

Veiligheid Nederland in kaart

VNK2

Prioriteren met VNK2



VEILIGHEID NEDERLAND
IN KAART

PRIORITEREN MET VNK2

COLOFON

Dit is een publicatie van
Projectbureau VNK2

Document
HB 1729120

Datum
september 2012

Ontwerp
Laagland Communicatie

Oplage
500 exemplaren

INHOUD

1	VNK2: ACHTERGROND EN STAND VAN ZAKEN	5	BIJLAGE 1 UITGANGSPUNTEN VOOR BEREKENING BATEN EN KOSTEN VERSTERKINGS- MAATREGELN	20
2	HET PRIORITEREN VAN MAATREGELN MET VNK2	6		
2.1	ACHTERGROND	6		
2.2	KOSTENEFFECTIVITEIT VAN VERSTERKINGSMATREGELEN	6		
2.3	VOORBEELDEN VAN PRIORITEREN VAN VERSTERKINGSMATREGELEN MET VNK2	7		
2.4	HET GEBRUIK VAN VNK2-RESULTATEN VOOR PRIORITERING VAN nHWBP-MATREGELEN	10		
2.5	PRIORITERING VAN nHWBP-MATREGELEN MET DE VEREENVOUDIGDE BENADERING	13		
3	TOEPASSING RISICO- BENADERING VOOR OPTIMALISEREN INVESTERINGEN IN MEER- LAAGSVEILIGHEID	15		

In Nederland wordt sinds de jaren negentig gewerkt aan de ontwikkeling van een veiligheidsbenadering op grond van overstromingsrisico's. Om inzicht te verkrijgen in de overstromingsrisico's van alle dijkringen in Nederland is in het jaar 2006 het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK2) gestart. In de eerste fase is een systeemtoets uitgevoerd, gebaseerd op de risicoanalyses voor drie dijkringen. Vervolgens is een start gemaakt met het berekenen van de resultaten voor alle dijkringen. Dit heeft ertoe geleid dat in 2011 de resultaten van de eerste dijkringen zijn gepubliceerd. In 2012 zijn de resultaten van 27 dijkringen beschikbaar en in 2014 zullen de analyses van overstromingsrisico's voor alle 58 dijkringen gereed zijn. VNK2 is een initiatief van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, de Unie van Waterschappen, het Interprovinciaal Overleg. Rijkswaterstaat voert het project uit in samenwerking met kennisinstituten en ingenieursbureau's.

De overstromingsrisico's worden bepaald door de kansen op mogelijke overstromingen in een dijkkringgebied en de gevolgen hiervan. Hierbij worden de faalwijzen en faalkansen van de verschillende onderdelen van de waterkering en hun bijdragen aan de berekende overstromingskansen en -risico's, expliciet in beeld gebracht. Daarmee ontstaat ook concreet inzicht in mogelijke versterkingsmaatregelen en de effecten van deze maatregelen op het verminderen van overstromingskansen en -risico's.

De uitvoering van versterkingsmaatregelen brengt doorgaans hoge kosten met zich mee. Mede gezien de druk op uitvoeringsbudgetten is er sprake van een toenemende aandacht voor de kosteneffectiviteit van versterkingsmaatregelen. Bovendien kunnen aanzienlijke

kostenbesparingen worden gerealiseerd door maatregelen te prioriteren. De resultaten hiervan worden bijvoorbeeld toegepast op basis van hun kosteneffectiviteit bij het programmeren van het nieuwe Hoogwater Beschermingsprogramma (nHWBP). Ook bieden de VNK2-resultaten mogelijkheden voor het vaststellen van maatregelen waarmee een optimaal veiligheidsrendement kan worden behaald bij investeringen in meerlaagsveiligheid. Daarom besteedt VNK2 in deze publicatie specifiek aandacht aan het beoordelen van de kosteneffectiviteit van versterkingsmaatregelen en het prioriteren van maatregelen.

2

HET PRIORITEREN VAN MAATREGELLEN MET VNK2

2.1 Achtergrond

Het huidige hoogwaterbeschermingsbeleid is gebaseerd op overschrijdingskansen van waterstanden die waterkeringen veilig moeten kunnen keren. Hiervoor zijn normen vastgelegd in de Waterwet. Op basis van deze wet moet zesjaarlijks worden gecontroleerd of nog aan deze normen wordt voldaan. Bij de toetsing wordt gebruik gemaakt van een toetsvoorschrift dat rekening houdt met verschillende factoren en faalwijzen die van belang zijn voor het waterkerend vermogen van de kering.

De uitkomsten van de toetsing leiden tot een 'binaire' beoordeling van het waterkerend vermogen: 'de kering voldoet' of 'de kering voldoet niet'. Wanneer een kering niet voldoet, moeten er maatregelen worden getroffen om de onderdelen van de kering die niet voldoen te versterken.

In 2011 zijn de resultaten van de derde landelijke toetsing op veiligheid van de primaire waterkeringen beschikbaar gekomen. De derde toetsing had betrekking op in totaal 3767 km dijken, duinen en dammen die ons land langs de kust, rivieren en meren beschermen tegen overstroming. Ongeveer 61% van deze keringen voldoet aan de normen en van een klein deel (6%) is de toestand onbekend. Iets minder dan één derde deel (1225 km) voldoet niet aan de normen. Van de getoetste kunstwerken (sluizen, coupures, etc.) voldoet 23% niet aan de normen. Dit alles leidt tot een aanzienlijke versterkingsopgave, die vorm krijgt in het (n)HWBP. Met de uitvoering van het totale (n)HWBP zijn miljarden euro's gemoeid. Voor de uitvoering van de noodzakelijke maatregelen is jaarlijks 362 mln. euro beschikbaar. Dit betekent dat niet alle maatregelen direct kunnen worden uitgevoerd. Er moeten keuzes worden gemaakt over de uitvoeringsvolgorde van de maatregelen. Belangrijke overwegingen hierbij zijn de doelmatigheid en kosteneffectiviteit

van de maatregelen. In dit kader kan informatie uit VNK2 worden ingezet om maatregelen te prioriteren.

2.2 Kosteneffectiviteit van versterkingsmaatregelen

De kosteneffectiviteit van maatregelen wordt bepaald door de baten en de kosten van de versterkingsmaatregelen. Deze paragraaf beschrijft op hoofdlijnen hoe deze kosten en baten kunnen worden bepaald. In de bijlage is meer informatie opgenomen over de uitgangspunten die bij de berekeningen wordt gehanteerd.

Baten van versterkingsmaatregelen

VNK2 bepaalt het overstromingsrisico van dijkringen. Het overstromingsrisico wordt bepaald door de kans op een overstroming en de gevolgen van die overstroming. De gevolgen kunnen worden uitgedrukt in termen van economische schade en/of (dodelijke) slachtoffers. In deze publicatie worden slachtoffers buiten beschouwing gelaten. De baten van een verbetering worden alleen gerelateerd aan de vermeden economische schade.

VNK2 berekent de bijdragen van afzonderlijke dijkvakken en kunstwerken aan het overstromingsrisico van dijkkringgebieden. Op grond hiervan wordt duidelijk welke maatregelen getroffen kunnen worden en in welke mate deze preventieve maatregelen het overstromingsrisico reduceren. Deze reductie van het overstromingsrisico vormt een directe maat voor de baten van de versterkingsmaatregelen.

Aan de hand van baten en kosten van een verbetering kan het veiligheidsrendement worden uitgedrukt. Op deze manier kan een vergelijking worden gemaakt van verschillende maatregelen binnen een dijkkring, maar ook tussen verschillende dijkringen. Hoewel in deze publicatie steeds preventieve maatregelen

centraal staan kunnen verschillende typen maatregelen worden vergeleken. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om maatregelen die de kans op overstromingen verminderen door de aanleg of versterking van waterkeringen of om maatregelen die juist de gevolgen van een overstroming beperken, bijvoorbeeld door aanpassingen in de ruimtelijke inrichting of het verbeteren van evacuatiemogelijkheden.

Kosten versterkingsmaatregelen

De kosten van de versterkingsmaatregelen kunnen op verschillende wijzen worden bepaald.

Met behulp van kentallen kan met weinig inspanning en in korte tijd een indicatieve kostenraming worden gemaakt. Deze kentallen kunnen worden afgeleid uit afgeronde versterkingsprojecten. Bij het bepalen van kentallen zijn vooral de aard en omvang van de benodigde versterking en de ruimtelijke situatie van de waterkering (landelijke of stedelijke omgeving) van belang.

Er zijn ook meer geavanceerde hulpmiddelen ontwikkeld om te komen tot kostenschattingen van maatregelen. Het project KOSWAT (KOSTenraming WATERkeringen) heeft een instrumentarium ontwikkeld waarbij de kosten van maatregelen en maatregelpakketten worden bepaald op basis van algemene diagnoses en uitgangspunten voor het ontwerp. Ook zijn meer gedetailleerde ramingsmethoden zoals de Standaard Systematiek Kostenraming (SSK) beschikbaar. Beide instrumenten zijn door Rijkswaterstaat in samenwerking met verschillende marktpartijen ontwikkeld.

Bij het bepalen van de kosteneffectiviteit van versterkingsmaatregelen is veelal sprake van vrij grote sprongen

in de risicoreductie, aangezien overstromingskansen na het realiseren van versterking al snel met een factor 100 tot 1000 afnemen. Voor het bepalen van de kosten kan daarom in de regel met een vrij eenvoudige benadering op basis van algemene kostenkennallen worden volstaan. Voor het vaststellen van programmabudgetten zal er uiteraard wel in meer detail naar de kosten gekeken moeten worden.

2.3 Voorbeelden van prioriteren van versterkingsmaatregelen met VNK2

De resultaten van VNK2 maken het mogelijk een prioritering aan te brengen in de maatregelen die in het nHWBP zijn opgenomen. Dat wordt geïllustreerd aan de hand van de VNK2-resultaten voor dijkkring 12 (Wieringen) en dijkkring 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard). Naast een beschouwing van de kosteneffectiviteit van de versterkingsmaatregelen per afzonderlijke dijkkring, wordt ingegaan op de mogelijkheden voor een landelijke prioritering van maatregelen (over dijkringen heen) door het samenvoegen van de informatie over de versterkingsmaatregelen voor deze beide dijkringen.

Prioriteren versterkingsmaatregelen dijkkring 12 (Wieringen)

Dijkkring 12 kent een sterk landelijk karakter met relatief weinig bebouwing en infrastructuur. Figuur 1 geeft een impressie van de ligging en omvang van deze dijkkring. In de schematisering voor de VNK2-berekeningen zijn in totaal 30 dijkvakken onderscheiden met een totale lengte van ruim 32 km en drie kunstwerken (coupure bij Den Oever, gemaal Leemans en Stontelerschutsluis). Dit betreft alleen de categorie a-keringen.

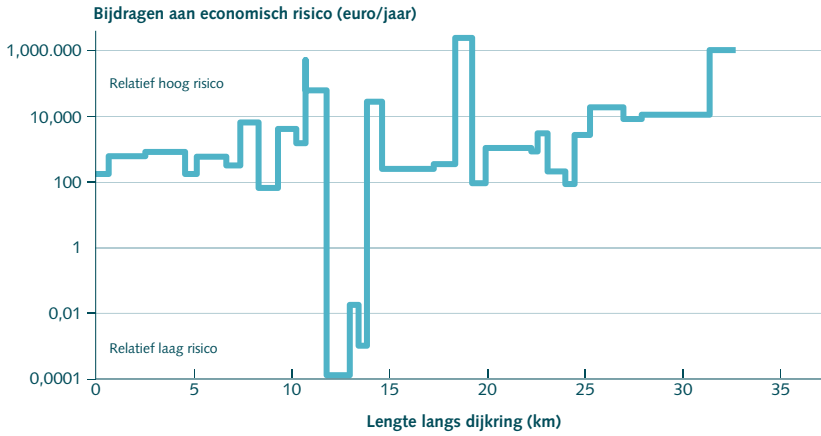


Figuur 1. Impressie van dijkkring 12 (Wieringen)

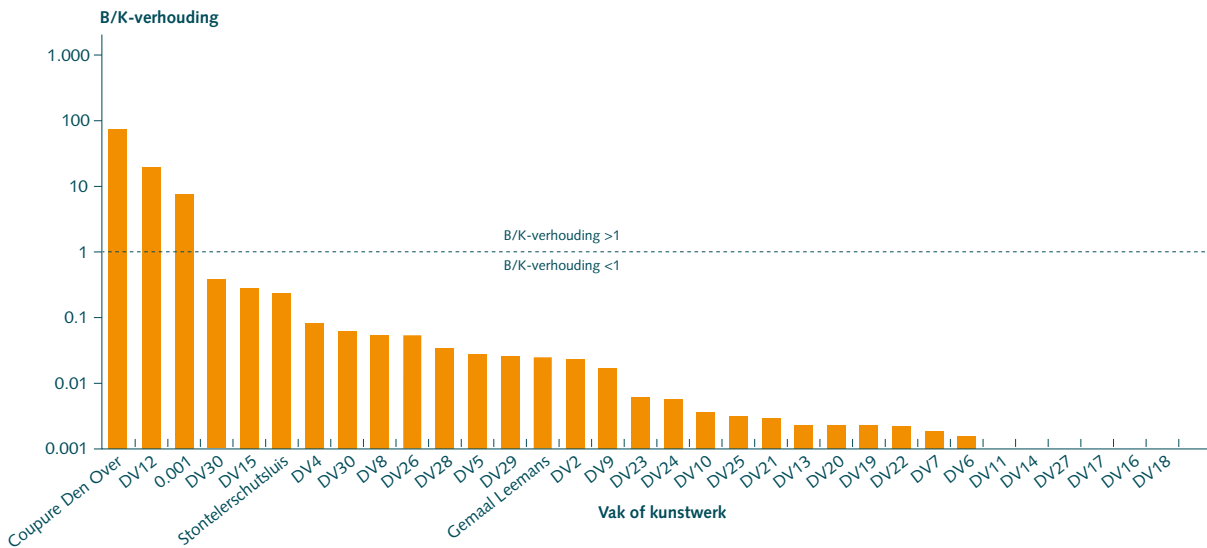
Voor elk dijkvak en kunstwerk is een berekening gemaakt van de risicoreductie die gerealiseerd wordt als het betreffende dijkvak of kunstwerk wordt versterkt. Hiervoor is de bijdrage van de beschouwde dijkvakken/kunstwerken aan het economisch risico berekend. Figuur 2 geeft een overzicht van het verloop van de berekende bijdrage van de beschouwde dijkvakken/kunstwerken aan het economisch risico, beginnend

in het noordwesten (linksboven) en eindigend in het zuidoosten (rechtsonder) bij het gemaal Lely. De figuur laat zien dat de berekende risicobijdragen per dijkvak aanzienlijk kunnen verschillen. De hoogste risicobijdragen liggen in de orde van 1 miljoen euro per jaar. De kleinste bijdrage is meer dan een miljard keer kleiner en heeft een verwaarloosbare omvang. Voor de meeste vakken liggen de bijdragen in de range van 100 tot 10.000 euro per jaar. De risicoreductie bij versterking van een vak of kunstwerk is (bij benadering) gelijk aan de bestaande bijdrage aan het economisch risico.

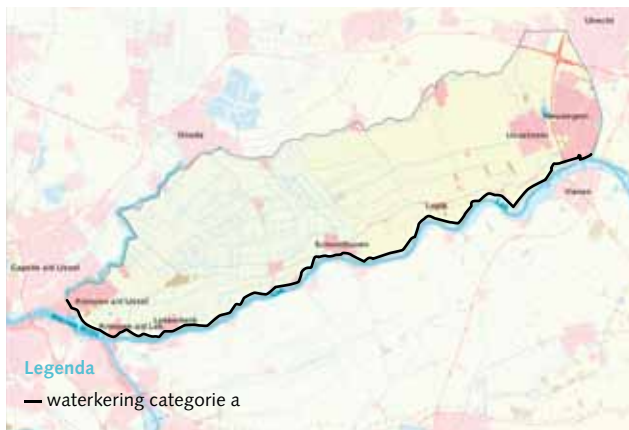
Daarnaast is een globale schatting gemaakt van de kosten van de versterkingsmaatregelen. Op basis van deze gegevens kunnen voor elk dijkvak en kunstwerk baten/kostenverhoudingen (B/K-verhouding) worden bepaald. Figuur 3 geeft (eveneens op een logaritmische schaal) een grafisch overzicht van de B/K-verhouding van de versterkingen van alle dijkvakken en kunstwerken. In de figuur zijn de vakken/kunstwerken geordend naar afnemende B/K-verhouding. De figuur laat zien dat er grote verschillen bestaan in de berekende B/K-verhouding. Indien de B/K-verhouding groter dan 1 is, zijn de baten van versterking hoger dan de kosten en is er sprake van een kosteneffectieve maatregel. In figuur 3 is te zien dat dit voor slechts drie versterkingen het geval is, namelijk voor de coupure te Den Oever, dijkvak 12 en dijkvak 1. Voor de overige vakken en kunstwerken zouden de versterkingsmaatregelen niet kosteneffectief zijn.



Figuur 2. Bijdragen economisch risico (per dijkvak) langs dijkkring 12 (Wieringen) van het noordwesten naar het zuidoosten



Figuur 3. B/K-verhouding versterking dijkvakken en kunstwerken dijkkring 12 (Wieringen)



Figuur 4. Impressie van dijkkring 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard)

Prioriteren versterkingsmaatregelen dijkkring 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard)

Figuur 4 geeft een impressie van de omvang en topografie van dijkkring 15. In deze dijkkring is sprake van een aanzienlijk grotere intensiteit van bebouwingkernen en infrastructurele voorzieningen, in vergelijking met dijkkring 12.

In de VNK2-schematisering van de dijkkring zijn 48 dijkvakken onderscheiden met een totale lengte van 47 km. Dit betreft alleen de categorie a-keringen. De kosteneffectiviteit van de versterking van deze dijkvakken is op soortgelijke wijze als voor dijkkring 12 bepaald. Figuur 5 geeft een overzicht van de berekende bijdragen aan het economisch risico, en daarmee van de potentiële baten van de versterking van de onderscheiden dijkvakken. Ook in dit geval zijn er aanzienlijke verschillen in de risicobijdragen per dijkvak. De hoogste risicobijdrage is in de orde van 30 miljoen euro per jaar.

De kleinste bijdrage is in de orde van 100 euro per jaar. Voor meer dan de helft van de lengte van de dijkkring geldt dat de risicobijdragen liggen in de orde van 0,5 tot 5 miljoen euro per jaar. De risicobijdragen zijn beduidend groter dan in het geval van dijkkring 12 (Wieringen). Dat wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt doordat bij het overstromen van dijkkring 15 meer economische schade ontstaat dan bij het overstromen van dijkkring 12.

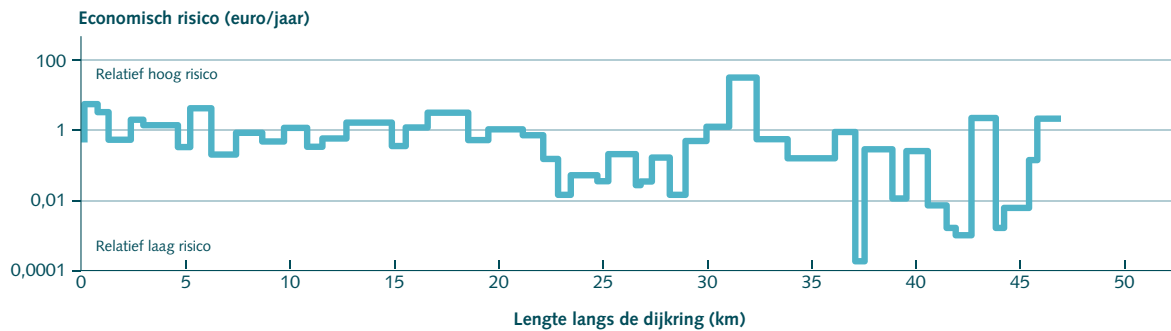
De B/K-verhouding van de versterkingen per dijkvak zijn grafisch weergegeven in figuur 6. Net als bij dijkkring 12 is er bij dijkkring 15 sprake van grote verschillen in de berekende B/K-verhouding. Voor iets meer dan de helft van de 48 dijkvakken is de B/K-verhouding groter dan 1.

Landelijke prioritering van maatregelen

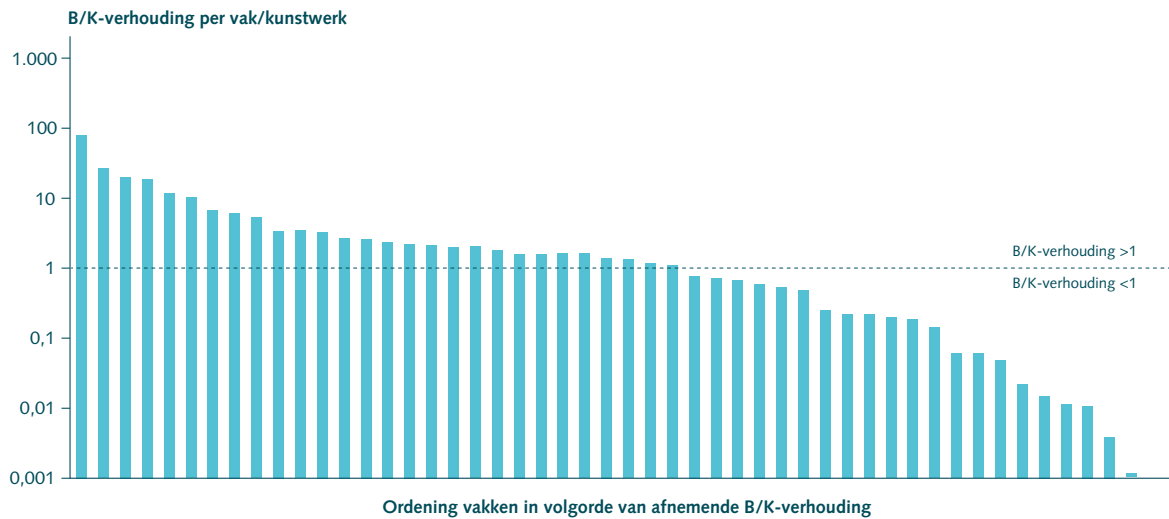
Aan de hand van de B/K-verhouding van de versterkingsmaatregelen per dijkkring wordt het mogelijk een prioritering uit te voeren over dijkkringen heen. Dit wordt geïllustreerd in figuur 7. Deze figuur geeft een overzicht van alle vakken/kunstwerken binnen de dijkkringen 12 en 15 waarvan de versterking een B/K-verhouding heeft die groter is dan 1. De drie vakken van dijkkring 12 staan in de top 10 van de hoogst renderende versterkingen. Deze prioritering kan worden uitgebreid over meer dijkkringen.

2.4 Het gebruik van VNK2-resultaten voor prioritering van nHWBP-maatregelen

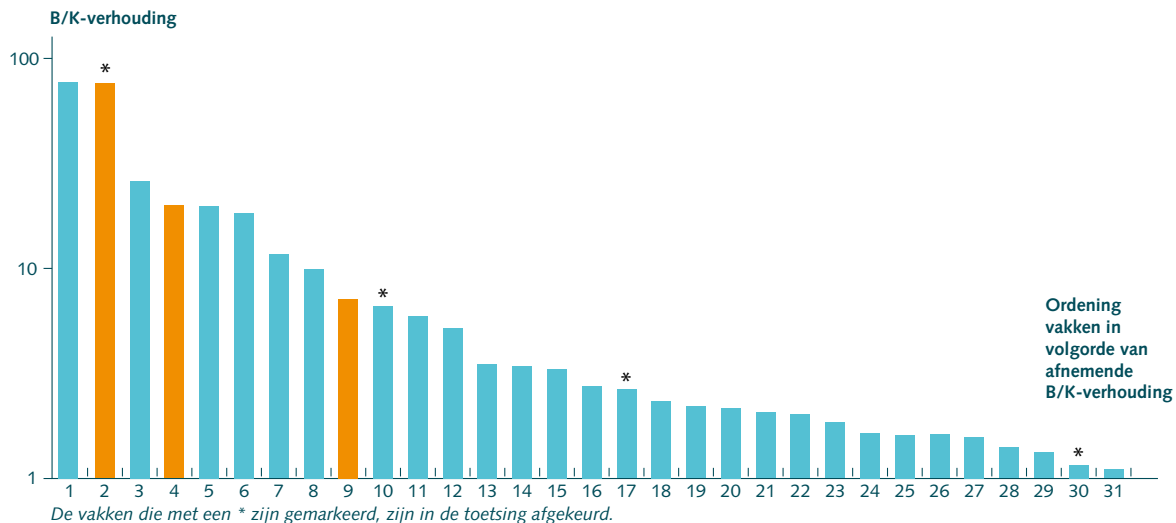
Het nHWBP bestaat uit maatregelen voor vakken die zijn afgekeurd in de derde toetsronde. Niet alle vakken die volgens de VNK2-methode als risicovol zijn aangemerkt, zijn in de derde toetsronde afgekeurd. In figuur 7 zijn de afgekeurde dijkvakken met een sterretje gemarkeerd. Voor dijkkring 12 geldt



Figuur 5. Bijdragen economisch risico dijkvakken langs dijkkring 15 van het oosten (Nieuwegein) naar het westen (Krimpen aan de Lek)



Figuur 6. B/K-verhouding versterking dijkvakken dijkkring 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard)



Figuur 7. De vakken in dijkringen 12 en 15 met een B/K-verhouding groter dan 1

dat van de drie vakken met een B/K-verhouding er slechts één is afgekeurd in de derde toetsronde. Voor dijkkring 15 zijn drie dijkvakken afgekeurd. Dat niet alle dijkvakken zijn afgekeurd, is een logisch gevolg van de verschillen in de benadering zoals gehanteerd in de toetsing en in VNK2. De toetsing is gericht op het vaststellen of een kering aan de huidige wettelijke normen voldoet. In de analyse van de VNK2-resultaten is op grond van een risicobenadering bepaald voor welke delen van de waterkering een versterking kosteneffectief zou zijn, los van de vraag of de kering aan de huidige normen voldoet.

De prioritering van maatregelen binnen het nHWBP richt zich alleen op vakken die in de toetsing zijn afgekeurd. Bij toepassing van de prioriteringsmethodiek voor de

nHWBP-maatregelen moeten de resultaten van deze beide benaderingen daarom worden gecombineerd. Voor de afgekeurde vakken kan gebruik worden gemaakt van de informatie over de B/K-verhouding van de versterking van dijkvakken op grond van de VNK2-resultaten. Bij de bepaling van de baten in VNK2 is een bovengrensbepaling gehanteerd, door er van uit te gaan dat door de versterking van het dijkvak de bijdrage aan het overstromingsrisico geheel wordt geëlimineerd. Op grond van de diagnose die in de toetsing is gesteld en de specificatie van de nHWBP-maatregelen moet worden bezien of deze benadering voor het bepalen van de baten acceptabel is. Met inachtneming van deze eventuele aanpassingen kan een prioritering van de nHWBP-maatregelen worden uitgevoerd. Een dergelijke prioritering kan naar behoefte

worden gemaakt per dijkkring, voor groepen van dijkkringen, of voor heel Nederland.

De prioritering van nHWBP-maatregelen op grond van de VNK2-methode vormt een technisch-inhoudelijke basis voor het bepalen van een rangorde van de versterkingsmaatregelen, cq projecten. Bij de uiteindelijke prioritering kunnen meer overwegingen een rol spelen, zoals specifieke maatschappelijke en politieke doelen, uitvoeringstechnische overwegingen, eerder gemaakte afspraken in het kader van aangegane verplichtingen en lopende programma's en verplichtingen die in het kader van de bestaande wet- en regelgeving zijn opgelegd.

2.5 Prioritering van nHWBP-maatregelen met de vereenvoudigde benadering

In de voorgaande voorbeelden zijn de maatregelen binnen twee dijkkringen geprioriteerd op basis van uitkomsten van VNK2. Om ondersteuning te kunnen bieden aan de prioritering van maatregelen binnen het nHWBP is het gewenst om over de resultaten voor alle dijkkringen te kunnen beschikken. De uitvoering van de VNK2-berekeningen voor alle dijkkringen in Nederland vindt echter gefaseerd plaats tot 2015. De berekeningen voor alle dijkkringen zijn daarom niet eerder dan eind 2014 beschikbaar. Bovendien zijn de categorie c-keringen¹ niet opgenomen in de scope van VNK2. Daarom wordt op basis van de beschikbare resultaten uit VNK2 en de daarbij verkregen inzichten een vereenvoudigde benadering ontwikkeld, om ook voor de dijkkringen waarvoor de resultaten nog niet beschikbaar zijn, zowel voor de categorie a- als c-keringen, een globale prioritering vast te kunnen stellen.

Op basis van de ervaringen en inzichten die tot dusver met VNK2 zijn opgedaan,

- kan een interpretatie worden gegeven van de mogelijke bijdrage van de verschillende faalmechanismen met een negatief toetsresultaat aan de faalkans van de kering;
- kunnen op grond van expert judgement en globale kengetallen die uit de al beschikbare VNK2-resultaten worden afgeleid, inschattingen worden gemaakt van overstromingskansen van nog niet berekende dijkvakken.
- kan selectief gebruik worden gemaakt van beschikbare VNK2-resultaten over de gevolgen van overstromingen voor gebieden met overeenkomstige kenmerken waarvoor nog geen resultaten beschikbaar zijn.

In aanvulling daarop kan gebruik worden gemaakt van globale schattingen van overstromingskansen, gevolgen en de kosten van maatregelen op grond van andere landelijke studies, zoals WV21.

Met deze inzichten kan voor de afgekeurde onderdelen van de waterkering een inschatting worden gemaakt van:

- de bijdrage aan de overstromingskans;
- de gevolgen van het optreden van een overstroming bij het falen van het betreffende onderdeel (economische schade en/of slachtoffers);
- de kosten van de versterkingsmaatregel(en).

De baten van een versterkingsmaatregel worden bepaald door door de reductie van de overstromingskans en de omvang van de gevolgen bij doorbraak. De hoogte van de kosten van versterkingsmaatregelen heeft een directe invloed op de B/K-verhouding. Door een beperkt aantal klassen te onderscheiden, kan een eenvoudig classificatiesysteem worden opgesteld, aan de hand waarvan een voorlopige inschatting van de potentiële baten van een dijkversterking kan worden gemaakt. Figuur 8 geeft een impressie van een dergelijk

¹ Categorie c-keringen zijn waterkeringen die indirect tegen het buitenwater beschermen.

Kans Gevolg (schade)	Laag	Middel	Hoog
Laag	Minst urgent		
Middel			
Hoog			Meest urgent

Figuur 8. Voorlopige bepaling van de potentiële baten op grond van de vereenvoudigde benadering

systeem. In dit systeem wordt een aantal klassen voor de bijdrage aan de overstromingskans onderscheiden en een aantal klassen voor het gevolg. Combinaties met een kleine kans en een klein gevolg betekenen dat de potentiële baten relatief klein zijn, combinaties van grote kans en gevolg dat de potentiële baten relatief groot zijn.

De ontwikkeling van de vereenvoudigde benadering vindt plaats in nauw overleg tussen de programmabureaus van VNK2 en nHWBP. Ook de dijkkringbeheerders zijn betrokken en brengen direct hun kennis en ervaring in. Een belangrijk voordeel van de toepassing van een vereenvoudigde benadering is dat de prioritering met simpele middelen en beperkte inspanningen kan worden uitgevoerd en dat de resultaten binnen korte tijd beschikbaar komen. De voorlopige prioritering op grond van de vereenvoudigde benadering kan met het geleidelijk beschikbaar komen van de resterende VNK2-resultaten verder worden aangescherpt en uiteindelijk worden gevolgd door een meer gedetailleerde, kwantitatieve

prioritering op grond van de volledige VNK2-resultaten. Zo wordt bij de prioritering op landelijk niveau een gefaseerde aanpak van grof naar fijn gevolgd en wordt de continuïteit van de aanpak en het gebruik van de beste beschikbare kennis en informatie gewaarborgd.

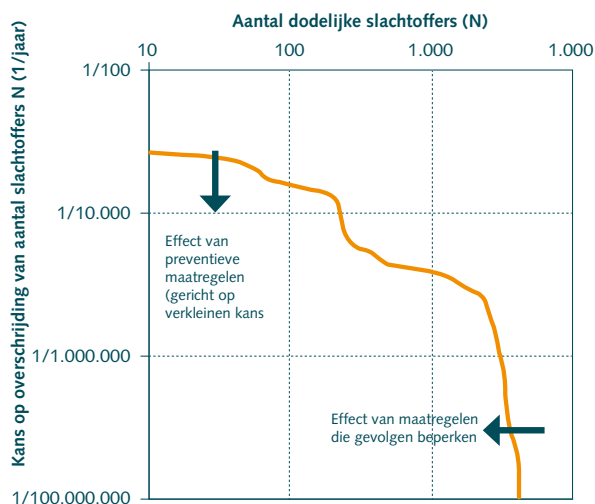
3 TOEPASSING RISICOBENADERING VOOR OPTIMALISEREN INVESTERINGEN IN MEERLAAGSVEILIGHEID

In het voorgaande is de risicobenadering van VNK2 en de toepassing hiervan voor het prioriteren van maatregelen die in het nHWBP zijn opgenomen, toegelicht. De risicobenadering en resultaten van VNK2 kunnen echter ook in breder perspectief binnen het huidige en toekomstige waterveiligheidsbeleid worden toegepast. Hierbij staan de mogelijkheden om de effecten van verschillende maatregelen binnen de meerlaagsveiligheid (preventie, ruimtelijke ordening en rampenbeheersing) te kunnen uitdrukken in termen van de reductie van het overstromingsrisico centraal. Hiermee wordt een algemeen toepasbare basis geboden voor de beoordeling, afweging en selectie van maatregelen op grond van kosteneffectiviteit.

Het overstromingsrisico kan worden bepaald in termen van economisch risico en slachtofferrisico's. Het economisch risico wordt uitgedrukt in de verwachtingswaarde van de jaarlijks optredende economische schade. Het slachtofferrisico kan worden uitgedrukt als de kans per jaar dat een aanwezige persoon op een bepaalde locatie in een dijkkringgebied als gevolg van een overstroming overlijdt. Dit risico wordt het Lokaal Individueel Risico of LIR genoemd. Ook kan de jaarlijkse kans worden bepaald op het optreden van een overstroming waarbij sprake is van ten minste N slachtoffers, voor verschillende waarden van N (bijv. 10, 100, 1000). Dit risico wordt het groepsrisico genoemd. Op basis van deze gegevens kan ook het jaarlijks te verwachten aantal slachtoffers worden bepaald. Zo kan op verschillende manieren kwantitatief uitdrukking worden gegeven aan de risicoreductie als gevolg van mogelijke maatregelen en de daarmee te bereiken economische en maatschappelijke baten.

De VNK2-berekening van het overstromingsrisico is gebaseerd op een gedetailleerde beschouwing van de kansen en gevolgen van mogelijke overstromingen. Daarbij kunnen alle onderdelen van de meerlaagsveiligheid worden beschouwd. Preventieve maatregelen zijn gericht op het verkleinen van de kans op een overstroming. Hierbij gaat het om een scala van mogelijke versterkingsmaatregelen van bestaande keringen, maar ook om andere veiligheidsconcepten zoals het geven van meer ruimte aan de rivier en het gebruik van dynamische overgangszones ter beperking van de hydraulische belasting.

Maatregelen die leiden tot het beperken van de gevolgen betreffen onder andere het aanpassen van de ruimtelijke inrichting, het beperken van de schadegevoeligheid van gebouwen en infrastructuur, de aanleg van terpen en het verminderen van het aantal slachtoffers door de aanleg van vluchtplaatsen en de verbetering van evacuatiemogelijkheden. Met het VNK2-instrumentarium zijn alle mogelijke maatregelen met elkaar te vergelijken. Hierbij kan inzicht gegeven worden in de risicoreductie en kosteneffectiviteit van verschillende ingrepen. In figuur 9 is op schematische wijze aangegeven hoe verschillende maatregelen het groepsrisico beïnvloeden.



Figuur 9. Effect van preventieve maatregelen (verticaal) en gevolgbeperkende maatregelen (horizontaal) op het groepsrisico

Meerlaagsveiligheid in dijkkring 36 (Land van Heusden/de Maaskant)

In de gebiedspilot meerlaagsveiligheid² is de systematiek toegepast door de kosten en effecten van een aantal risicobeperkende maatregelen in dijkkring 36 Land van Heusden/de Maaskant te vergelijken voor het jaar 2040. Daarbij zijn de volgende situaties beschouwd:

1. Er worden geen maatregelen getroffen, hierbij is de overstromingskans groter dan 1/100 per jaar – vooral door het faalmechanisme piping. Dit is berekend in VNK2;
2. Er vindt traditionele dijkversterking over de hele dijkkring plaats, hierdoor reduceert de overstromingskans tot 1/1.250 per jaar;

² De gebiedspilot meerlaagsveiligheid is uitgevoerd door Oranjewoud & HKV Consultants

3. Er worden vluchtplaatsen aangelegd en de mogelijkheden voor preventieve evacuatie worden verbeterd. Zo wordt het gemiddelde aantal slachtoffers bij overstroming beperkt;
4. Er wordt een combinatie van maatregelen getroffen gericht op Den Bosch en omgeving: het betreft lokale versterking van keringen (de zwakste 35 km), lokale aanleg van vluchtplaatsen en verbetering van evacuatiemogelijkheden;
5. Er worden over de gehele dijkkring deltadijken aangelegd.

De risicoreductie die met de verschillende maatregelen wordt uitgedrukt in de verwachtingswaarde van de economische schade per jaar en van het aantal slachtoffers per jaar. Economische ontwikkelingen leiden tot een toename van de verwachtingswaarde van de economische schade in het jaar 2040 ten opzichte van 2006. Het reduceren van de overstromingskans door het treffen van traditionele versterkingsmaatregelen over de gehele dijkkring (maatregel 2) leidt tot een evenredige vermindering van het economisch risico en het slachtofferrisico. De aanleg van vluchtplaatsen en de verbetering van de mogelijkheden voor preventieve evacuatie (maatregel 3) heeft uitsluitend effect op de verwachtingswaarde van het aantal slachtoffers. Met het treffen van selectieve maatregelen voor het dichtbevolkte stedelijke gebied in de omgeving van Den Bosch (maatregel 4) worden risicoreducties bereikt die vergelijkbaar zijn met versterkingsmaatregelen over de gehele dijkkring (maatregel 2). Met de aanleg van deltadijken (maatregel 5) worden de kansen van een doorbraak zeer sterk gereduceerd. De resterende risico's voor deze optie worden veroorzaakt door situaties waarin water over de deltadijken stroomt met beperkte schade in het gebied en door scenario's met een (zeer) kleine kans van doorbraak van de deltadijk die gepaard gaan met grote gevolgen.

SITUATIE / MAATREGEL	KOSTEN MAATREGEL	VERWACHTINGS- WAARDE ECONOMISCHE SCHADE (M€/JAAR)	VERWACHTINGS- WAARDE SLACHTOFFERS (SLACHTOFFER/JAAR)
Uitgangssituatie 2006: overstromingskans > 1/100 per jaar	-	30,9	0,59
Situatie 2040			
1. Geen maatregelen: overstromingskans > 1/100 per jaar	-	54,4	0,59
2. Reductie overstromingskans tot 1/1250	Hoog	8,9	0,11
3. Vluchtplaatsen + preventieve evacuatie	Gemiddeld	54,4	0,04
4. Combinatie maatregelen omgeving Den Bosch	Hoog	10,2	0,07
5. Aanleg deltadijken	Zeer hoog	0,2	0,01

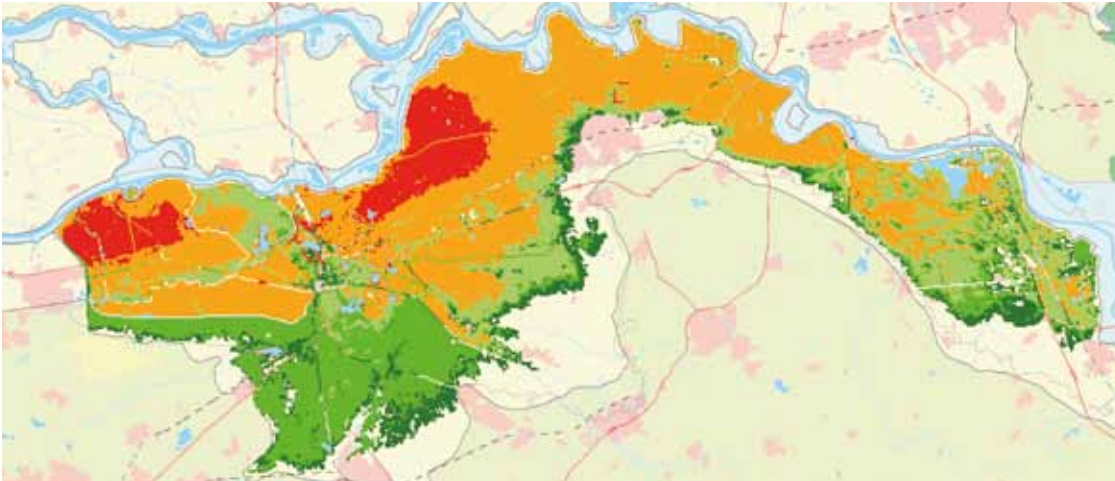
Tabel 1. Overzicht risicoreductie door verschillende typen maatregelen voor dijkkring 36

Naast de risicoreductie als gevolg van de maatregel moeten ook de kosten van maatregelen worden beschouwd. In dit voorbeeld reduceert de optie deltdijken het risico sterk, maar alleen tegen zeer hoge kosten. Op basis van een nauwkeurige(r) bepaling van de kosten en de risicoreductie kan een vergelijking worden gemaakt van de kosteneffectiviteit (ofwel het veiligheidsrendement) van de diverse ingrepen.

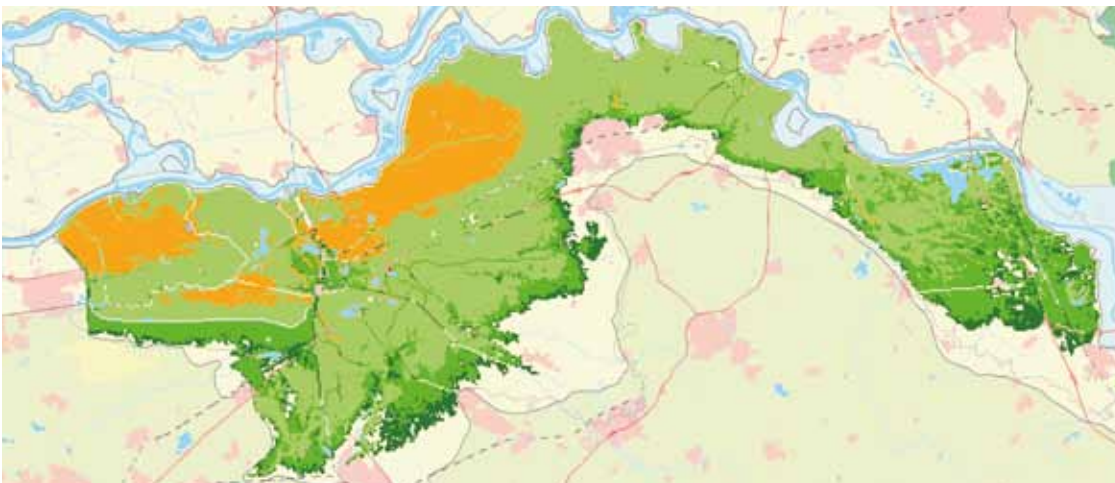
Tabel 1 geeft een overzicht van de effecten. Ter vergelijking zijn deze effecten ook toegevoegd voor het jaar 2006.

Met behulp van de risicoberekeningen kan ook een gedetailleerd ruimtelijk beeld van de effecten van de verschillende maatregelen op het slachtofferrisico worden gegeven. De figuren 10a t/m d geven een vergelijkend overzicht van het berekende Lokaal Individueel Risico voor de bovengenoemde maatregelen 1 t/m 4 voor de situatie in 2040.

In de toekomst kunnen de uitkomsten van VNK2 en andere studies naar overstromingsrisico's verder worden ingezet om de effecten van diverse alternatieven in het kader van meerlaagsveiligheid te evalueren.

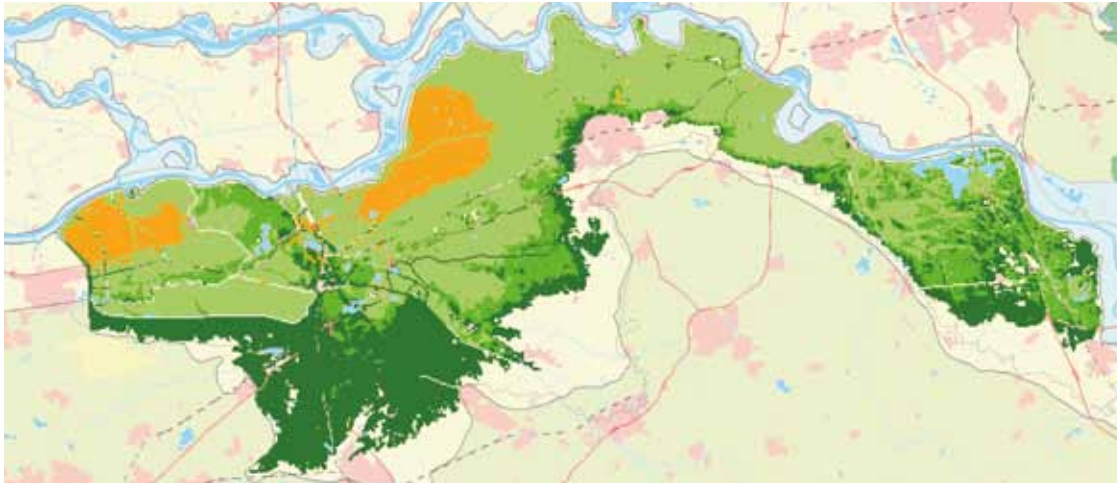


10a 1: geen maatregelen

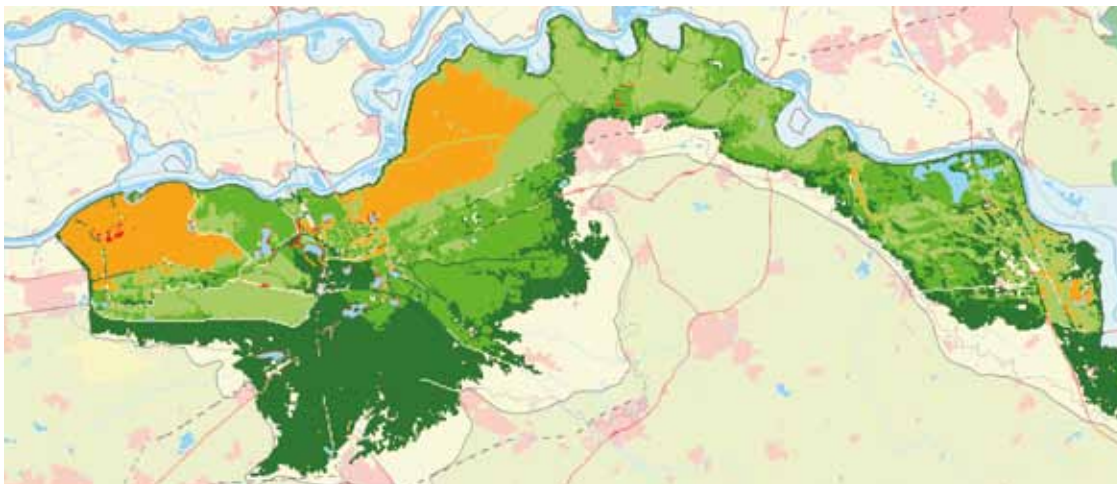


10b Maatregel 2: reductie overstromingskans tot 1/1.250

Figuur 10. Slachtofferrisico (LIR) voor verschillende maatregelen in dijkkring 36 in situatie 2040



10c Maatregel 3: vluchtplaatsen + preventieve evacuatie



10d Maatregel 4: combinatie maatregelen omgeving Den Bosch

BIJLAGE 1

UITGANGSPUNTEN VOOR BEREKENING BATEN EN KOSTEN VERSTERKINGSMAATREGELEN

Per dijkvak en kunstwerk wordt in VNK2 een faalkans berekend. De faalkans is de kans dat het betreffende dijkvak of kunstwerk bezwijkt waardoor een overstroming zal optreden. De aard en omvang van de overstromingen die in een dijkringgebied kunnen optreden zijn afhankelijk van de locatie van het bezwijken van de kering. Binnen de dijkring wordt een aantal aaneengesloten dijkringdelen onderscheiden waarvoor geldt dat bij het falen van de kering op een willekeurige plaats in het dijkringdeel een in omvang en overstromingsverloop vergelijkbare overstroming zal optreden.

Voor de berekening van de baten en kosten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Per dijkringdeel wordt de economische schade bepaald van de overstroming die optreedt bij het bezwijken van de kering in het betreffende dijkringdeel. Voor deze schadeberekening is uitgegaan van een waterstand gelijk aan het toetspeil.
- De verwachtingswaarde van de bijdrage per dijkvak of kunstwerk aan het economisch risico (€/jaar) wordt bepaald door vermenigvuldiging van de faalkans per dijkvak of kunstwerk (kans/jaar) met de economische schade (€) van de overstroming die ontstaat bij het bezwijken van de kering in het dijkringdeel waartoe het dijkvak/kunstwerk behoort.
- De risicoreductie als gevolg van het treffen van een versterkingsmaatregel in een dijkvak of kunstwerk wordt gelijk gesteld aan de bijdrage van het dijkvak/kunstwerk aan het economisch risico.
- De totale baten volgen uit de contante waarde van de jaarlijkse risicoreductie. Voor de berekening van de contante waarde wordt uitgegaan van een oneindige tijdhorizon en een discontovoet minus een economisch groeipercentage van 2,5% per jaar. De contante waarde volgt uit het quotiënt van de jaarlijkse risicoreductie en dit percentage van 2,5%. De contante waarde volgt uit het quotiënt van de jaarlijkse risicoreductie en de netto discontovoet.

- Voor de kostenbepaling van de versterking per dijkvak is uitgegaan van eenheidskosten per km dijkvak als volgt:
 - 5 miljoen €/km (excl. BTW) voor dijkversterkingen waarvoor grondconstructies mogelijk zijn;
 - 12 miljoen €/km (excl. BTW) voor dijkversterkingen waarvoor, door de aanwezigheid van lintbebouwing, constructieve maatregelen (zoals damwanden of diepwanden) moeten worden toegepast.
- Voor de versterking van kunstwerken zijn de kosten gebaseerd op een directe, grove inschatting per kunstwerk.

Gezien de hier gehanteerde aannamen is sprake van een vereenvoudigde berekening die als benadering van de werkelijke baten en kosten moet worden opgevat. De berekende baten vormen daarbij een bovengrens van de werkelijke baten van de versterking van het dijkvak/kunstwerk. Dit vindt zijn oorzaak in de aannamen dat:

- Door het treffen van versterkingsmaatregelen de bijdrage van het betreffende vak of kunstwerk aan het overstromingsrisico tot nul wordt gereduceerd.
- Bij het hanteren van de faalkansen per dijkvak/kunstwerk als basis voor de bepaling van de vermindering van het overstromingsrisico geen rekening wordt gehouden met afhankelijkheden in het falen van de vakken per dijkringdeel die tot een reductie van de vermindering van het risico kunnen leiden.

Door de grote spreiding in de risicobijdragen per dijkvak en kunstwerk is er veelal sprake van grote verschillen tussen de B/K-verhouding van de versterkingsmaatregelen, zoals ook blijkt uit de voorbeelden in deze publicatie. Dit rechtvaardigt het gebruik van een vereenvoudigde aanpak voor de berekening van de baten en kosten. Het effect van deze vereenvoudigingen is doorgaans klein in verhouding tot de onderlinge verschillen die tussen de dijkvakken en kunstwerken bestaan.

KIJK VOOR MEER INFORMATIE OP WWW.HELPDESKWATER.NL/VNK2 OF BEL 0800 - 6592837



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Interprovinciaal Overleg



 UNIE VAN WATERSCHAPPEN