overstromingspatronen binnen een dijkringgebied bij één doorbraaklocatie met verschillende buitenwatersituaties (voorbeeld betreft dijkring 50, doorbraaklocatie Vierakker).