

MIRT-onderzoek Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht

Inhoudelijk synthesedocument



Inhoud

Samenvatting 2

1	Inleiding	4
1.1	Opdracht en kader	4
1.2	Verantwoording	5

DEEL I: STRATEGIE OM DE OPGAVE TE REALISEREN

2	Veiligheidsopgave	7
2.1	Opgave op basis van de nieuwe normen	7
2.2	Opgave op basis van de potentiële dreiging en impact	8
2.3	Bijzonderheden die aanleiding geven voor meerlaagse aanpak	11
3	Strategie Zelfredzaam Eiland	13
3.1	Ambitie van een Zelfredzaam Eiland	13
3.2	Strategie voor het keringenstelsel	13
3.3	Waterveiligheidsplan	15
3.4	Uitvoeringsagenda	17

4 Conclusies over de strategie Zelfredzaam Eiland 19

DEEL II: KENNIS EN INNOVATIE VOOR DE STRATEGIE

5	Ontwikkeling van de strategie voor het keringenstelsel	21
5.1	Stappen om de strategie te bepalen	21
5.2	Veiligheidsbeoordeling van de Voorstraat als kunstwerk	21
5.3	Quick scan naar de sterkte van de regionale keringen	22
5.4	Validatie van de nieuwe norm voor de Zuidrand	24
5.5	Effectbeoordeling voor de slimme combinatie	24
5.6	Effectbeoordeling voor aanvullende maatregelen	26
6	Ontwikkeling van het waterveiligheidsplan	30
6.1	Stappen om het waterveiligheidsplan op te stellen	30
6.2	Uitwerking van de meest effectieve evacuatiestrategie	30
6.3	Uitwerking van de meest optimale prioritering	31
6.4	Uitwerking van de uitvoerbaarheid van het redden en vluchten	34
7	Ontwikkelde innovaties in methoden	37
7.1	Veiligheidsfilosofie voor een stelsel van keringen	37
7.2	Versimpelde risicoberekening voor een stelsel van keringen	38
7.3	Storylines voor de reddingsopgave na een overstroming	39
8	Conclusies over kennis en innovatie	42
9	Referenties (achtergronddocumenten)	44

Bijlage A: Opdrachtomschrijving voor dit MIRT-onderzoek 45

Colofon

Samenvatting

Op basis van het MIRT-onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' van 2014 - 2015 is de strategie Zelfredzaam Eiland als kansrijk beoordeeld. Deze strategie bestaat uit een pakket van maatregelen uit alle drie de veiligheidslagen: verticale evacuatie (laag 3), compartimentering (laag 2), rekening houden met de coupure- en vloedschotten langs de Voorstraat en aanpassing van het normvoorstel voor de primaire waterkeringen als onderdeel van een slimme combinatie (laag 1). In het vervolg MIRT-onderzoek 'Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht' zijn deze maatregelen nader geanalyseerd op haalbaarheid.

De slimme combinatie, waarbij maatregelen en eisen aan de compartimentering leiden tot één klasse minder strenge norm voor de primaire waterkeringen, is in eerste instantie als kansrijk beoordeeld. Echter, in het vervolg MIRT-onderzoek is de huidige sterkte van de compartimenteringskeringen met een QuickScan nader geanalyseerd, waaruit blijkt dat (i) deze zeer waarschijnlijk onvoldoende is voor een slimme combinatie en (ii) de hiervoor benodigde versterking tot hogere investeringskosten leidt dan op de primaire keringen kan worden bespaard. De analyse is gereviewd door het Kennis Platform Risicobenadering (KPR). Daarmee is de slimme combinatie vervallen.

Uit de nadere analyse van de huidige sterkte van de compartimenteringskeringen blijkt dat deze waterstanden tot ca. 1,8 m +NAP (met een marge van 1,5 tot 2,2 m +NAP) kunnen keren. Door dit als brescriterium in het overstromingsmodel op te nemen zijn de gewogen gevolgen voor de Zuidrand (dijktraject 22-1) opnieuw bepaald en is gecontroleerd of de op basis daarvan berekende normspecificatie (uit een MKBA-analyse) zou moeten leiden tot een advies de wettelijke norm voor dit traject aan te scherpen. Het blijkt dat het nieuwe inzicht in de huidige sterkte van de compartimenteringskeringen geen aanleiding is voor een advies de huidige norm voor de Zuidrand te wijzigen.

De compartimenteringskeringen op het Eiland van Dordrecht zijn in de Waterverordening Zuid-Holland opgenomen met een behoudsnorm, waarbij is vastgelegd dat dat het (theoretisch) profiel zoals dit in de legger van de waterschappen is opgenomen moet worden gehandhaafd. Het huidig beheer en onderhoud dient te worden voortgezet, waarbij het profiel van de keringen niet mag worden aangetast. In de toelichting is opgenomen dat als uit het MIRT-onderzoek voor Dordrecht blijkt dat een deel van deze keringen uiteindelijk de status van regionale kering niet hoeft te behouden dit nader zal worden bekeken. In het MIRT-onderzoek "Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht" zijn enkele strategieën beschouwd waarbij delen van de compartimentering worden versterkt en/of afgegraven. Daarbij is ook een combinatie met doorlaatwerken in de compartimentering en een uitlaat op de zuidpunt meegenomen. Deze strategieën zijn niet kansrijk bevonden. Dit MIRT-onderzoek is daarom geen aanleiding om de Provincie Zuid-Holland te adviseren de Waterverordening op dit punt aan te passen.

De bijzondere situatie doet zich hier voor dat het waterschap bij de afgelopen dijkversterkingen een extra investering heeft gedaan voor een hoger minimaal beschermingsniveau (ten opzichte van de oude norm). Dit heeft op een aantal dijksecties rond het Eiland van Dordrecht geleid tot een extra sterke dijk ten opzicht van de oude norm. Mogelijk biedt dit de kans om zonder extra investering het beschermingsniveau voor Dordrecht op een hoger niveau te handhaven dan de nieuwe Waterwet voorschrijft. Het advies is daarom om de mogelijkheden te verkennen om de gerealiseerde extra veiligheid voor het Eiland van Dordrecht toekomstbestendig te borgen.

Grootschalige dijkversterking in grond langs de Voorstraat is complex en zeer duur omdat deze primaire waterkering bebouwd is met veelal monumentale panden (inclusief 192 Rijksmonumenten). Door de bijdrage van vloed- en coupureschotten mee te nemen bij de beoordeling van de veiligheid (conform het WBI) van de Voorstraat kan de opgave naar verwachting tot na 2050 worden uitgesteld. Daarvoor is het wel noodzakelijk eisen te stellen aan de betrouwbaarheid van de sluiting en deze eisen bestuurlijk vast te leggen. Met de maatregel vervalt de aanleiding voor een slimme combinatie.

In het MIRT-onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' is gekozen voor verticale evacuatie als vertrekpunt voor evacuatie. Hierbij zoeken mensen binnen het (potentieel) overstroomd gebied een schuilplaats, ofwel in de eigen woning ofwel in een publieke shelter. In dit vervolg MIRT-onderzoek is de voorkeursstrategie voor evacuatie geoperationaliseerd door een Deze conclusie is gebaseerd op de geïnventariseerde levensmiddelen en medicijnvoorraden bij mensen thuis, de aanwezige reddingsmiddelen en in aanmerking nemend dat nog aanvullende maatregelen genomen kunnen worden door de overheid en mensen zelf.

Voor extra veiligheid tegen overstroming is in het MIRT-onderzoek voor Dordrecht als eerste gebied in Nederland een flexibele evacuatiestrategie uitgewerkt op basis van de handreikingen Impactanalyse en Handelingsperspectieven. Deze strategie bestaat uit een voorstel over de wijze van evacueren en het beslissen over evacueren bij een dreigende overstroming. Bovendien is gekeken naar de uitvoerbaarheid van het redden en vluchten na een overstroming. Het opstellen van de evacuatiestrategie leidt voor het Eiland van Dordrecht tot een investeringsagenda. De gemeente Dordrecht, Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid, waterschap Hollandse Delta, provincie Zuid-Holland en de Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid werken aan de invulling van deze investeringsagenda met maatregelen in de ruimtelijke inrichting en de crisisbeheersing om de gekozen evacuatiestrategie mogelijk te maken en te bekostigen.

De partijen hebben de ambitie om verder inzichten te ontwikkelen over hoe de ruimtelijke inrichting en crisisbeheersing verbeterd kunnen worden. Zo heeft een eerste verkenning ten aanzien van waterstanden die horen bij de opschalingscriteria, rekening houdend met de nieuwe kennis van waterkeringen, aangetoond dat het verstandig is de opschaling te herijken voor evacuatie. Op basis van de huidige verkenning blijkt dat bij opschalen tot code rood het moment al is gepasseerd waarop het besluit tot evacuatie rendabel is. Vanuit de investeringsagenda wordt aanbevelen om dit verbeterpunt te agenderen bij het Departementaal Coördinatiecentrum Crisisbeheersing (DCC). Onderdeel van de investeringsagenda is bovendien het actualiseren van de dreigingsscenario's en effecten. Voor dit MIRT-onderzoek zijn schattingen gemaakt van het aantal slachtoffers gegeven een evacuatiestrategie en een dreigingsscenario. Deze schattingen zijn bedoeld als bouwsteen om gegeven de beschikbare tijd en ruimte een evacuatiestrategie op te stellen met zo min mogelijk slachtoffers. Van deze bouwstenen kan een blokkendoos worden opgebouwd, die kan worden ondergebracht in LIWO.

1 Inleiding

1.1 Opdracht en kader

Het MIRT-onderzoek 'Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht' vormt deel van de uitvoeringsagenda van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. Vanuit de voorkeursstrategie Rijnmond-Drechtsteden is er een ambitie om de kansrijkheid van meerlaagsveiligheid voor het Eiland van Dordrecht nader te onderzoeken. Dit concept biedt de mogelijkheid om via een combinatie van preventieve en gevolgbeperkende maatregelen het overstromingsrisico te beperken. Daartoe hebben de gemeente Dordrecht, Waterschap Hollandse Delta, Provincie Zuid-Holland, Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid en het Rijk in 2014-2015 een MIRT-onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' uitgevoerd. In dit onderzoek is het concept meerlaagsveiligheid uitgewerkt in een complete gebiedsstrategie, genaamd 'Zelfredzaam Eiland'. Dit is een combinatie van dijkversterkingen, compartimentering en een flexibele evacuatiestrategie. De strategie Zelfredzaam Eiland werd door de betrokken overheden als kansrijk beoordeeld, maar behoefde nadere uitwerking op onderdelen. Bijvoorbeeld om de onzekerheden over de sterkte en versterkingskosten voor de regionale keringen te verkleinen. Daarom is besloten tot het voorliggende MIRT-onderzoek. Dit onderzoek is een vervolg op het vorige MIRT-onderzoek en de op compartimenteringsstudie die de Provincie Zuid-Holland samen met Waterschap Hollandse Delta heeft uitgevoerd.

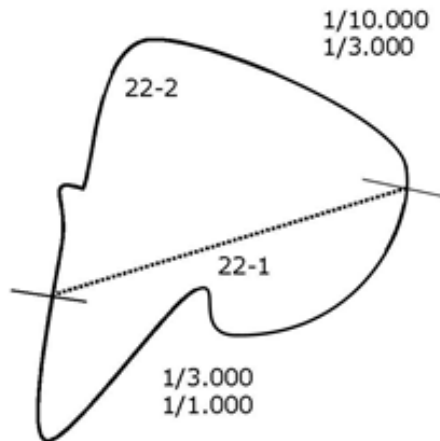
De opdracht voor het MIRT-onderzoek 'Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht' was om de gebiedsstrategie voor Dordrecht verder uit te werken om een besluit te kunnen nemen over de operationele haalbaarheid. Het voordeel om deze strategie verder uit te werken is dat het een integrale veiligheidsstrategie betreft die verschillende aspecten vanuit de drie lagen beschouwd en met elkaar in verband brengt. Dat heeft veel kennis en inzichten opgeleverd die ook goed inzetbaar zijn voor andere projecten rondom meerlaagsveiligheid, ook buiten het Eiland van Dordrecht. De volledige opdrachtbeschrijving uit het Plan van Aanpak (Ref 9) voor dit MIRT-onderzoek staat opgenomen in Bijlage A.

De gewijzigde Waterwet van 2017 biedt een belangrijk kader voor de beoordeling van de operationele haalbaarheid van de strategie Zelfredzaam Eiland. In deze wet zijn de nieuwe normen voor de primaire keringen vastgelegd op basis van een gewenst beschermingsniveau. Deze normen zijn uitgedrukt in overstromingskansen, gebaseerd op eisen die volgen uit het basisbeschermingsniveau, de economisch optimale overstromingskans en het nationaal groepsrisico. Het basisbeschermingsniveau betreft het maximaal individueel overlijdensrisico als gevolg van een overstroming, dat niet groter mag zijn dan 1 op de 100.000 per jaar (10^{-5}).

De overstromingskansnorm voor de Noordrand van het Eiland van Dordrecht is 1/10.000 per jaar en voor de Zuidrand 1/3.000 per jaar (figuur 1). Dit zijn de zogenaamde signaalwaarden. De signaalwaarde is de overstromingskans per jaar, waarvan overschrijding moet worden gemeld aan de Minister van IenW. Overschrijding van de signaleringswaarde is een van de voorwaarden voor subsidiëring van dijkversterking. De maximaal toelaatbare overstromingskansen ("ondergrens") die niet overschreden mogen worden zijn respectievelijk 1/3.000 per jaar en 1/1.000 per jaar.

Uitgangspunt is dat bij het realiseren van het gewenste beschermingsniveau preventie (door dijkversterking) voorop blijft staan. De wet voorziet echter in de mogelijkheid om in specifieke situaties, bijvoorbeeld waar dijkversterking zeer duur of maatschappelijk zeer ingrijpend is, de benodigde preventieve maatregelen deels te vervangen door

maatregelen in de ruimtelijke ordening / inrichting (laag 2) en rampenbeheersing (laag 3). In die specifieke situaties is het mogelijk om een 'slimme combinatie' van maatregelen toe te passen die het gewenste beschermingsniveau oplevert.



Figuur 1 Overstromingskansnormen per dijktraject, uitgedrukt in de signaleringsnorm (bovenste getal) en maximaal toelaatbare overstromingskans (onderste getal)

1.2 Verantwoording

Doel van dit document is het inzichtelijk maken van het analyseproces dat is doorlopen voor de twee MIRT-onderzoeken over meerlaagsveiligheid voor het Eiland van Dordrecht. De doelgroep bestaat uit medewerkers en bestuurders van de betrokken overheden én andere partijen die vergelijkbare analyses willen maken.

Dit document is opgebouwd uit twee delen. Deel I beschrijft de veiligheidsopgave in het gebied en de strategie om deze opgave te realiseren. Hierbij wordt ingegaan op beide onderdelen van de gebiedsstrategie: de strategie voor het keringenstelsel en het waterveiligheidsplan (met daarin de strategie voor evacueren en gevolgbeperking voor zorginstellingen en vitale infrastructuur). In deel II wordt apart aandacht besteed aan de kennisontwikkeling en innovatie voor deze MIRT-onderzoeken. Dit deel is meer technisch geschreven en bedoeld om experts te informeren over de nieuwe methoden die in deze MIRT-onderzoeken zijn gebruikt. Het gaat daarbij om:

- De ontwikkeling van de strategie voor het keringenstelsel:
 - * De ontwikkeling van de veiligheidsfilosofie en de toepassing daarvan;
 - * De gemaakte keuzes bij het rekenen aan het stelsel van keringen.
- De ontwikkeling van het waterveiligheidsplan:
 - * De methoden en gemaakte keuzes voor de impactanalyse bij overstromingen;
 - * De methoden en gemaakte keuzes voor de ontwikkeling van handelingsperspectieven.

Dit document is tot stand gekomen op basis van diverse onderbouwende studies en memo's die in de loop van het analyseproces voor het MIRT-onderzoek zijn opgesteld. De belangrijkste inzichten en conclusies hiervan zijn overgenomen in dit document. Daarbij worden niet al deze inzichten tot in detail behandeld, maar wordt in veel gevallen verwezen naar de andere documenten.

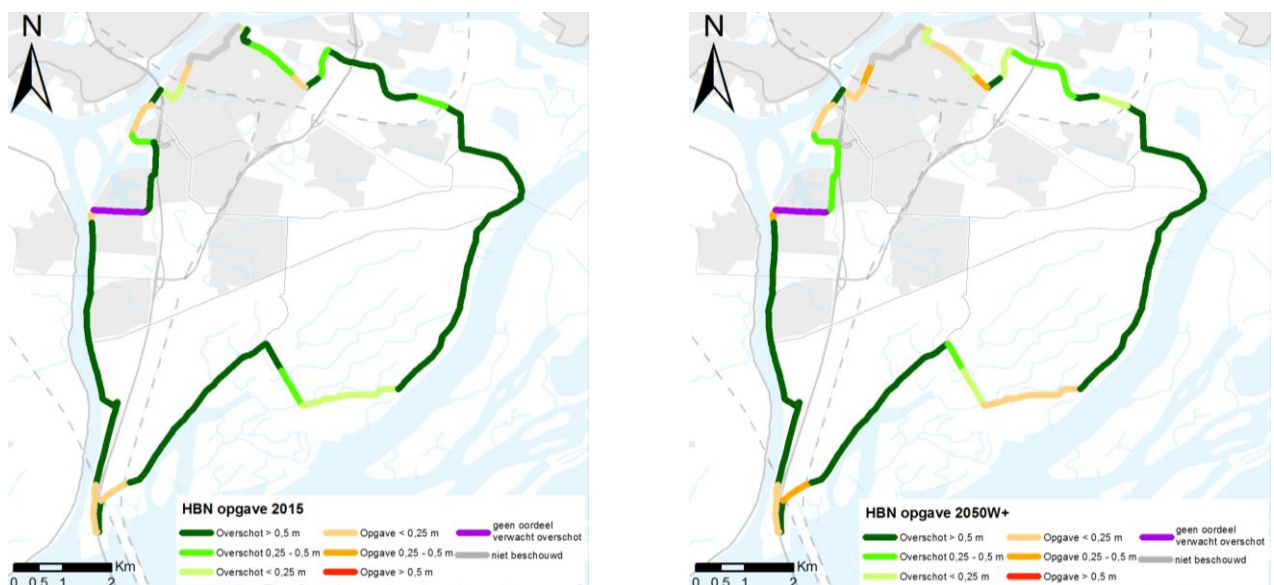
Deel I: Strategie om de opgave te realiseren

2 Veiligheidsopgave

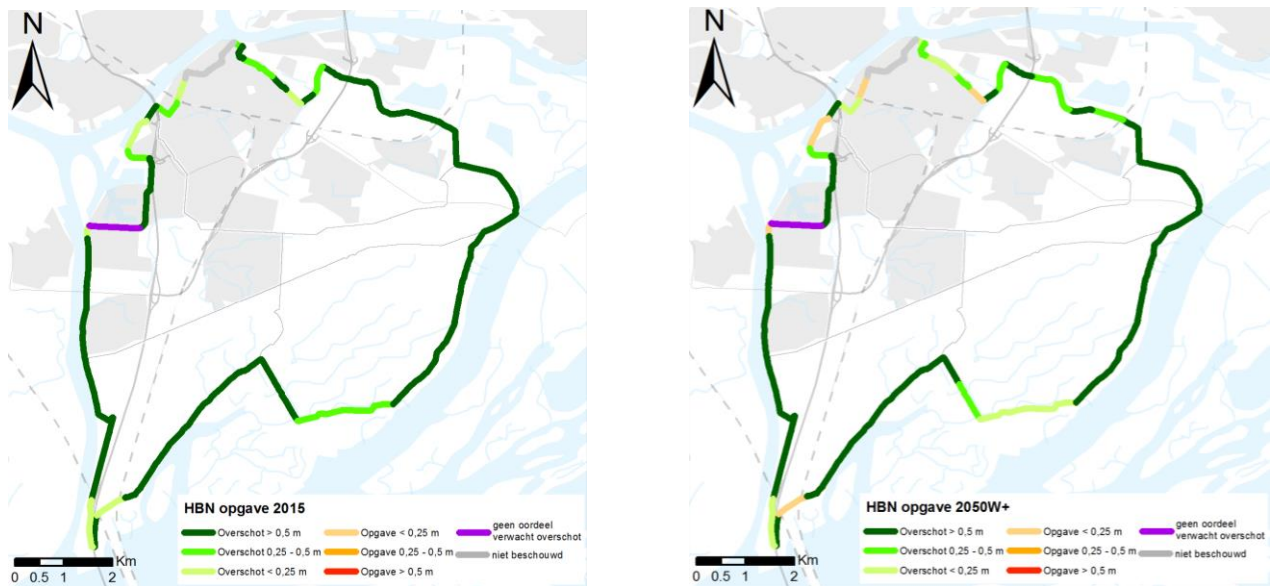
2.1 Opgave op basis van de nieuwe normen

Vanuit de nieuwe normen en de klimaatverandering is er een opgave om de bescherming van het Eiland van Dordrecht op het gewenste niveau te brengen. De hoogteopgave om dit niveau te realiseren is weergegeven in figuur 2 en 3, bij snelle klimaatverandering volgens de KNMI'06 scenario's (W+). Op grond hiervan kan worden verwacht dat er in de wettelijke beoordeling van 2017-2023 een beperkte overschrijding van de signaleringsnorm is, en geen opgave voor de ondergrens. De opgave breidt zich in 2050 enigszins uit door klimaatverandering, met ondermeer hogere rivierafvoeren, zeespiegelstijging en bodemdaling. Dit geldt voor enkele dijkvakken langs de Nieuwe Merwede en de dijkvakken aan weerszijden van de Voorstraat (Ref 1). De opgave in figuur 2 en 3 is alleen op hoogte-tekorten van de dijken gebaseerd. Op basis van de inzichten over sterkte uit VNK-2 is de verwachting dat het noordelijke traject in 2017-2023 aan de ondergrens voldoet, en waarschijnlijk ook aan de signaalwaarde. Langs het zuidelijke traject zijn er mogelijk drie dijkvakken die ervoor zorgen dat dit traject in 2017-2023 niet aan de ondergrens voldoet door andere faalmechanismen.

In figuren 2 en 3 is de Voorstraat niet beschouwd, omdat dit een bijzondere primaire kering is. De Voorstraat bestaat namelijk uit een grondlichaam (dijk) met een systeem van coupure- en vloedschotten (demontabele kering). Deze schotten moeten bij extreme hoogwatersituaties vroegtijdig worden geplaatst in de zijstraten van de Voorstraat en in de deuropeningen of ramen van aanwezige panden. Daarmee wordt het gevaar van over-de-kruin-stromend water tegengegaan. Voor de veiligheidsbeoordeling van de Voorstraat in de referentiesituatie is alleen gerekend met het grondlichaam, en niet met de coupure- en vloedschotten. Op basis van deze berekening wordt verwacht dat de Voorstraat (in de referentie) rond 2030 – 2035 niet meer voldoet aan de signaalwaarde, maar dat de ondergrens rond 2055 wordt bereikt.



Figuur 2 Hoogteoverschot of -opgave voor de signaleringsnorm in 2015 (links) en in 2050 (rechts) (Bron: Zethof et al. 2015)



Figuur 3 Hoogteoverschot of -opgave voor de ondergrens in 2015 (links) en in 2050 (rechts). De Voorstraat is niet beschouwd in deze beoordeling (Bron: Zethof et al. 2015)

Voor de regionale keringen is het uitgangspunt dat, conform de waterverordening van de provincie Zuid-Holland, het huidige beheer en onderhoud worden voortgezet en de ligging en het profiel niet worden aangetast. Bij de bepaling van de nieuwe norm voor de Zuidrand is rekening gehouden met een kans van 50% dat de achterliggende regionale keringen (Wieldrechtse Zeedijk - Zeedijk) bezwijkt als deze hydraulisch belast wordt bij een doorbraak van de primaire kering. Dat heeft geleid tot een twee klassen strengere norm dan wanneer deze regionale kering als volledig kerend zou zijn beschouwd. Zonder regionale keringen zou de norm nog een klasse strenger worden berekend en dus gelijk worden aan de norm van de Noordrand (Ref 10).

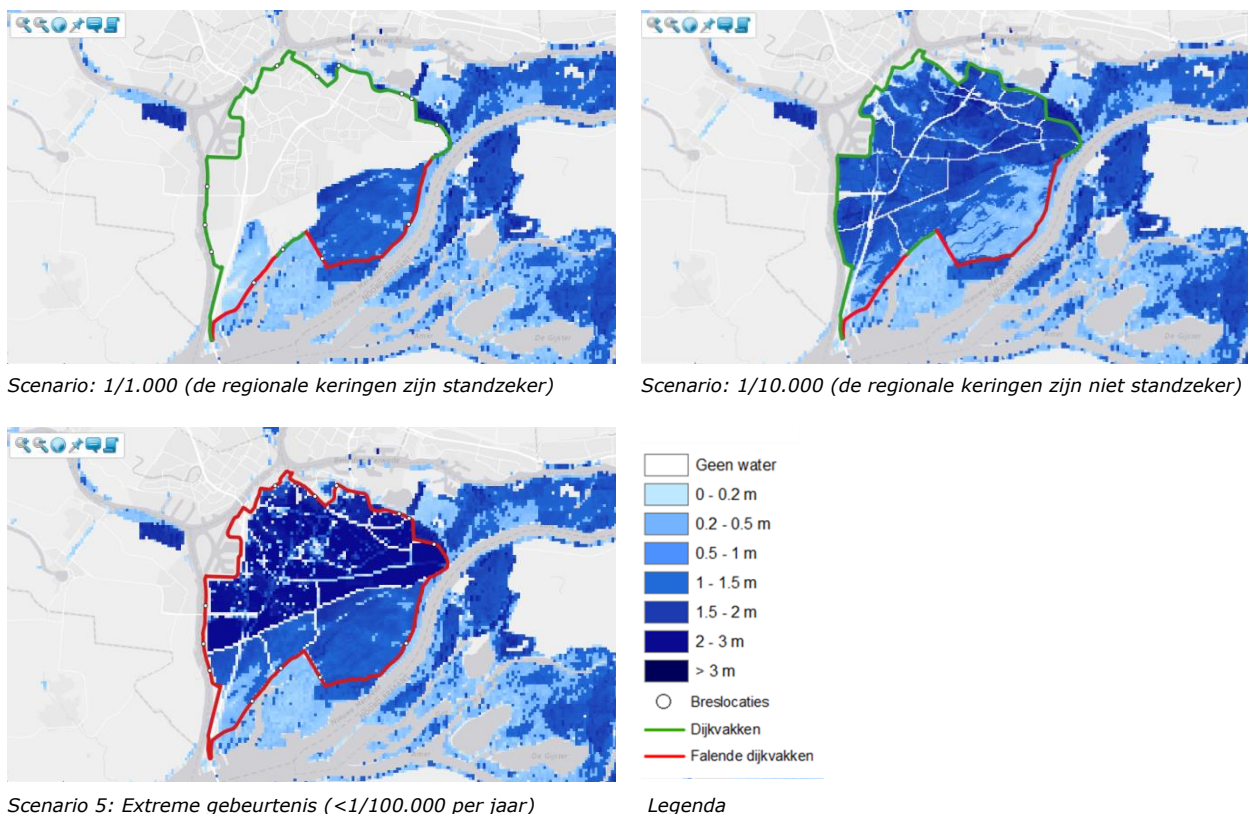
2.2 Opgave op basis van de potentiële dreiging en impact

De primaire keringen kunnen bezwijken bij (te) hoge waterstanden. Voor alle dijkvakken rondom het Eiland van Dordrecht is een combinatie van hoge afvoer en storm waarschijnlijk voor de situatie waarbij deze zal falen. In een significant aantal gevallen speelt het falen van de Maeslantkering ook een rol. Dat betekent dat de voorspeltijd in de meeste gevallen relatief kort is. De invloed van het falen van de Maeslantkering op het maatgevend hoogwater is echter beperkt (tot enkele dm of minder). Dit falen is mogelijk wel zeer relevant voor het buitendijks gebied. Voor een paar dijkvakken is er ook een aanzienlijke kans op een doorbraak bij alleen hoge rivierafvoer. Echter ook voor deze dijkvakken is een combinatie met storm meer waarschijnlijk. Voor de omvang van een overstroming in Dordrecht geldt dat deze groter zal zijn naarmate de rivierafvoer hoger is (vanwege de langere duur van de rivierafvoer). Dit is omdat er dan meer water het gebied binnen stroomt.

Dreigingsscenario's naar omvang en beschikbare tijd

Op basis van de overschrijdingsfrequentie van waterstanden (1:10 jaar, 1:100 jaar, 1:1000 jaar, 1:10.000 jaar en <1:100.000 jaar) zijn verschillende dreigingsscenario's voorstelbaar, die het verloop van een overstroming in Dordrecht bepalen. Deze scenario's zijn beschikbaar vanuit een Impactanalyse (Ref 6), die is uitgevoerd als pilot voor het project Water en Evacuatie. Figuur 4 geeft een beeld van de omvang van een overstroming voor elk van deze scenario's. Dit betreft het gebied dat, gegeven een verwachte waterstand, als bedreigd kan worden beschouwd op het moment van besluitvorming over evacuatie. Voor scenario's die 1/10.000 per jaar of vaker

overschreden worden is het onwaarschijnlijk dat primaire keringen aan de Noordzijde bezwijken. Voor deze dreigingsscenario's is vooral een overstroming vanuit de zuidzijde en het mogelijke falen van de regionale keringen van belang. De standzekerheid van de regionale keringen is afhankelijk van de waterstand tegen de kering. In een quick scan heeft RWS-WVL bepaald dat de regionale keringen naar verwachting waterstanden tot ca. 1,8 m +NAP (bandbreedte van 1,5 tot 2,2 m +NAP) kunnen keren (Ref 13). Op basis hiervan is de verwachting dat de regionale keringen niet zullen falen bij een scenario dat 1/1.000 per jaar overschreden wordt. Bij een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar is de verwachting dat de regionale keringen wel zullen falen. Dan zal een groot deel van het bebouwde gebied overstroomd, waarbij de waterdieptes variëren van 1 tot 2 m. In dit scenario worden ca. 400 slachtoffers (met evacueren) en meer dan 100.000 getroffen personen berekend en ontstaat er grote economische schade. In het meest extreme scenario waarbij ook dijkdoorbraken langs de Noordrand mogelijk zijn, wordt heel het Eiland van Dordrecht bedreigd. Hierbij worden nog grotere slachtoffer-aantallen (ca. 3.500 met evacueren) en economische schade berekend. De grootste bijdrage aan de impact wordt geleverd door een doorbraak van de dijk bij de Kop van 't Land.

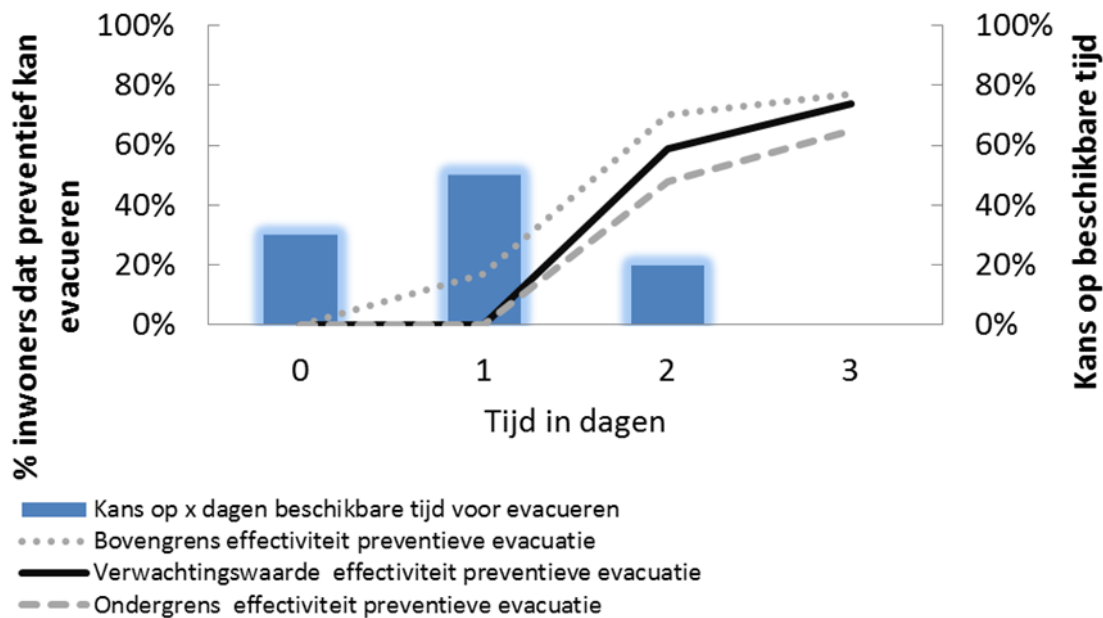


Figuur 4 Samengestelde dreigingsscenario's (Bron: Kolen en Zethof 2016)

Naast de omvang van een overstroming is ook de beschikbare tijd voorafgaand aan een overstroming in de dreigingsscenario's meegenomen. Op basis van de beschikbare tijd kan bepaald worden welke handelingen voorafgaand uitgevoerd kunnen worden. De beschikbare tijd is daarbij gedefinieerd als de tijd tussen het starten van de handeling en het (verwachte) moment van de start van de overstroming.

Voor overlast in buitendijks gebied is de beschikbare tijd ingegeven door waterstandsverwachtingen en het functioneren van de Maeslantkering. Op basis van de waterstandsverwachtingen is de beschikbare tijd 2 tot 5 dagen. Indien de Maeslantkering faalt

(uitgangspunt is 1% kans per sluiting) dan is de beschikbare tijd beperkt tot enkele uren. De beschikbare tijd tot aan een dijkdoorbraak is weergegeven in figuur 5. Dit ligt naar verwachting tussen de 2 dagen en een vrijwel onverwachte gebeurtenis (nagenoeg geen tijd). Omdat er in deze situaties ook sprake zal zijn van harde wind is in 30% van de gevallen de overstroming vrijwel onverwacht. In 50% van de gevallen is er 1 dag beschikbare tijd, in combinatie met extreme wind. In 20% van de gevallen is er 2 dagen beschikbare tijd met 1 dag voor het nemen van maatregelen.



Figuur 5 Benodigde tijd voor evacueren bij dijkdoorbraken afgezet tegen de kans (als percentage van het aantal gevallen) op een bepaalde beschikbare tijd voor evacueren (Bron: Kolen en Zethof 2016)

Impact op de evacuatiestrategie

De effectiviteit van evacueren is afhankelijk van de beschikbare en de benodigde tijd. In figuur 5 is de beschikbare tijd daarom ook gerelateerd aan de benodigde tijd voor preventief evacueren. De benodigde tijd is gebaseerd op de studie Evacuatieschattingen Nederland en het bijbehorend addendum waarin een bandbreedte is uitgewerkt. Daarbij is er vanuit gegaan dat de gehele omgeving in het benedenrivierengebied ook evacueert en beslag legt op de wegcapaciteit.

De schatting van het percentage van de bevolking dat het Eiland van Dordrecht kan verlaten is opgenomen in figuur 5. Hieruit blijkt dat het vrijwel nooit mogelijk is om iedereen tijdig het eiland te laten verlaten en dat de kans groot is dat zich veel mensen op het eiland bevinden. Gemiddeld kan ca. 12% van de bevolking tijdig het bedreigd gebied verlaten. Naarmate er meer tijd beschikbaar is kunnen meer mensen het gebied verlaten. Stel dat de evacuatie 2 dagen (netto dus 1 vanwege de harde wind die de evacuatie grotendeels zal stil leggen) voor de mogelijke doorbraak start (geschat is dat dit maar in 20% van de gevallen zo zal zijn) dan kan orde grootte maar 60% van de bevolking het eiland verlaten op basis van de aanwezige wegcapaciteit.

Impact op de leefbaarheid van het (keten-effect)gebied

De verwachting is dat bij een scenario dat 1/10.000 per jaar overschreden wordt (of extremer) de elektriciteit en alle digitale voorzieningen uitvallen. Daaronder de radio, televisie, internet en mogelijk de telecommunicatie. Ook de noodstroomaggregaten in zorginstellingen zullen niet inzetbaar zijn, omdat deze in de kelder of op de begane grond staan. Gemalen en pompen worden op afstand bediend en vallen uit als de

telecommunicatie het begeeft. Drinkwater via het leidingennet is waarschijnlijk beschikbaar tot op de niveaus waar dit op basisdruk afgetapt kan worden (uitgangspunt is tot de derde verdieping). Belangrijke verbindingen als de snelweg A16 en de Betuwelijn zullen niet meer bruikbaar zijn. Dit zorgt voor aanvullende negatieve effecten (zogenaamde keteneffecten) buiten het Eiland van Dordrecht. Een tweede keteneffect is de mogelijke uitval van elektriciteit in omliggende dijkkringen. Onzekere factoren hierin zijn het 380 kv station van TenneT en het effect van beheermaatregelen.

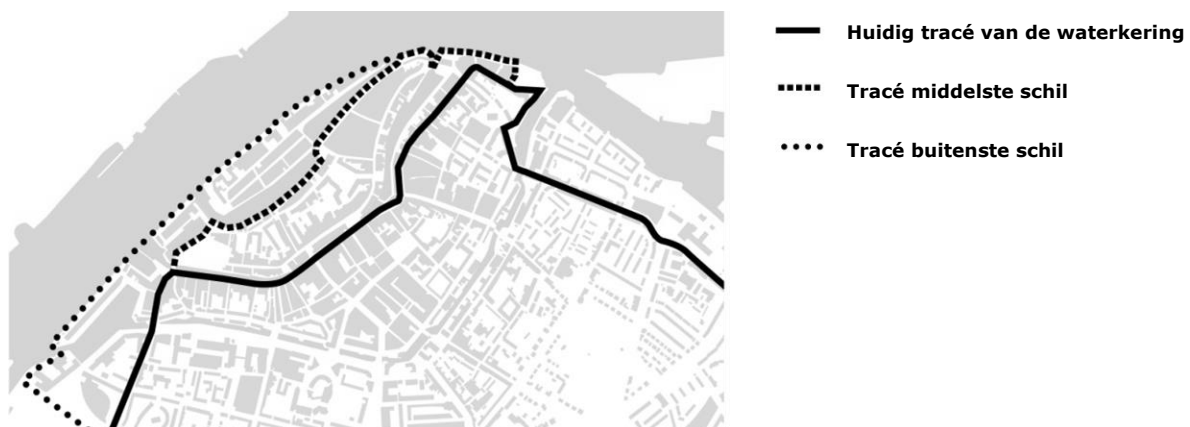
Door de uitval van voorzieningen moet het overstroomd gebied als onleefbaar worden beschouwd. Wel kan enige tijd in het gebied worden overleefd; dan is sprake van verticaal evacueren en schuilen. Verticale evacuatie kan nodig zijn om blootstelling op gevaarlijke locaties te voorkomen, bijvoorbeeld als men in de auto het gebied probeert te ontkomen. Deze wijze van evacueren is dus gericht op overleven totdat de overstroming zodanig is gestabiliseerd dat men alsnog het gebied kan verlaten.

2.3 Bijzonderheden die aanleiding geven voor meerlaagse aanpak

Een drietal aspecten van de veiligheidsopgave voor Dordrecht gaf aanleiding om de kansrijkheid van een meerlaagse aanpak, met bijvoorbeeld slimme combinaties, te verkennen: de complexe opgave voor de Voorstraat, de kans op grote groepen slachtoffers, en de noodzaak om de evacuatiestrategie te operationaliseren. Deze aspecten zijn hieronder toegelicht.

Complexe opgave voor de Voorstraat

Voor de Voorstraat als dijk (d.w.z. alleen het grondlichaam) zal rond 2030-2035 een (hoogte)opgave worden gesignaleerd, en in 2055 afgekeurd (Ref 2). Dit kan leiden tot zeer kostbare maatregelen en een problematische ruimtelijke opgave. De Voorstraat heeft namelijk een brede maatschappelijke functie als winkelstraat in een historische omgeving. Deze dijk is bebouwd is met veelal monumentale panden, inclusief 192 Rijksmonumenten. Op de (zeer) lange termijn lijkt het onvermijdelijk om de Voorstraat langs het huidige tracé te versterken met een beweegbare kering, of om deze te vervangen door een nieuwe kering om de historische binnenstad (figuur 6). Het voordeel van een dijkversterking over het huidige tracé is dat de extra benodigde hoogte beperkt blijft. Daar staat tegenover dat de schade in de buitendijkse binnenstad niet gereduceerd wordt, zoals met een nieuwe kering. De investeringskosten voor deze maatregelen bedragen ca. € 165 miljoen (voor een dijkversterking over het huidig tracé) tot ca. € 210 miljoen (voor een nieuwe kering om de historische binnenstad). Dit is met een bandbreedte van -40% en +60% op basis van een globale kostenraming voor het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden in 2014. Op de middellange termijn kan deze complexe opgave met adaptieve maatregelen worden uitgesteld.



Figuur 6 Kansrijke opties voor de versterking van de Voorstraat

Grote groepen slachtoffers

Vanuit maatschappelijk perspectief is het belangrijk om inzicht te hebben in de kans op grote groepen slachtoffers die vallen door een overstroming. Zodoende kan op nationaal niveau gericht gekozen worden om te investeren in die gebieden die de grootste bijdrage hebben aan het landelijk groepsrisico. En kan op regionaal niveau een dialoog worden gevoerd over hoe het groepsrisico voor het Eiland van Dordrecht kan worden beheerst. In zo'n dialoog spreken de betrokken overheden af welke aanvullende inspanning (bovenop het wettelijk beschermingsniveau) ze op zich willen nemen om de risico's te verminderen, hoe ze burgers en bedrijven willen ondersteunen bij het treffen van eigen maatregelen, en welke risico's voornamelijk geaccepteerd worden.

Bij de bepaling van het landelijk groepsrisico door het Deltaprogramma Veiligheid in 2014, waarbij werd uitgegaan van de signaleringswaarde, behoorde de Noordrand van het Eiland van Dordrecht tot de top 6 van normtrajecten die de grootste bijdragen hebben aan het landelijke groepsrisico. Op grond daarvan is de signaleringswaarde van 1/3.000 per jaar naar 1:10.000 per jaar opgehoogd. Dit is ook in de gewijzigde Waterwet vastgelegd. Echter, uitgaande van de maximaal toelaatbare kans (ondergrens) behoorde dit traject niet meer tot de 6 normtrajecten die de grootste bijdragen hebben aan het landelijk groepsrisico. De maximaal toelaatbare kans van 1/3.000 per jaar is als zodanig niet opgehoogd, en blijft 1/3.000 per jaar (Ref 18).

In de referentie blijven overstromingen langs de Noordrand mogelijk die gepaard gaan met vele honderden slachtoffers, ook na aanscherping van de signaalwaarde. Het verlagen van de kans op een ernstige overstroming betekent niet dat de gevolgen minder zullen zijn, mocht zo'n overstroming zich toch voordoen.

Noodzaak om evacuatiestrategie te operationaliseren

Door de korte voorspeltijd van extreme stormen en de harde wind, is het vrijwel nooit mogelijk is om bij een dreigende overstroming iedereen tijdig het eiland te laten verlaten. In het MIRT-onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' is daarom gekozen voor verticale evacuatie als vertrekpunt (basisstrategie) voor evacuatie. Hierbij zoeken mensen binnen het (potentieel) overstroomd gebied een schuilplaats. Dat kan zijn schuilen in de eigen woning of schuilen in een door de overheid ingerichte publieke shelter.

Uit bevolkingsonderzoek in Dordrecht (Ref 3) blijkt dat bewoners zowel schuilen in de eigen woning als het verplaatsen naar een shelter een reële strategie vinden, waarbij de voorkeur uitgaat naar schuilen in de eigen woning. Als er meer voorzieningen zijn in shelters (en als deze bekend zijn) dan neemt de bereidheid toe om hier naartoe te gaan. Communicatie is hierin dus een sturingsinstrument.

De keuze voor verticaal evacueren en schuilen kan tot gevolg hebben dat mensen naderhand alsnog moeten evacueren of gered moeten worden. Mensen kunnen tijdelijk veilig zijn door te schuilen, maar het is geen optie om langer dan (grofweg) een week in het overstroomd gebied te blijven. Dit speelt in het dreigingsscenario dat 1/10.000 per jaar overschreden wordt (of extremer). Voor dit scenario is gekeken naar de randvoorwaarden om verticaal evacueren mogelijk te maken. Er is inzichtelijk gemaakt hoeveel levensmiddelen mensen in huis hebben en wat aanwezige capaciteiten zijn om het gebied te verlaten (Ref 7). Op basis van de bevindingen en de capaciteiten van de reddingsvloot en hulpverlening zijn er schattingen gemaakt over duur voor redden en vluchten, waarbij alle mensen na een overstroming het gebied hebben verlaten. Hieruit is geconcludeerd dat verticale evacuatie een haalbare strategie kan zijn, maar die moet wel worden geoperationaliseerd (Ref 6). Het operationaliseren van de evacuatiestrategie heeft zowel betrekking op de wijze van evacueren, als op het beslissen over evacueren.

3 Strategie Zelfredzaam Eiland

3.1 Ambitie van een Zelfredzaam Eiland

De strategie Zelfredzaam Eiland is er allereerst op gericht om het beschermingsniveau op het gewenste niveau te houden door voort te bouwen op de bestaande preventieve maatregelen. Ten tweede is de strategie erop gericht om de zelf- en samenredzaamheid bij een overstroming te faciliteren, en om grote groepen slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting zo veel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen. Het uitgangspunt hiervoor is de bestaande zelf- en samenredzaamheid op het Eiland van Dordrecht. Dit omvat de vermogens en handelingen van burgers om incidenten, en de gevolgen ervan, zelfstandig dan wel met behulp van anderen zoveel mogelijk te voorkomen en/of te beheersen. Zo moeten mensen zelf in staat zijn om enige dagen te overleven bij een overstroming, en om zichzelf en andere getroffen en daarna te redden (al of niet in samenwerking met de hulpdiensten). De gemeente en veiligheidsregio zullen als vangnet fungeren voor hulpbehoevenden en verminderd zelfredzamen. En zij kunnen (in de koude fase) de zelf- en samenredzaamheid faciliteren door mensen te blijven betrekken en regelmatig te communiceren over de overstromingsrisico's en handelingsperspectieven.

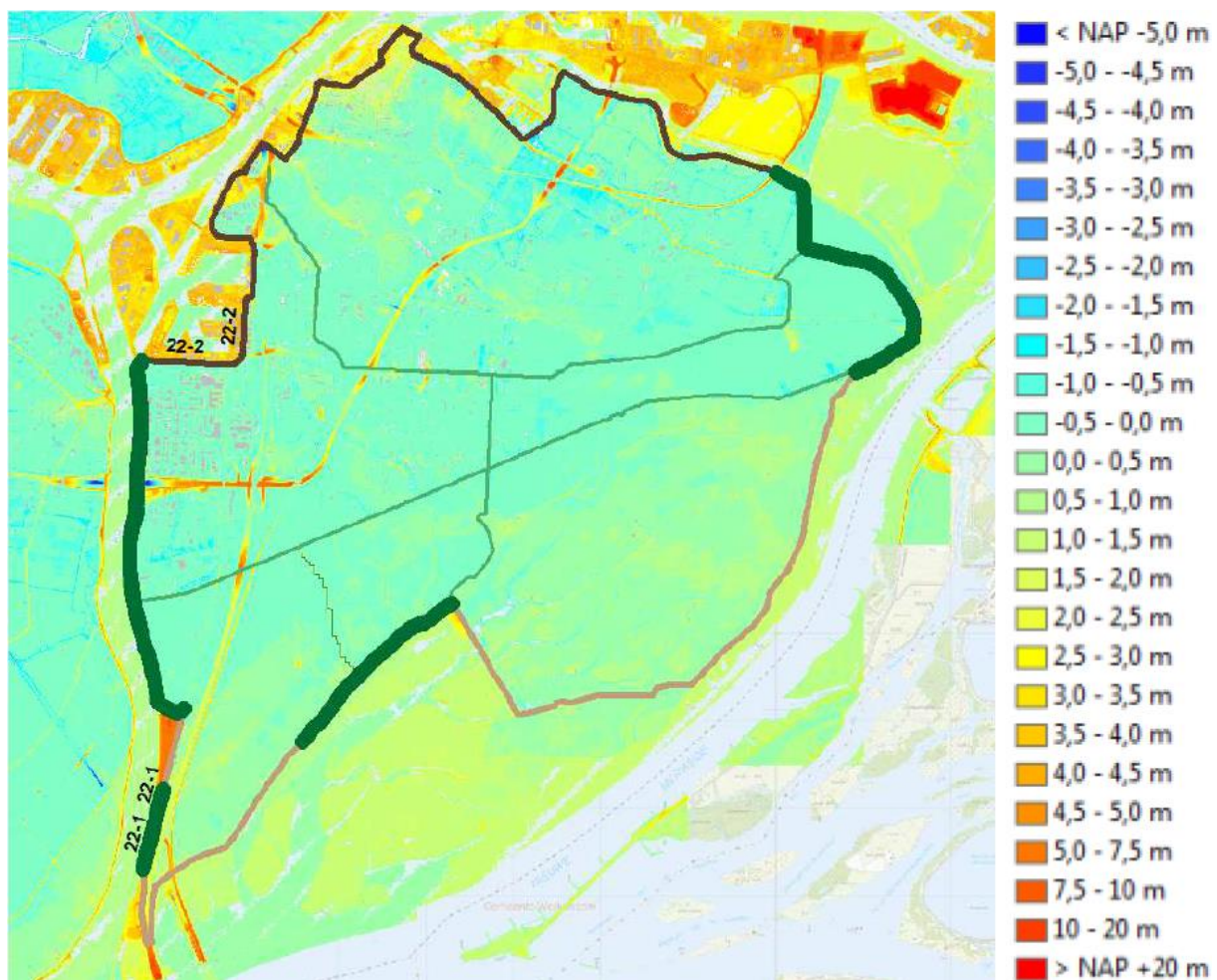
3.2 Strategie voor het keringenstelsel

In Dordrecht, net als in de rest van Rijnmond-Drechtsteden, blijft preventie met behulp van dijken en stormvloedkeringen de basis voor het bereiken van het gewenste beschermingsniveau. De normspecificaties voor de dijken zijn conform de gewijzigde Waterwet. Dit komt neer op een signaleringsnorm van 1/10.000 per jaar voor de Noordrand en 1/3.000 per jaar voor de Zuidrand (figuur 1). Daarbij is de norm voor de Zuidrand afhankelijk van de waterkerende functie van de achterliggende regionale keringen (Wioldrechtse Zeedijk - Zeedijk). Zonder deze keringen zou de norm één klasse strenger moeten zijn en dus gelijk worden aan de norm van de Noordrand (Ref 10). Mede vanwege deze relatie met de norm is de waterkerende functie van de regionale keringen geborgd bij provinciale verordening. In artikel 2.2 van de Waterverordening Zuid-Holland is hiervoor een behoudsnorm opgenomen. Deze behoudsnorm stelt dat het (theoretisch) profiel zoals dit in de legger van het Waterschap Hollandse Delta is opgenomen moet worden gehandhaafd. Bovendien moet het huidige beheer en onderhoud worden voortgezet, waarbij het profiel van de regionale keringen niet mag worden aangetast.

Voor de meeste dijken op het Eiland van Dordrecht kan ervan worden uitgegaan dat deze in ieder geval tot 2050 voldoen aan de nieuwe normen. Over ca. 6 km (van de 37 km aan primaire keringen) zal er voor 2050 al sprake zijn van een hoogteopgave voor de signaleringsnorm. Dit speelt vooral langs de Nieuwe Merwede en aan weerszijden van de Voorstraat (Ref 1). Deze opgave brengt ca. € 60 miljoen aan investeringskosten met zich mee. De hoogteopgave voor de maximaal toelaatbare overstromingskans is beperkt tot ca. 2,2 km, en de investeringskosten tot ca. € 28 miljoen. Langs de Zuidrand zal een sterkte-tekort voor mogelijk drie dijkvakken leiden tot extra investeringskosten. De Voorstraat zelf kent in de strategie Zelfredzaam Eiland geen opgave op de (middel)lange termijn. Deze complexe dijkopgave is tot ca. 2100 uitgesteld doordat de Voorstraat is aangewezen en beoordeeld als kunstwerk (in plaats van als dijk) (Ref 3). Bij een beoordeling als kunstwerk geldt dat de hoogte van het bestaande vloedschottensysteem (van 50 cm) mag worden meegenomen in de kerende hoogte. Er moeten dan wel eisen gesteld worden aan de overloop over de vloed- en coupureschotten heen (incl. eisen aan de steenbekledingen achter de dijk) en aan de betrouwbaarheid van sluiting van het systeem. Beide faalmechanismen kunnen namelijk een ontoelaatbaar waterbezwaar in de binnenstad van Dordrecht veroorzaken. Welk waterbezwaar nog toelaatbaar is moet

vooraf worden bepaald (bv. aan de hand van een wateroverlast norm) en bestuurlijk worden vastgelegd. De genoemde eisen kunnen weer leiden tot (benodigde) aanpassingen aan het hoogwaterbestrijdingsplan met afspraken over alarmering, mobilisering en sluiting, omdat er een faalkanseis aan de betrouwbaarheid van sluiting moet worden gegarandeerd. Hierbij is het ook mogelijk om eisen te stellen aan de bemensing. Het menselijk falen kan worden beperkt door via een risicoanalyse (met gebruik van faalbomen en -kansen) vast te stellen welke inhoudelijke eisen aan de calamiteitenbestrijding moeten worden gesteld.

De aanwezigheid van voorlanden en (t.o.v. de oude norm) extra sterke dijken op het Eiland van Dordrecht zorgt voor extra veiligheid en maakt deze robuuster. Deze extra veiligheid is (grotendeels) gerealiseerd bij de recent uitgevoerde dijkversterkingen in het kader van het tweede Hoogwaterbeschermingsprogramma. Hierbij heeft Waterschap Hollandse Delta ervoor gekozen om de dijkversterkingen extra veilig en daarmee toekomstgericht uit te voeren door zowel rekening te houden met de robuustheidstoeslag als met de dijkkringbenadering (Ref 10). In figuur 7 is te zien hoe aan de westkant van het eiland de (t.o.v. de oude norm) extra sterke dijken langs de Dordtsche Kil samen met de hoog gelegen voorlanden tot in de binnenstad Dordrecht één gesloten front vormen.



Figuur 7 Extra hoge dijken, geprojecteerd op de maaiveldhoogten volgens het AHN2 (Bron: Piek, 2017)

Als de gerealiseerde extra veiligheid toekomstbestendig wordt geborgd, dan draagt dit bij aan de zelfredzaamheid van het Eiland van Dordrecht. Dit kan bijvoorbeeld door

plaatselijk strengere eisen vast te stellen. Wanneer plaatselijk strengere eisen gelden, leidt dit overigens pas tot dijkversterking nadat uit de wettelijke beoordeling blijkt dat dit noodzakelijk is. De verwachting is dat dit voor de Kop van 't Land voorlopig niet aan de orde is, ook niet als een dergelijke aanvullende maatregel wordt genomen (c.q. bestuurlijk wordt vastgelegd). Met deze maatregel kan de kans op het meest ernstige overstromings-scenario voor het Eiland van Dordrecht aanzienlijk worden verkleind. Dit betreft een scenario waarbij het bebouwde gebied geheel zal overstromen, met grote groepen slachtoffers (ca. 550) en economische schade (ca. € 5 miljard) tot gevolg. Er is bij het optreden van een dergelijke overstroming waarschijnlijk geen (snel) herstel mogelijk.

3.3 Waterveiligheidsplan

Het waterveiligheidsplan geeft uitwerking aan de strategie voor evacueren en gevolgbeperking voor zorginstellingen en vitale infrastructuur bij een overstroming. Dit plan heeft momenteel nog de status van een concept plan, waarover naar verwachting begin 2018 door het BO/DO zal worden besloten. De evacuatiestrategie bestaat uit 4 typen van evacueren: preventieve evacuatie, verticale evacuatie, redden en vluchten (Ref 8). Op basis van de actuele situatie kan een mix van typen van evacueren worden samengesteld gericht op het minimaliseren van de slachtoffers. Het vertrekpunt hierbij is verticale evacuatie, zodat er een basisstrategie is die ook in situaties met weinig tijd uitvoerbaar is.

Grondslagen voor evacueren

De voorgestelde grondslagen voor de (flexibele) evacuatiestrategie zijn:

- In beginsel is iedereen (mensen, bedrijven, instellingen etc.) zelf verantwoordelijk. Het krijgen van hulp is geen automatisme.
- Op het moment van de doorbraak (of enkele uren hieraan voorafgaand vanwege extreme wind) wordt de evacuatie stilgelegd. Zowel mensen als hulpverleners zoeken een schuilplaats, tenzij ze het gebied hebben verlaten. De evacuatie (of redding) gaat verder als de waterstanden zijn gestabiliseerd, grofweg na 1 dag.
- De beschikbare tijd is onzeker, er is een gerede kans dat er nauwelijks tot geen beschikbare tijd zal zijn om preventief te evacueren of andere maatregelen gecoördineerd uit te voeren en hierover te beslissen. Het kan echter ook zijn dat meer tijd beschikbaar is. Daar waar tijd een beperkende factor is wordt gestreefd om mensen te evacueren naar de meest veilige plek.
- Postcodegebieden worden gehanteerd als kleinste maat voor evacuatiezones. Dit betekent dat binnen zo'n gebied slechts sprake kan zijn van 1 type van evacueren (op een bepaald moment). Gekozen is voor postcodegebieden omdat deze duidelijk kunnen worden gecommuniceerd en bekend zijn bij mensen. Als mensen verticaal evacueren, naar een shelter of in de eigen woning, wordt verondersteld dat dit binnen hun eigen postcodegebied zal plaatsvinden.
- Het wordt verondersteld dat het onveilig is in een zone van 200 meter achter de primaire kering, rond regionale keringen en rondom BRZO bedrijven. Op deze plaatsen nabij breslocaties kan men worden blootgesteld aan hoge stroomsnelheden en gevaarlijke stoffen, waardoor deze gebieden niet geschikt zijn om te verblijven tijdens een overstroming.

Wijze van evacueren

Het voorgestelde vertrekpunt (basisstrategie) voor evacueren op het Eiland van Dordrecht is dat iedereen schuilt in de eigen woningen. De zorginstellingen en vitale infrastructuur handelen ook op basis van de daar aanwezige middelen en informatie. Dit proces wordt gestart met:

- Informatie over de dreiging;

- Een besluit om de basisstrategie te initiëren (en de gevolgen van evacuatie te accepteren) over zonering, routes en shelters;
- Zorgdragen dat hulpverleningsmiddelen optimaal zijn geprepareerd en gepositioneerd voor de reddingsfase: het faciliteren van redden en vluchten na een doorbraak.

Indien mogelijk (bij beschikbare tijd en middelen) kan er aanvullend handelingsperspectief worden geboden. Hierbij kan de basisstrategie reeds worden gestart en in uitvoering worden gebracht. Aanvullend kan via de reguliere crisisorganisaties een beeld worden opgebouwd en kan waar mogelijk een aanvullend handelingsperspectief worden uitgewerkt. Dit aanvullend handelingsperspectief wordt gecommuniceerd en gericht aan de mensen op wie het betrekking heeft. Er wordt onderscheid gemaakt in drie aspecten waarbij telkens een prioritering is uitgewerkt:

- Evacuatiezonering: gericht op het type evacueren per postcodegebied. Deze evacuatie wordt gefaciliteerd met 1) informatie 2) evacuatieroutes en 3) shelters.
- Zorginstellingen; gericht op het ondersteunen van zorginstellingen voor continuïteit van de zorg (en opvang van anderen die zorg nodig hebben).
- Vitale infrastructuur; gericht op het ondersteunen van vitale partners.

De verwachting is dat tijdens de evacuatie vanuit deze drie aspecten al een dermate grote hulpvraag zal zijn dat dit al de operationele capaciteit opslokt.

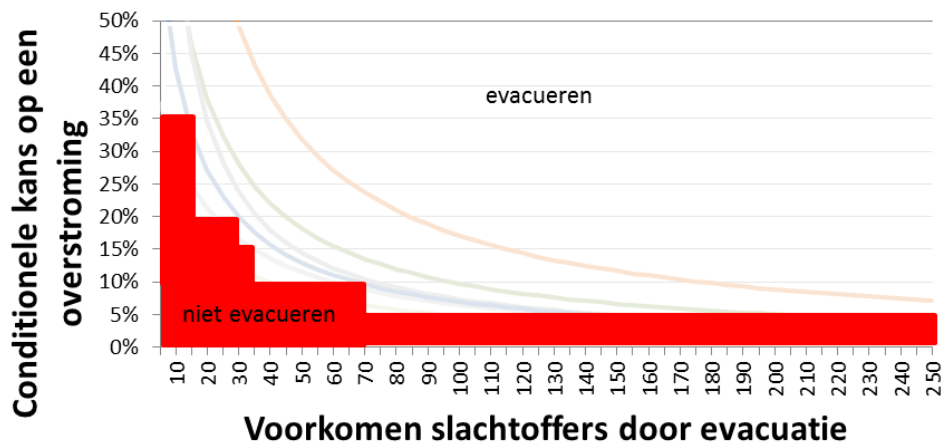
Beslissen over evacueren

Op basis van een kosten-baten analyse is een voorstel voor een beslismatrix (figuur 8) opgesteld dat een handvat geeft voor het beslissen over evacueren (Ref 8). De baten bestaan uit het aantal voorkomen slachtoffers en de voorkomen schade door evacuatie als de overstroming optreedt. De kosten bestaan uit de economische ontwrichting door de evacuatie zelf. De kosten treden dus altijd op als het evacuatiebesluit wordt genomen, de baten alleen als de (ongewenste) overstroming optreedt. De verwachte situatie kan in deze beslismatrix worden ingevoerd tijdens een dreiging:

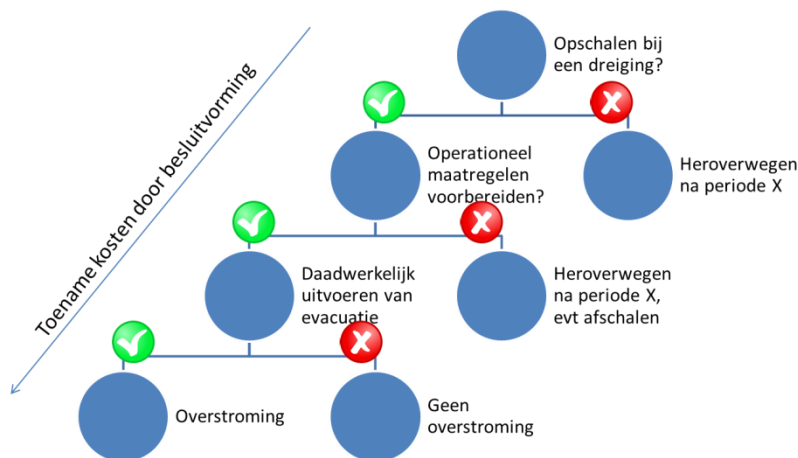
- De kans op een overstroming (door het waterschap);
- De hoeveelheid slachtoffers die kunnen worden voorkomen door de evacuatiestrategie (deze schatting kan worden gemaakt met de bouwstenen uit deze studie gecombineerd met de beschikbare tijd).

De beslismatrix kan vervolgens worden gebruikt om te bepalen of wel of niet tot evacuatie moeten worden overgegaan (gegeven de onderliggende redeneerlijn conform de overstromingsrisico-benadering). Dit is een hulpmiddel voor bestuurders om de keuze te maken, waarbij ook andere afwegingen kunnen worden meegenomen. Uit figuur 8 blijkt dat het bij een gerede kans - zeg 5% om veilig te zijn - al zinvol is om te evacueren.

De besluitvorming over evacuatie zal hierbij getrapt verlopen, zoals verbeeld in figuur 9 (Ref 8). Eerst zal men opschalen, en voordat de evacuatie echt start worden voorbereidingsmaatregelen getroffen. De impact van deze beslissingen (de kosten) zullen ook steeds toenemen. Een eerste verkenning ten aanzien van waterstanden die horen bij de opschalingscriteria, rekening houdend met de nieuwe kennis van waterkeringen, heeft aangetoond dat het verstandig is de opschaling te herijken voor evacuatie. Op basis van de huidige verkenning blijkt dat bij opschalen tot code rood het moment al is gepasseerd waarop het besluit tot evacuatie rendabel is. Dat betekent dat in geval van een dreiging minder waarde aan een mensenleven wordt gegeven dan bij het afleiden van de normen voor waterkeringen. Dit is niet conform de verwachting, omdat in de crisisbeheersing die meer risicoavers is. Het is dan ook aan te bevelen om de opschalingscriteria in overleg met het Departementaal Coördinatiecentrum Crisisbeheersing (DCC) te actualiseren.



Figuur 8 Evacuatiebeslismatrix voor Dordrecht met de bandbreedte uit de gevoeligheidsanalyse (Bron: Kolen en Huizinga, 2017)



Figuur 9 Getrapte besluitvorming over evacuatie (Bron: Kolen en Huizinga, 2017)

3.4 Uitvoeringsagenda

Op basis van de strategie Zelfredzaam Eiland is een voorstel voor een uitvoerings- en investeringsagenda (zie tabel 1) opgesteld (Ref 8). De uitvoeringsagenda geeft een pakket aan maatregelen, waarvoor de voorbereiding op korte termijn kan worden gestart. Hiervoor is onderscheid gemaakt in maatregelen gericht op het beheer(sen) van de overstromingskans, de ruimtelijke adaptatie en de crisisbeheersing. Met dit onderscheid is ook duidelijk wie aan de lat staat voor deze taken. Per maatregel van de uitvoeringsagenda is ook aangegeven:

- Aan welke (lopende) programma's de investeringen kunnen worden gekoppeld. Hierdoor kan gebruik worden gemaakt van de inzet in andere programma's om de ambities te realiseren.
- Wat de aard is van de investering (eenmalige, jaarlijks of door slim mee te koppelen met andere ontwikkelingen).

Benadrukt wordt dat deze verschillende maatregelen wel gebaseerd zijn op een gezamenlijke strategie, het Zelfredzaam Eiland. Dat betekent dat er wederzijdse afhankelijkheid is voor een effectieve uitvoering van de strategie. Vanuit deze optiek is het wenselijk om de samenwerking op het gebied van meerlaagsveiligheid ook na dit MIRT-onderzoek voort te zetten.

Maatregel Beheer(sen) van de overstromingskans (waterbeheerder)	Koppelmogelijkheden	Aard van investering
Pilot beoordeling Voorstraat als kunstwerk	Beoordeling waterkeringen	Voorbereiden van de beoordeling van Voorstraat als kunstwerk in een pilotproject. Dit kan leiden tot (benodigde) aanpassingen van het hoogwaterbestrijdingsplan met afspraken over alarmering, mobilisering en sluiting.
Toekomstbestendig borgen extra hoge dijken	Risicodialoog over overstromingen	Toekomstbestendig borgen van extra hoge dijken via plaatselijk strengere eisen. Dit leidt pas tot dijkversterking nadat uit de beoordeling blijkt dat dit noodzakelijk is.
Evaluatie van behoudsnorm voor de regionale keringen	Beoordeling waterkeringen	In het Deltaprogramma wordt een nieuw beoordelingsinstrumentarium ontwikkeld. Zodra beschikbaar, wordt bekeken of i.p.v. het leggerprofiel een normgetal wordt aangehouden.
Voorbereiden inschatten conditionele overstromingskans	Informatiepreparatie, zorgplicht, beoordeling waterkeringen	Extra eenmalige investering voor de uitwerking gekoppeld aan informatiepreparatie. Het updaten kan gekoppeld worden aan de zorgplicht en beoordeling van waterkeringen.
Actualiseren van dreigings-scenario's en effecten (relatie met informatiepreparatie)	Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR), LDO, LIWO en Risicokaart	Meekoppelen met updates van modellen en modeluitkomsten vanwege de ROR en Risicokaart en onderhoud van LDO en LIWO.
Herijken van opschalingscriteria	Updaten evacuatieplan	Extra investering gekoppeld aan het updaten van het evacuatieplan.
Ruimtelijke adaptatie (gemeente)		
Shelters (voor zelfredzamen)	Nieuwbouw, vervanging en beheer en onderhoud	Mogelijk (relatief) geringe investering door meekoppelen met ruimtelijke ontwikkeling. Focus op publieke gebouwen.
Vitale infrastructuur	Vergunningverlening, inzet omgevingsdiensten	Opstellen risicoprofielen door beheerders van vitale infrastructuur, en eigen besluitvorming door beheerders. Indien nodig aanvullend beleid op basis van ongewenste effecten.
Hulpbehoevenden en zorginstellingen	Zorgcontinuïteit	Opstellen risicoprofielen door zorginstellingen. Mogelijk aansluiten bij trajecten zorgcontinuïteit GHOR. In het evacuatieplan kunnen afspraken worden verankerd.
Evacuatie routes	Beheer en onderhoud	Eenmalig deze routes voorbereiden en markeren. Aanvullende maatregelen meekoppelen met beheer en onderhoud.
Crisisbeheersing (veiligheidsregio en partners)		
Informatiepreparatie	Water en Evacuatie	Het voorbereiden van de benodigde informatie voor crisisbeheersing.
Risicocommunicatie over de basisstrategie	Risicocommunicatie	Continu: Aanvulling op huidige communicatiestrategie, echter wel met concretere informatie over handelingsperspectieven.
Snelle en transparante crisiscommunicatie	Crisiscommunicatie	Voorbereiden bouwstenen voor communicatiestrategie. Vraagt continu onderhoud i.v.m. veranderend (social) media gebruik, gekoppeld aan generieke voorbereiding.
Voorbereiden van de besluitvorming	Updaten evacuatieplan	Terugkerende investering in het uitwerken van de opschaling, het voorbereiden van de besluitvorming en prioritering. Dit heeft ook betrekking op de opstart van nafase en terugkeer.
Trainen van bestuurders en hun adviseurs	OTO beleid	Extra investering door een andere aard van de OTO. Het gaat om het afwegen van verschillende scenario's, omgaan met onzekerheid en strategische keuzes. Deze voorbereiding kan een toevoeging zijn aan regulier OTO beleid.
Afspraken over continuïteit van elektriciteit en ICT in de dreigingsfase	Water en Evacuatie, Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie	Afspraken over schadevergoeding. Is, gezien de spelers, deels een landelijk traject waarvoor vanuit de regio een lobby opgezet kan worden om de noodzaak te duiden.
Shelters en aanlandingsplekken	Updaten evacuatieplan	Benoemen van shelters en het voorbereiden van inzet voor schuilen en redden, incl. de aanlandingsplekken. Dit kan worden opgenomen in regulier proces voor publieke zorg.
Evacuatie routes	Updaten evacuatieplan	Voor crisisbeheersing gaat het om het tijd operationeel hebben van evacuatie routes. Dit moeten worden voorbereid.

Tabel 1 Uitvoeringsagenda voor een Zelfredzaam Eiland (aangepast van: Kolen en Huizinga, 2017)

4 Conclusies over de strategie Zelfredzaam Eiland

Vanuit de Deltabeslissing Waterveiligheid is er een opgave om de bescherming van het Eiland van Dordrecht op peil te brengen tot het nieuwe wettelijke beschermingsniveau. Daarnaast is er een opgave vanuit de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie om het handelen bij een overstroming (en de samenwerking hierbij) voor te bereiden.

Drie aspecten die met deze opgaven samenhangen vormden de aanleiding voor dit MIRT-Onderzoek:

- Een grootschalige dijkversterking in grond langs de Voorstraat is complex, omdat deze primaire waterkering bebouwd is met veelal monumentale panden. Deze opgave wordt expliciet zodra de Voorstraat als kering wordt afgekeurd.
- Het Eiland van Dordrecht kent bij de overstromingskansen die uit de MKBA en LIR analyse volgt een relatief grote kans op overstromingen die leiden tot grote groepen slachtoffers. In het meest ernstige scenario (een overstroming vanuit de Kop van 't Land) zal het bebouwde gebied geheel zal overstromen. Er is dan waarschijnlijk geen (snel) herstel mogelijk.
- Door de korte voorspeltijd van extreme stormen (een tot twee dagen) en de zeer slechte weersomstandigheden, is een preventieve evacuatie van mensen van het Eiland af maar heel beperkt mogelijk. Verticale evacuatie is een haalbare strategie, maar die strategie moet wel worden geoperationaliseerd.

De strategie Zelfredzaam Eiland biedt een oplossing voor elk van de problemen gerelateerd aan de veiligheidsopgave:

- De dijkopgave langs de Voorstraat wordt met uitgesteld tot ca. 2050 bij de signaleringsnorm en tot ca. 2100 bij de ondergrens, doordat de Voorstraat is aangewezen en beoordeeld als kunstwerk (in plaats van als dijk). Bij een beoordeling als kunstwerk geldt dat de hoogte van het bestaande vloedschottensysteem mag worden meegenomen in de kruinhoogte. Er moeten dan wel eisen gesteld worden aan de overloop over de vloed- en coupureschotten heen en aan de betrouwbaarheid van sluiting van het systeem.
- De kans op een overstroming vanuit de Kop van 't Land (met grote groepen slachtoffers tot gevolg) kan worden verlaagd door plaatselijk strengere eisen vast te stellen. Waterschap Hollandse Delta heeft in het nabije verleden al in zo'n extra sterke dijk geïnvesteerd. Deze extra veiligheid is echter nog niet toekomstbestendig geborgd met strengere eisen.
- Een voorkeursstrategie voor evacueren is uitgewerkt in een voorstel op basis van een basisstrategie (verticaal in eigen woning) en een prioritering, indien er meer tijd en middelen beschikbaar zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie aspecten: evacuatie-zonering, zorginstellingen en vitale infrastructuur. Voor elk van deze aspecten zijn bouwstenen voor de meest optimale prioritering uitgewerkt.

Samenvattend zorgt de strategie ervoor dat kostbare / ingrijpende maatregelen aan de dijken worden voorkomen, de bestaande robuustheid in het gebied wordt geborgd voor de toekomst, en de bestaande zelf- en samenredzaamheid van mensen en de beschikbare capaciteit van hulpverleners optimaal worden benut.

Deel II: Kennis en innovatie voor de strategie

5 Ontwikkeling van de strategie voor het keringenstelsel

5.1 Stappen om de strategie te bepalen

De volgende stappen zijn doorlopen om de strategie voor het keringenstelsel te bepalen:

- Het verkennen van de dijkopgave van de Voorstraat als deze wordt beoordeeld volgens de benadering als kunstwerk;
- Het bepalen van de sterkte van de regionale keringen op basis van een beperkte set van beschikbare gegevens;
- Het valideren van de nieuwe norm voor de Zuidrand op basis van de verwachte sterkte van de regionale keringen;
- Een analyse van de overstromingsrisico's en kosten voor een vijftal combinaties van maatregelen, gericht op het versterken en/of (deels) afgraven van de regionale keringen. Op basis hiervan is beoordeeld welke combinaties efficiënt zijn, en of er sprake kan zijn van een slimme combinatie. De combinaties zijn vergeleken met de referentie+ (plus): dit is de referentiesituatie, waarbij ook rekening wordt gehouden met de coupure- en vloedschotten langs de Voorstraat. Het uitgangspunt voor de referentie is dat de primaire keringen de minimale veiligheid bieden van 1/3.000 per jaar (Noordrand) en 1/1.000 per jaar (Zuidrand), de huidige inrichting van de regionale keringen wordt gehandhaafd en de preventieve evacuatiestrategie wordt gevolgd (evacuatiefractie van 12%).

5.2 Veiligheidsbeoordeling van de Voorstraat als kunstwerk

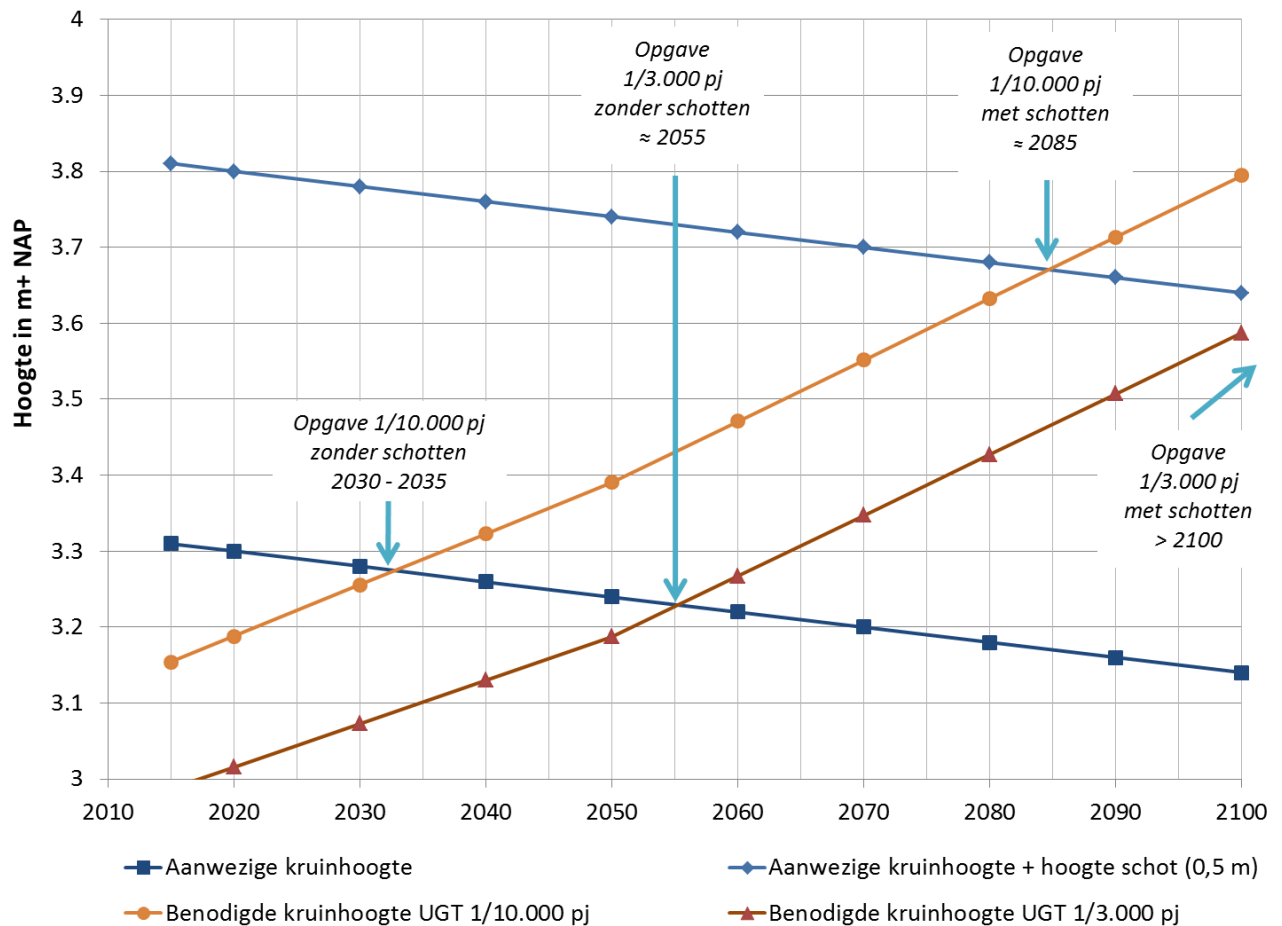
In het MIRT-onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' is een oplossing voor de complexe opgave voor de Voorstraat ontwikkeld. Deze oplossing ligt in het meenemen van het bestaande vloedschottensysteem bij de veiligheidsbeoordeling. Dit systeem van vloed- en coupureschotten moeten bij extreme hoogwatersituaties vroegtijdig worden geactiveerd. Het niet correct sluiten van het systeem kan ontoelaatbaar waterbezwaar veroorzaken. Indien het systeem niet kan functioneren door technisch falen, dan moet dit met alternatieve middelen direct worden hersteld. Het gaat hierbij dus ook om calamiteitenbestrijding voor waterkeringen, waarvoor het waterschap verantwoordelijk is. Deze bestaande situatie kan al bij de nieuwe beoordeling van 2017 tot 2023 worden benut om een complexe dijkopgave uit te stellen.

Bij de beoordeling van de Voorstraat als kunstwerk (Ref 2) mag ook de bijdrage van het vloedschottensysteem aan de veiligheid worden meegewogen. De extra kerende hoogte bedraagt dan 50 cm. Daarmee komt de aanwezige kruinhoogte van de Voorstraat op 3,81 m +NAP in 2050 en op 3,74 m +NAP in 2100. De benodigde kruinhoogte is hetzelfde als wanneer de coupure- en vloedschotten niet bijdragen. Indien deze wel bijdragen, dus 100% correct geplaatst worden, geldt dat het hoogteoverschot voor de signaleringsnorm in 2015 66 cm is. Met deze maatregel kan de hoogteopgave worden uitgesteld tot ongeveer 2085, bij de signaleringsnorm en snelle klimaatverandering (W+ scenario) (figuur 10). Bij de maximaal toelaatbare overstromingskans is dit zelfs tot na 2100.

Aangezien het vloedschottensysteem nodig is om de benodigde kruinhoogte te kunnen garanderen, dient er tevens een eis gesteld te worden aan de betrouwbaarheid van het sluitproces. De betrouwbaarheid van het sluitproces, gedefinieerd als de kans op niet-sluiten van de coupureschotten, is nu geschat op 1/30 per vraag waarbij is aangenomen dat er menselijke en technische fouten gemaakt kunnen worden. Het aantal sluitvragen per jaar neemt toe door klimaatverandering en bodemdaling. Hierdoor wordt de benodigde eis aan de betrouwbaarheid van het sluitproces strenger. Rond 2100 geldt dat het sluitproces in 1 van de 30 gevallen mag falen op grond van de benodigde eis, bij de

maximaal toelaatbare overstromingskans en snelle klimaatverandering. Dit is ongeveer gelijk aan de huidige betrouwbaarheid van de sluiting.

Opgemerkt wordt dat als met het coupure- en vloedschottensysteem kostbare en ingrijpende maatregelen worden voorkomen, daarmee ook de aanleiding voor een slimme combinatie (zie §5.5) is vervallen.



Figuur 10 Hoogteopgave voor de signaleringsnorm (1/10.000 pj) en ondergrens (1/3.000 pj) tussen 2015 en 2100, bij snelle klimaatverandering. Deze opgave ontstaat op het kruispunt van de aanwezige kruinhoogte en de benodigde kruinhoogte. UGT staat voor de uiterste grenstoestand, d.w.z. de situatie waarbij het falen van de waterkering optreedt. (Bron: Zethof et al., 2015b)

5.3 Quick scan naar de sterkte van de regionale keringen

In het Deltaprogramma is bij de bepaling van de economisch optimale overstromingskans voor de Zuidrand rekening gehouden met een kans van 50% dat de (achterliggende) Wieldrechtse Zeedijk bezwijkt als deze hydraulisch belast wordt bij een doorbraak van de primaire kering. Wanneer de primaire kering bezwijkt, kunnen de regionale keringen ervoor zorgen dat het overstroomde gebied in omvang beperkt blijft. Hierdoor blijven ook het aantal slachtoffers, de economische schade en de hersteltijd beperkt. In dit MIRT-onderzoek is de noodzaak erkend om nader te onderzoeken wat de sterkte van de regionale keringen is, en daarmee het functioneren van het stelsel van primaire en regionale keringen te beschouwen. Er bleek dat er geen bestaande analyses, toetsingen en/of grondonderzoek aanwezig waren van de regionale keringen.

RWS-WVL heeft een quick scan (Ref 13) uitgevoerd naar de sterkte van de regionale keringen op basis van een beperkte set van beschikbare gegevens. Daarvoor werd een

semi-probabilistische methode gebruikt conform de veiligheidsfilosofie voor stelsels van primaire en regionale keringen (§7.1). Gegeven een rekenwaarde voor de waterstand die nog net gekeerd kan worden is per faalmechanisme (piping en macrostabiliteit) een veiligheidsfactor bepaald. De eis voor de veiligheidsfactor is afgeleid uit een aangenomen voorwaardelijke faalkans van de regionale kering (van 10%), de rekenwaarde en een calibratie. Ook is een schematiseringsfactor afgeleid, die is toegevoegd aan de veiligheidsfactor. Het veiligheidsoordeel volgt uit een vergelijk van de aanwezige en geëiste veiligheidsfactoren. De beoordeelde situatie van de regionale keringen is de huidige toestand, met het KNMI'16 scenario W+2050. Het gebruikte model voor piping is volgens Sellmeijer, en alleen voor dit faalmechanisme staat de beoordeling toegelicht.

De faalkansberekening is gemaakt voor het meest waarschijnlijke waterstandsverlopen en diverse systeemeisen, waarbij een maximaal toelaatbare faalkans (ondergrens) aan de primaire kering wordt toegekend en een voorwaardelijke faalkanseis aan secundaire kering. De totale range aan waterstanden tegen de teen van de regionale keringen loopt dan uiteen van 1,45 m tot ruim 3 m +NAP.

De veiligheidsfactoren waren gebaseerd op de meest recente calibratie van Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017) voor primaire keringen. De parameters als input voor het Sellmeijer-model conform WBI2017 waren gebaseerd op expert opinion en op een analyse van zoveel mogelijk gegevens uit het DINO-loket (Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond). Uit het DINO-loket zijn voor 72 puntlocaties nabij de regionale keringen de volgende gegevens gehaald:

- Hoogte van het maaiveld;
- Dikte van bovenliggende deklaag;
- Dikte van zandlaag onder de bovenliggende deklaag;
- Indicatie van de mediane korreldiameter van zand.

Uit de DINO-gegevens blijkt dat het vrijwel altijd gaat om fijn zand met korreldiameter 63 µm-150 µm. De dikte van de bovenliggende deklaag blijkt te variëren van 0 m tot meer dan 10 m. Het algemene beeld uit de DINO-gegevens is:

- ca 1/4e van de gevallen met dunne deklaag (klasse 0,2 m);
- ca 1/3e van de gevallen met dikke deklaag (klasse 1 m);
- ca 3/8e van de gevallen geen piping (klasse > 5 m).

Op basis van de DINO-gegevens zijn 4 scenario's onderscheiden voor de bovenste laag met afwisselend zand/klei. Deze scenario's zijn: D250d1, D144d1, D250d02 en D144d02. D250 betekent mediane korreldiameter van zand gelijk aan 250 µm en d1 betekent deklaagdikte gelijk aan 1m.

Op basis van de semi-probabilistische beoordeling voor piping is bepaald dat de regionale keringen naar verwachting waterstanden tot ca. 1,8 m +NAP kunnen keren (de marge ligt tussen 1,5 m en 2,2 m +NAP). Dit is bij een voorwaardelijke faalkanseis van 10%. Hierbij is rekening gehouden met onzekerheden in de schematisatie van de grondopbouw door een gebrek aan voldoende veldgegevens (Ref 15). Voor een voorwaardelijke faalkanseis van 1% worden beduidend hoger waterstanden gevonden van ca. 2,6 m +NAP, omdat de regionale kering dan sterker is.

Ter onderbouwing van de semi-probabilistische beoordeling voor piping heeft RWS ook probabilistische sommen uitgevoerd (Ref 16). Deze sommen bevestigen de range van de uitkomsten van de semi-probabilistische beoordeling, zij het dat ze net iets gunstiger lijken. Omdat de semi-probabilistische beoordeling ook beschikbaar is voor macrostabiliteit (Ref 4) blijft dit het uitgangspunt voor het veiligheidsoordeel.

5.4 Validatie van de nieuwe norm voor de Zuidrand

De norm voor de Zuidrand van het Eiland van Dordrecht is afhankelijk van de waterkerende functie van de achterliggende regionale keringen (Wioldrechtse Zeedijk - Zeedijk). Zonder deze keringen zou de norm één klasse strenger moeten zijn (op basis van de economisch optimale overstromingskans) en dus gelijk worden aan de norm van de Noordrand (Ref 10). In dit MIRT-onderzoek is echter geconstateerd dat het niet is uit te sluiten, dat de sterkte van de regionale keringen dermate slecht is, dat dit aanleiding zou moeten zijn tot aanscherping van de norm voor de Zuidrand. Daarom is besloten om een eenvoudige gevoeligheidsanalyse uit te voeren van de hoogte van de norm voor de Zuidrand voor de sterkte van de regionale keringen, zoals berekend in de quick scan door RWS-WVL (Ref 13).

Om te kunnen beoordelen of er aanleiding is de norm voor de Zuidrand aan te scherpen is de economisch optimale overstromingskans opnieuw berekend, maar nu op basis van de ongunstige aanname dat de regionale keringen doorbreken wanneer deze worden blootgesteld aan waterstanden van 1,5 m +NAP (ondergrens van de marge vanuit de quick scan) of hoger. Bij waterstanden lager dan 1,5 m +NAP zijn de regionale keringen standzeker verondersteld. Er is ook een nog worstcasescenario berekend met de arbitrair gekozen ongunstiger aanname dat de Zuidendijk doorbreekt wanneer de waterstand daar hoger wordt dan 1 m + NAP. De economisch optimale overstromingskans is berekend conform de uitgangspunten van het Deltaprogramma (volgens de aanpak in §7.2). Wanneer deze kans ligt tussen de klassegrenzen 1/1.700 en 1/5.500 per jaar, blijft deze in de normklasse 1/3.000 per jaar en is aanscherping van de norm niet nodig.

De uitwerking in een kosten-baten analyse leidt tot een economisch optimale overstromingskans van 1/3.826 per jaar. Dit valt in de normklasse 1/3.000 per jaar (signaleringswaarde) en 1/1.000 per jaar ondergrens. Wanneer wordt uitgegaan van het worstcasescenario waarbij de Zuidendijk al bij een waterstand hoger dan NAP + 1 m doorbreekt, is de berekende economisch optimale overstromingskans 1/5.011 per jaar. Dit valt nog steeds in de geldende normklasse. Als zodanig is geconcludeerd dat het niet nodig is om de norm voor de Zuidrand aan te scherpen (Ref 10).

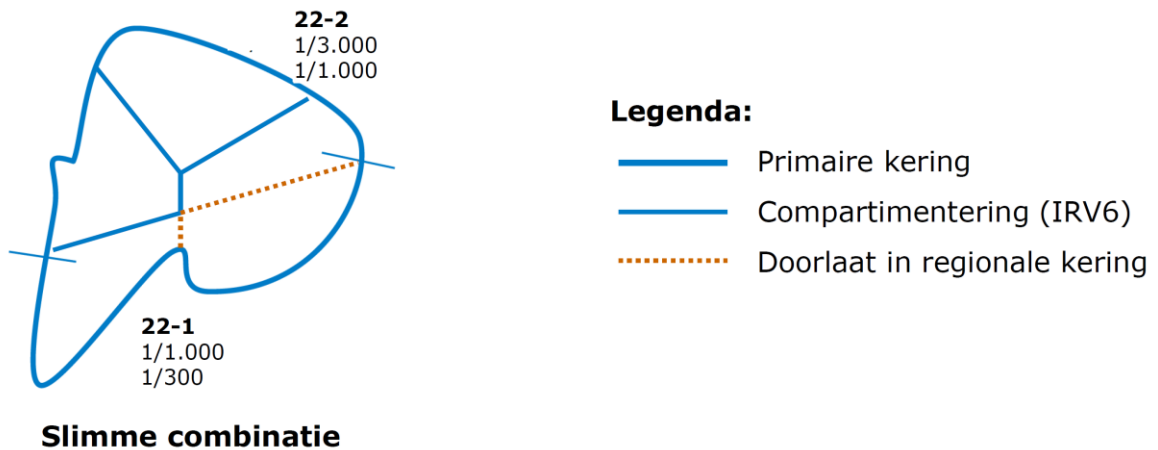
5.5 Effectbeoordeling voor de slimme combinatie

In het MIRT-onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' is een kansrijke slimme combinatie gevonden. Het voorstel voor de slimme combinatie voor het Eiland van Dordrecht geldt voor beide dijktrajecten. De slimme combinatie betreft een normverlaging van de Noordrand naar 1/1.000 per jaar en van de Zuidrand naar 1/300 per jaar (ondergrens) aangevuld met de versterking van de regionale keringen volgens inrichtingsvariant 6. In deze inrichtingsvariant loopt de compartimentering via de Wioldrechtse Zeedijk – Schenkeldijk – Zuidendijk, in combinatie met een doorlaatwerk in de Zeedijk en in de Oude Veerweg (zie figuur 11). Hierdoor wordt de overstroming vanuit de Kop van 't Land afgeleid naar het zuiden, waardoor de dreiging voor het bebouwde gebied afneemt alsmede de gevolgen (schade, slachtoffers en getroffen)."

In het ENW-advies voor slimme combinaties schrijft het ENW dat het in de uitwerking van de slimme combinaties is van groot belang dat er niet wordt ingeboet op waterveiligheid en dat er duidelijke eisen, beoordelingscriteria en beoordelingsmethoden voor de lagen 2 en 3 zijn, waarmee eenduidig wordt aangetoond dat de waterveiligheid is geborgd."

In de Waterwet is vastgelegd dat de besparing die daarbij ontstaat, mag worden ingezet voor de andere maatregelen—als daarmee hetzelfde beschermingsniveau wordt bereikt. Het zou even gecheckt moeten worden, maar volgens mij is na realisatie van een slimme combinatie wel een wijziging van de Waterwet nodig omdat de norm van het dijktraject

moet worden aangepast.



Figuur 11 Slimme combinatie

Voor de versterking van de compartimenteringskering zijn verschillende voorwaardelijke faalkanseisen beschouwd (Ref 18). Indien de benodigde investeringen om aan deze faalkanseisen te voldoen relatief laag zijn kan dit worden opgevat als een slimme combinatie. Voorwaarde hiervoor is dat de investeringskosten in de regionale keringen opwegen tegen de lagere investeringskosten in de primaire keringen. In de Waterwet is vastgelegd dat de besparing die daarbij ontstaat, mag worden ingezet voor de andere maatregelen—als daarmee hetzelfde beschermingsniveau wordt bereikt.

Om te beoordelen of een slimme combinatie in de zin van de Waterwet haalbaar is, zijn twee verbetermaatregelen voor de compartimenteringskering uitgewerkt als onderdeel van een combinatie van maatregelen. In combinatie I wordt de sterkte van de compartimenteringskering verbeterd tot een voorwaardelijke faalkans van 10%, en in combinatie II tot een voorwaardelijke faalkans van 3%. Voor deze combinaties van maatregelen is een analyse gemaakt van de (effecten op) overstromingsrisico's en kosten. Daarbij is het overstromingsrisico berekend conform de uitgangspunten van het Deltaprogramma (volgens de aanpak in §7.2). De kosten voor het versterken van de compartimenteringskering zijn geschat met een kentallenanalyse. Zo'n analyse heeft een bandbreedte van tenminste 50% relatief. Voor combinatie II zijn de versterkingskosten hoger ingeschat dan voor combinatie I, omdat er meer geotechnische oplossingen moeten worden gerealiseerd.

Tabel 2 geeft een overzicht van de overstromingsrisico's en kosten van beide combinaties van maatregelen. Het overstromingsrisico is het economisch risico in termen van schade, slachtoffers en getroffen. De kosten zijn de contante waarde (CW) van het economisch risico, de versterkingskosten voor de primaire en regionale keringen en de totale kosten (som van de CW van het economisch risico en versterkingskosten). Voor het berekenen van de CW van het economisch risico is uitgegaan van de signaleringswaarde, oftewel de middenkans. Hiervoor is gekozen, omdat de middenkans overeenkomt met het gemiddelde beschermingsniveau tijdens de levensduur van een kering. De berekeningen zijn gemaakt voor het KNMI'06 scenario W+ (met de GRADE afvoerstatistiek voor de Nieuwe Merwede) en het economische groeiscenario TM.

Strategie	Maximaal overstromingsrisico			CW van risico, versterkingskosten en totale kosten			
	Noordrand	Zuidrand	Dijkkring	Risico	Versterkingskosten		Totale kosten
	Economisch risico bij ondergrens (m€ per jaar)	Economisch risico bij ondergrens (m€ per jaar)	Economisch risico bij ondergrens (m€ per jaar)	CW van risico bij signalerings waarde (m€)	Meerkosten voor primaire keringen (m€)	Kosten voor regionale keringen (m€)	CW van totale kosten (m€)
Referentie	3,0	2,0	5,0	47	0	0	47
Combinatie I	5,7	4,0	9,6	89	- 30	41	100
Combinatie II	5,0	1,4	6,4	59	- 30	55	84

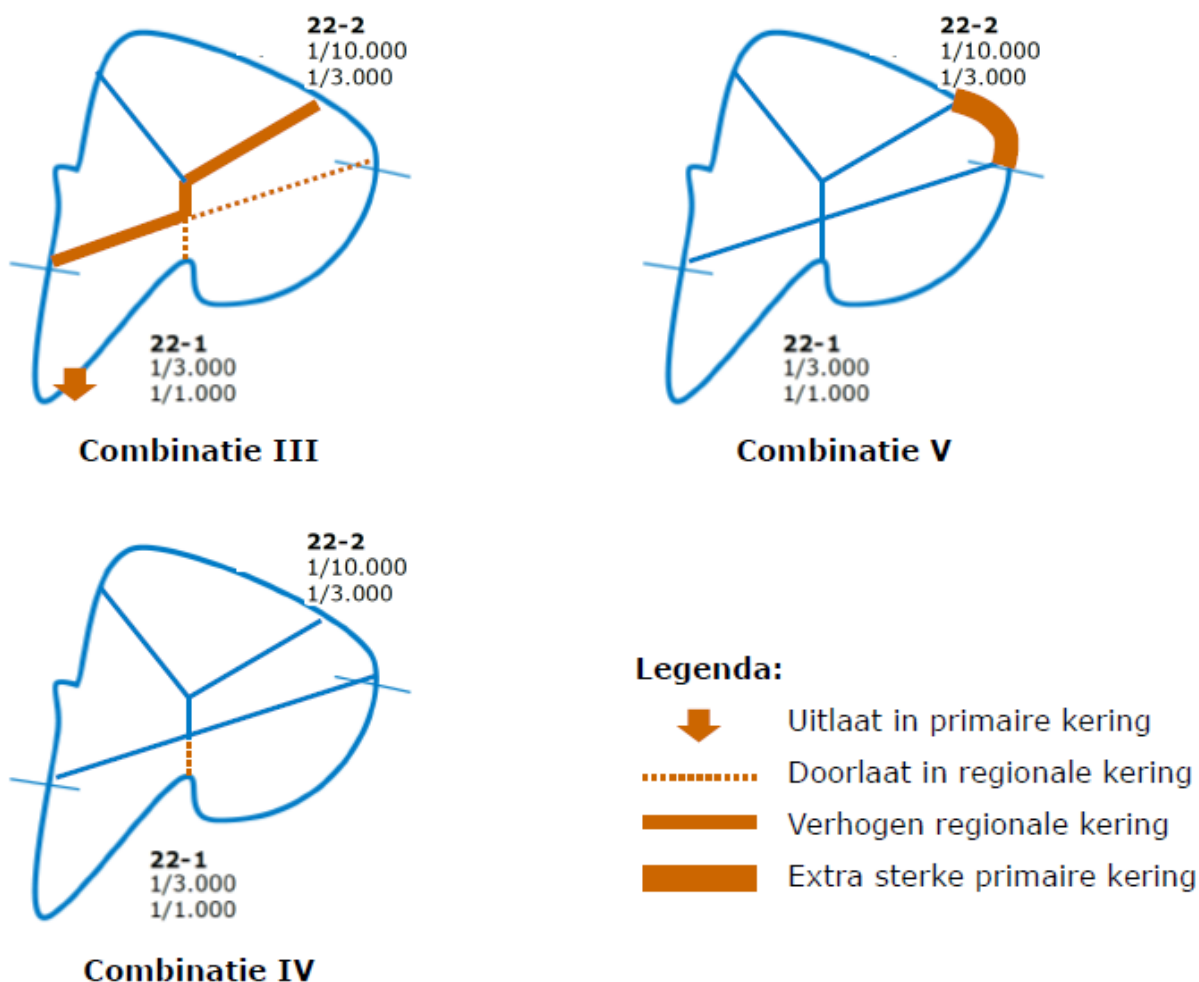
Tabel 2 Overstromingsrisico's en kosten van beide combinaties van maatregelen (bron: Zethof en Ter Horst, 2016)

Op basis van de analyse van overstromingsrisico's en kosten is geconcludeerd dat een slimme combinatie niet haalbaar is. Voor combinaties I en II neemt het economisch risico (voor de dijkkring) toe met respectievelijk ca. € 4,6 miljoen per jaar en ca. € 1,4 miljoen per jaar t.o.v. de referentie. Dit komt doordat de risicoreductie van ringdeel 5 (Kop van 't Land) en het worstcase scenario (voornamelijk bepaald door ringdeel 5) niet opweegt tegen de toename van het risico van de overige ringdelen aan de Noordrand, veroorzaakt door een 3x grotere kans op overstromen dan in de referentie. Dit betekent dat de baten (in termen van CW van de vermeden jaarlijkse schade) negatief zijn. Daarnaast zijn voor combinaties I en II de geschatte versterkingskosten voor de regionale keringen hoger dan de besparing op de primaire kering. Dat komt omdat er flinke kosten zijn gemoeid met het op sterkte brengen van de regionale keringen.

5.6 Effectbeoordeling voor aanvullende maatregelen

Tijdens de uitwerking van de slimme combinatie zijn drie combinaties van maatregelen naar voren gekomen die mogelijk efficiënt in staat zijn om de waterveiligheid van het Eiland van Dordrecht te vergroten en robuuster maken. Deze maatregelen worden genomen *in aanvulling* op het wettelijke beschermingsniveau, dat in de nieuwe normen van de Waterwet is vastgelegd. De maatregelen zijn als zodanig facultatief en bieden extra bescherming boven op het maximaal maatschappelijk aanvaardbaar geachte overstromingsrisico. De volgende combinaties van maatregelen zijn onderzocht (zie figuur 12):

- Combinatie III: Verhogen van de Schenkeldijk en Zuidendijk tot 2,5 m +NAP, in combinatie met een doorlaatwerk in de Zeedijk en in de Oude Veerweg en een uitlaat op de zuidpunt (Ref 17);
- Combinatie IV: Afgraven van de Oude Veerweg en Zanddijk (Ref 11);
- Combinatie V: Extra sterke dijk (factor 10x sterker dan in de referentie) op de Kop van 't Land (Ref 18).



Figuur 12 Combinaties van maatregelen in aanvulling op het wettelijk beschermingsniveau

Net als (slimme) combinaties I en II is combinatie III erop gericht om de overstroming vanuit de Kop van 't Land af te leiden naar het zuiden. Ook hier loopt de compartimentering via de Wioldrechtse Zeedijk – Schenkeldijk – Zuidendijk, in combinatie met een doorlaatwerk in de Zeedijk en in de Oude Veerweg en een uitlaat op de Zuidpunt. De compartimentering wordt integraal verhoogd tot 2,5m +NAP, maar wordt niet versterkt. Om het instromend water te kunnen keren is het cruciaal dat de waterstand in de polder beperkt blijft tot ca. 2 m +NAP, omdat de compartimentering dan naar verwachting niet doorbreekt. Uit berekeningen met een bakjesmodel blijkt dat de doorlaatwerken en uitlaat de waterstand beperken tot 2,15 m +NAP. Op basis daarvan valt deze combinatie eigenlijk al af.

In combinatie IV loopt de compartimentering via de Wioldrechtse Zeedijk en Zeedijk. Deze combinatie is erop gericht om een overstroming van het bebouwde gebied te voorkomen bij een doorbraak van de Zuidrand. Daartoe worden de Oude Veerweg en Zanddijk deels afgegraven. Onderzocht is of deze maatregelen de waterstand in de polder zover kunnen laten dalen, dat daarmee een doorbraak van de Wioldrechtse Zeedijk en Zeedijk kan worden voorkomen. Het uitgangspunt is dat deze keringen geen waterstanden kunnen keren hoger dan 2 m + NAP. Bij waterstanden lager dan 2 m + NAP is aangenomen dat deze keringen standzeker zijn.

De extra sterke dijk op de Kop van 't Land (combinatie V) is opgenomen omdat deze

maatregel als een alternatief voor compartimentering is te beschouwen. Door versterking van deze primaire kering wordt zowel de jaarlijkse kans op kleine schade (bij een standzekere compartimenteringskering) als de jaarlijkse kans op omvangrijke schade (bij een het falen van de compartimenteringskering) kleiner. De gemiddelde schade bij het falen van de compartimenteringskering wordt dan ook kleiner.

Naast de extra sterke dijk is nog een combinatie beschouwd waarbij dit dijkvak wordt opgevat als een overstroombare Deltadijk. Dit is een dijk waarbij het faalkans-budget geminimaliseerd wordt op de geotechnische en "overige" faalmechanismen (macrostabiliteit, piping, bekledingen etc.) zodat de kans op een bres voor alle faalmechanismen exclusief hoogte zeer klein is. Het wezenlijke verschil met de extra sterke dijk is dat ook een eis aan de regionale kering wordt gesteld. Tevens wordt de norm op de Zuidrand met 1 klasse verlaagd. Omdat de overstroombare Deltadijk zowel gebruik maakt van sterke primaire keringen als regionale keringen, is deze combinatie het duurst in kosten. Daarom is deze combinatie in een eerder onderzoek (Ref 13) afgevalen.

Voor de kansrijke combinaties van aanvullende maatregelen zijn de (effecten op) overstromingsrisico's en kosten bepaald door het verschil te nemen van de referentie met en zonder de maatregel. De analyse is uitgevoerd volgens een zelfde aanpak als voor de slimme combinatie. Met de kanttekening dat de risicoanalyse voor de extra sterke dijk is vereenvoudigd door de schade- en slachtofferfuncties te interpoleren en extrapoleren. De overstromingsrisico's en kosten voor de verschillende combinaties zijn opgenomen in Tabel 3.

Strategie	Verschil in maximaal overstromingsrisico			Verschil in CW van risico, versterkingskosten en totale kosten			
	Noordrand	Zuidrand	Dijkkring	Risico	Versterkingskosten	Totale kosten	
	Economisch risico bij ondergrens (m€ per jaar)	Economisch risico bij ondergrens (m€ per jaar)	Economisch risico bij ondergrens (m€ per jaar)	CW van risico bij signalerings waarde (m€)	Meerkosten voor primaire keringen (m€)	Kosten voor regionale keringen (m€)	CW van totale kosten (m€)
Combinatie III	-1,0	niet beschouwd	-1,0	-9	0	13	4
Combinatie IV	0	-0,2	-0,2	-2,1	0	1,5	-0,6
Combinatie V	-2,0	0	-2,0	-19	18	0	-1

Tabel 3 Overstromingsrisico's en kosten van de combinaties van maatregelen, uitgedrukt als verschil van de referentie met en zonder de maatregel

Op basis hiervan zijn de volgende conclusies over de aanvullende maatregelen getrokken:

- Alleen de extra sterke dijk (combinatie V) komt licht positief uit de kosten-baten analyse. Voor de Noordrand leidt de extra sterke dijk tot ongeveer een 3x kleiner economisch risico. Dit levert een grote schadereductie op (bijna € 20 miljoen), en reduceert het aantal slachtoffers met ca. 185 personen bij de ondergrens. Bovendien doet zich de bijzondere situatie voor dat het waterschap de extra investering voor een hoger minimaal beschermingsniveau (ten opzichte van de oude norm) reeds op eigen kosten heeft gedaan. Er is nu dus al sprake van een extra sterke dijk. Dit biedt mogelijk de kans om zonder extra investering het beschermingsniveau voor het Eiland op een hoger niveau te handhaven dan de nieuwe Waterwet voorschrijft (Ref 12).
- Combinatie IV komt licht positief uit de kosten-baten analyse. De berekende baten (€ 1,5 miljoen) zijn niet groter dan de kosten (€ 1,5 miljoen) van de maatregelen. Omdat er meerkosten zijn t.o.v. de referentie (waarvoor geen bijdrage vanuit het Deltafonds beschikbaar is) is deze combinatie afgevalen.

- De kosten-baten analyse is (licht) negatief voor combinatie III. Deze combinatie is vrij kostbaar, maar beperkt wel aantal slachtoffers met ca. 200 personen bij de ondergrens. Vanuit economisch oogpunt heeft het investeren in de primaire kering echter de voorkeur boven investeren in regionale keringen om de gevolgen van een overstroming vanuit de Kop van 't Land te beperken.

6 Ontwikkeling van het waterveiligheidsplan

6.1 Stappen om het waterveiligheidsplan op te stellen

Het waterveiligheidsplan is landelijk voor het eerst opgesteld op basis van de handreiking 'Handelings-perspectieven', die is opgeleverd binnen het project Water en Evacuatie. Deze handreiking ondersteunt de veiligheidsregio's en hun partners bij het proces om te komen tot een keuze uit mogelijke handelingsperspectieven en de bestuurlijke vaststelling daarvan. Hiertoe is een aantal vragen geformuleerd dat bij beantwoording ervan leidt tot weloverwogen handelingsperspectieven ter voorbereiding op overstromingen. Deze vragen zijn:

- Welke handelingsperspectief (evacuatiestrategie) is op hoofdlijnen het meest effectief?
- Welke handelingsperspectieven per evacuatiezone zijn gelet op de beschikbare tijd en capaciteit uitvoerbaar?

6.2 Uitwerking van de meest effectieve evacuatiestrategie

Op basis van de dreigingsscenario's uit de impactanalyse (Ref 6) is een voorkeursstrategie voor evacuatie samengesteld (Ref 8). De voorkeursstrategie is afhankelijk van het dreigingsscenario (zoals vermeld in §2.2). Tabel 4 geeft een beschrijving van de voorkeursstrategie per dreigingsscenario.

Scenario	Gevaar op het Eiland van Dordrecht	Gevaar in omgeving	Voorkeursstrategie
1/10 pj	Overlast buitendijks	Beperkt	Verticale evacuatie, indien noodzakelijk kan men verplaatsen van buitendijks naar binnendijks
1/100 pj	Overlast buitendijks	Beperkt	Verticale evacuatie, indien noodzakelijk kan men verplaatsen van buitendijks naar binnendijks
1/1.000 pj	Overlast buitendijks + overstromingsgevaar landelijk gebied (doorbraken aan de zuidkant waarbij de regionale kering standzeker is)	Storm plus overstromingsgevaar bij zwakke plekken	Verticale evacuatie, indien noodzakelijk kan men verplaatsen van buitendijks naar binnendijks. Het landelijk gebied evacueert naar de stad
1/10.000 pj	Overlast buitendijks + overstromingsgevaar hele eiland (doorbraken aan de zuidkant waarbij de regionale kering faalt)	Storm plus groot overstromingsgevaar in gehele overgangsgebied	Verticale evacuatie en mogelijk gedeeltelijke preventieve evacuatie
Extreem (<1/100.000 pj)	Overlast buitendijks + overstromingsgevaar hele eiland (doorbraken rondom hele eiland)	Storm plus groot overstromingsgevaar in gehele overgangsgebied	Verticale evacuatie en mogelijk gedeeltelijke preventieve evacuatie

Tabel 4 Voorkeursstrategie voor evacuatie per dreigingsscenario

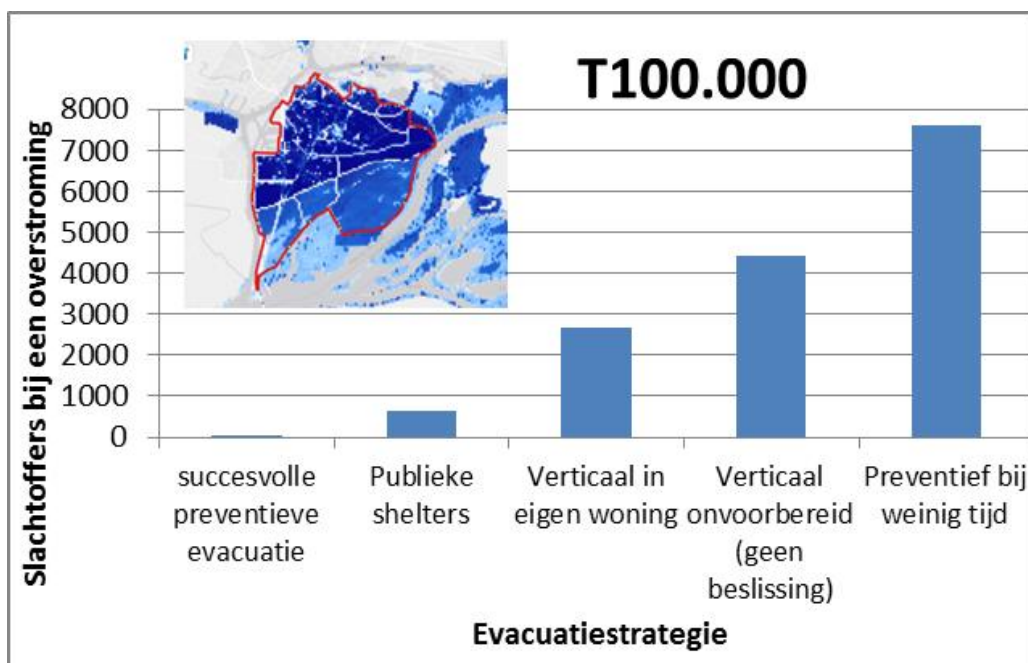
In de uitwerking van de voorkeursstrategie zijn slachtofferschattingen betrokken in combinatie met uitvoeringstijd van evacuatiestrategieën. Voor de slachtofferschattingen is gebruikt gemaakt van PBL model, dat ook in SSM-2017 is opgenomen. De slachtoffers per postcodegebied zijn bepaald voor de volgende denkbare situaties op het Eiland van Dordrecht:

1. Een succesvolle preventieve evacuatie;
2. Evacuatie naar publieke shelters (hierbij is per wijk gekeken naar het beschikbare areaal, ook is een scenario gemaakt met een verondersteld voldoende areaal);
3. Evacuatie verticaal in de eigen woning (die voorbereid is door middel van waarschuwingen);

4. Evacuatie verticaal in de eigen woning die niet voorbereid is (men is verrast); deze situatie kan worden gezien als het vertrekpunt van evacuatieplanning;
5. Preventief evacueren bij te weinig tijd. Deze strategie is de 'wrong call' en laat zien wat de consequenties zijn als er veel mensen tijdens de evacuatie worden getroffen.

Voor scenario's die 1/1.000 per jaar of vaker overschreden wordt geldt dat er geen significant slachtofferrisico is. Voor deze scenario's heeft verticale evacuatie de voorkeur, omdat de kosten van zo'n evacuatie beperkt zijn. Daar waar nodig (scenario dat 1/1.000 per jaar overschreden wordt) is er voldoende tijd voor verticale evacuatie. Voor wie niet verticaal wil evacueren (of voor wie het niet mogelijk is) bestaat de mogelijkheid om naar elders op het Eiland van Dordrecht te evacueren. Voor scenario's die 1/10.000 per jaar of minder vaak overschreden wordt zijn de slachtofferrisico's wel significant. Het aantal slachtoffers is afhankelijk van de wijze van evacueren.

In figuur 13 zijn de slachtofferaantallen opgenomen uitgaande van het meest extreme dreigingsscenario. Uit deze figuur blijkt, dat preventieve evacuatie van het Eiland van Dordrecht de minste slachtoffers oplevert als er voldoende tijd beschikbaar is om de evacuatie uit te voeren. Is er echter onvoldoende tijd om preventief te evacueren (en worden mensen tijdens de evacuatie overvallen door de overstroming) dan is verticale evacuatie in eigen woning een beter alternatief. Gezien de onzekerheid in de beschikbare tijd en omvang van een overstroming, wordt als vertrekpunt voor de voorkeursstrategie voor deze scenario's gehanteerd dat iedereen (mensen, bedrijven, instellingen, etc.) voor zichzelf zorgt. Als er tijd beschikbaar is en als er middelen beschikbaar zijn, dan kan extra handelingsperspectief worden geboden.



Figuur 13 Schatting van het aantal slachtoffers gegeven de evacuatiestrategie (onder aanname dat er voldoende schuilplaatsen zijn in ieder postcodegebied) (Bron: Kolen en Huizinga, 2017)

6.3 Uitwerking van de meest optimale prioritering

De voorkeursstrategie voor evacueren is verder uitgewerkt op basis van een basisstrategie (verticaal in eigen woning) en een prioritering, indien er meer tijd en middelen beschikbaar zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie aspecten: andere typen van evacueren, zorginstellingen en vitale infrastructuur. Voor elk van deze

aspecten zijn bouwstenen voor de meest optimale prioritering uitgewerkt.

Prioritering voor andere typen van evacueren

Door middel van informatievoorziening kunnen postcodegebieden gericht worden geïnformeerd en gestimuleerd om anders te evacueren. Handelingsperspectieven zijn:

- Extra maatregelen nemen voor mensen die schuilen in woningen (gericht op het overbruggen van de periode tot redden of vluchten);
- Bij beschikbaarheid van shelters in het postcodegebied om hier naartoe te gaan.
- Het gebied verlaten (preventieve evacuatie) via in te stellen evacuatieroutes (het verder uitwerken van deze route, en bekend maken van deze routes kan de uitvoering vergemakkelijken omdat er dan minder verstoringen zijn).

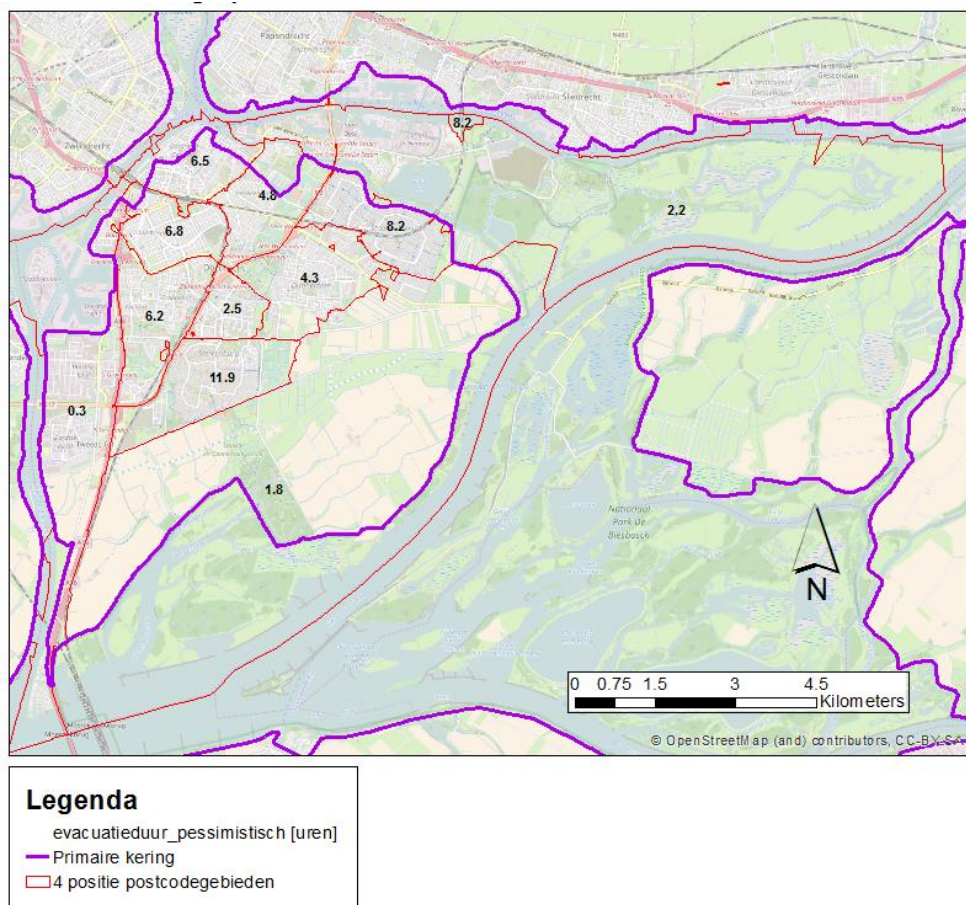
Per postcodegebied is een schatting gemaakt van het aantal slachtoffers gegeven een evacuatiestrategie (of handelingsperspectief) en een dreigingsscenario. Deze zijn bepaald met het PBL model. Deze schattingen zijn bedoeld als bouwsteen om gegeven de beschikbare tijd en ruimte een evacuatiestrategie op te stellen met zo min mogelijk slachtoffers. Slachtoffers zijn bepaald voor de volgende evacuatiestrategieën:

1. De basisstrategie (verticaal voorbereid) waarin iedereen schuilt in de eigen woning of instelling (of in de nabijheid) na te zijn geïnformeerd. Mensen kunnen dan ook nog enige voorbereidingsmaatregelen treffen;
2. Naar een publieke shelter in postcodegebied. In de uitwerking van het aantal slachtoffers is onderscheid gemaakt in:
 - a. de actuele beschikbaarheid van shelters (op basis van de inventarisatie);
 - b. de situatie indien er voldoende shelters beschikbaar zijn.
3. Preventief evacueren (bij voldoende tijd); enige slachtoffers zijn hierbij niet uitgesloten vanwege ongevallen en evacuatie hulpbehoevenden;
4. Verticaal onvoorbereid. Hierbij is er geen beslissing over evacuatie genomen en komt de overstroming 'onverwacht'. Mensen evacueren verticaal maar zijn minder goed voorbereid;
5. Preventieve evacuatie bij weinig tijd (wrong call). Hierbij is besloten om preventief te evacueren maar wordt een groot deel van de bevolking blootgesteld aan een overstroming.

Voor het bepalen van de uitvoerbaarheid van deze evacuatiestrategieën zijn per postcodegebied kentallen uitgewerkt voor:

- Het percentage gebouwen met een droge verdieping gegeven het dreigingsscenario;
- Het aantal gebouwen met een droge verdieping gegeven het dreigingsscenario;
- Het totale aantal gebouwen dat kan dienen als publieke shelter;
- De maximale beschikbare capaciteit gegeven het dreigingsscenario en de beschikbare droge verdiepingen in deze shelters;
- De preventieve evacuatieduur per postcodegebied voor een optimistisch scenario (vrije aftocht) en pessimistisch scenario (drukke in de omgeving) (figuur 14).

Deze gegevens zijn in GIS-bestanden uitgewerkt en op kaart gevisualiseerd in een Waterviewer: [http://waterviewer.nl/#waterveiligheidsplan Dordrecht](http://waterviewer.nl/#waterveiligheidsplan_Dordrecht). De inloggegevens zijn beschikbaar bij de gemeente Dordrecht en Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid.



Figuur 14 Preventieve evacuatieuur per postcodegebied bij een pessimistische scenario. (Bron: Kolen en Huizinga, 2017)

Prioritering voor zorginstellingen

In geval van een (potentiële) overstroming hebben zorginstellingen in beginsel een eigen verantwoordelijkheid. De aanwezige professionals zullen hulp verlenen, en waar mogelijk maatregelen treffen om de kwetsbaarheid te verlagen of extra capaciteit organiseren. Ook op de inzet van hulpdiensten kan een beroep worden gedaan. Deze kan bestaan uit extra capaciteit voor de uitvoering, begeleiding voor vervoer en het beschikbaar stellen van opvanglocaties. Gezien de omvang van de hulpvraag is het onwaarschijnlijk dat alle hulpbehoevenden kunnen worden geholpen. Om willekeur te voorkomen is het wenselijk dat instellingen de urgentie van de hulpvraag aanduiden via de triage protocollen. Op basis van deze duiding kan (indien beschikbaar) ondersteuning worden verleend door de hulpdiensten of kunnen noodvoorzieningen (als generatoren) worden ingezet. Ook kan de preventieve evacuatie van hulpbehoevenden uit instellingen een hogere prioriteit krijgen dan de evacuatie van zelfredzamen.

Prioritering voor vitale infrastructuur

In beginsel geldt dat de eigenaar verantwoordelijk is voor de continuïteit van de voorzieningen. Beheerders zullen maatregelen treffen om grote keteneffecten te voorkomen en om de hersteltijd voor vitale infrastructuur te verkorten. Randvoorwaarde hiervoor is dat de beheerders geïnformeerd zijn. Deze informatiebehoefte heeft zowel betrekking op tijdige waarschuwing bij een (potentiële) overstroming, als op informatie over overstromingsrisico's. Op basis van deze informatie kunnen beheerders een eigen afweging maken over het fysiek ontwerp van objecten, en de eigen crisisorganisatie hierop inrichten.

Gezien het specialistisch werk kunnen hulpdiensten beperkt ondersteuning leveren. Daarbij valt te denken aan begidsen om de reistijd te verkorten, fysieke ondersteuning voor de uitvoering van maatregelen, en het vorderen en ter beschikking stellen van materiaal en middelen. Indien ondersteuning wenselijk is, dan zijn prioritair:

- Elektriciteit, ten behoeve van zelfredzaamheid, communicatie en bedrijfs- en hulpverleningsprocessen;
- ICT, ten behoeve van communicatie en het besturen van processen op afstand;
- Drinkwater: ten behoeve van zelfredzaamheid.

Bovendien is het wenselijk om de continuïteit van de voorzieningen tijdens een dreigingsfase zo lang mogelijk te garanderen. Voor een beheerder kan dit op gespannen voet staan met het zorgdragen voor goed beheer van zijn netwerk en middelen. Het is dan ook raadzaam om hier vooraf afspraken over te maken (op landelijk niveau).

6.4 Uitwerking van de uitvoerbaarheid van het redden en vluchten

Mensen kunnen het overstroomd gebied verlaten op eigen kracht of ondersteund door hulpdiensten. In het eerste geval spreken we van 'vluchten', in het tweede geval van 'redden'. De uitvoerbaarheid van het redden en vluchten is bepaald op basis van storylines (Ref 7), zoals beschreven in §7.3. Bij de uitwerking van de storylines is onderscheid gemaakt in een verwachte, gunstige en ongunstige uitwerking. Zowel de verwachte als gunstige storyline gaan uit van een flexibele evacuatiestrategie, gericht op een combinatie van preventieve en verticale evacuatie. In de gunstige storyline wordt verondersteld dat er door middel van voorbereiding randvoorwaarden zijn geschapen bij de overheid (voldoende shelterlocaties, gerichte voorlichting, evacuatielroutes, tijdig beslissen) en het publiek (waterbewustzijn, bekend met verticale evacuatie en shelterlocaties). Dit is ook het uitgangspunt in de verwachte storyline, maar de mate van voorbereiding ligt hier wel minder hoog. De gunstige storyline wordt geassocieerd met het Zelfredzaam Eiland op termijn, en de verwachte storyline met het Zelfredzaam Eiland nu. In de ongunstige storyline wordt verondersteld dat de evacuatiestrategie is om alle inwoners preventief te evacueren. De voorbereiding van de overheid en mensen is ook gericht op preventief evacueren, en deze zijn dan ook overvallen als het niet lukt. Dit scenario past bij de referentiesituatie.

De drie storylines zijn concreet uitgewerkt naar een reddingsopgave voor het Eiland van Dordrecht. Daarvoor is de beschikbare kennis over de relatie tussen de tijd en de effectiviteit van evacuatie gebruikt. Door deze relatie te combineren met het aantal inwoners van Dordrecht kan het aantal achterblijvers worden bepaald. En door aannemen te doen over het aantal mensen dat zelf vlucht en anderen helpt om te vluchten kan een beeld worden verkregen van het aantal mensen dat voor redding van de hulpdiensten afhankelijk is. Dit noemen we de reddingsopgave. In Tabel 5 is voor de drie storylines opgenomen hoe de achterblijvers zijn verdeeld over verschillende groepen en bestemmingen.

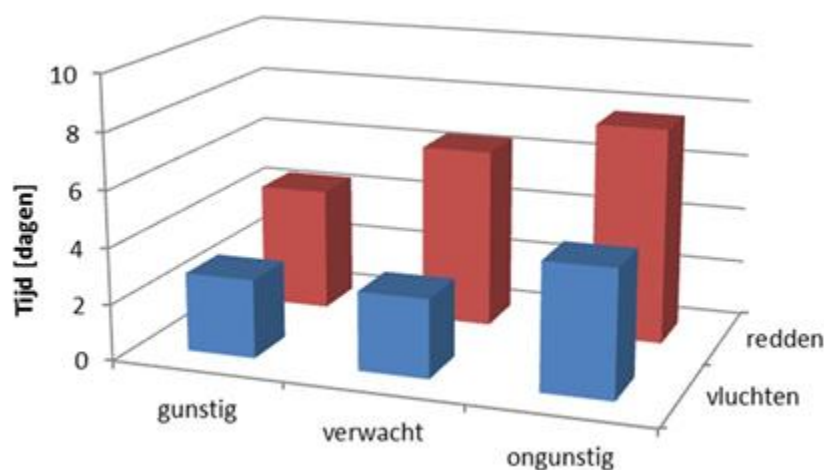
Achterblijvers verdeeld over groepen en bestemmingen	Verwacht	Gunstig	Ongunstig
Aantal preventief geëvacueerd (incl. hulpbehoevende)	26.550	53.100	26.550
Aantal mensen in een voorbereide shelter	21.626	30.393	-
Aantal mensen in (eigen) woning of vluchtplek	64.879	30.393	87.358
Hulpbehoevenden in als shelter benutte zorginstelling	903	1.282	-
Familie en vrienden die zorg aanbieden in shelters	853	1.210	-
Hulpbehoevenden in elders	3.189	1.623	4.092

Tabel 5 Achterblijvers op een locatie in de drie storylines. (Bron: Kolen en Huizinga, 2017)

Voor iedere storyline is tevens de duur van de reddingsfase ingeschat door een globale

capaciteitenanalyse uit te voeren. De reddingscapaciteit van de autoriteiten is bepaald op basis van de studies 'Inzetplan grootschalige hulpverlening Reddingsbrigade Nederland' en 'Boottype rampenvloot na 2010'. Met behulp van enkele capaciteiten modellen is de reddingscapaciteit vertaald naar de reddingstijd. Om zicht te krijgen op de reddingscapaciteit onder inwoners is een literatuuronderzoek gedaan naar de aanwezige vaartuigen in Nederland. Daarnaast is een enquête uitgevoerd onder de bevolking van Dordrecht naar de beschikbare middelen om zelf te vluchten (en anderen te redden) en naar de aanwezige hoeveelheid voedsel en drinken om te overleven.

In Figuur 15 is de totale duur voor het redden en vluchten in verschillende storylines gepresenteerd. Hierbij is aangenomen dat mensen naar het dichtstbijzijnde aanlandingspunt vluchten, of hier afgezet worden als ze gered worden. Deze aanlandingspunten zijn bedoeld om mensen tijdelijk op te vangen, zonodig van zorg te voorzien, en over land door te sturen naar opvang ergens in Nederland. Uit de figuur valt de grote duur voor de redding van mensen op in de ongunstige storyline (7,7 dag). Deze wordt veroorzaakt door de grote reddingsopgave, de mindere voorbereiding van mensen, het feit dat deze verspreid zijn en de (onhandige) strategiekeuze voor preventieve evacuatie. Ook valt op dat bij de ongunstige storyline de tijd nodig voor het vluchten veel minder is dan voor het redden (4,5 dagen). Het valt dan ook te verwachten dat de capaciteit beschikbaar voor vluchten nog ingezet zal worden en de reddingduur nog verkort zal worden. Dit geldt in zekere mate ook voor de verwachte en gunstige storyline. De tijd voor het redden varieert van 4,4 dag in de gunstige storyline tot 6,4 dag in de verwachte storyline. Voor het vluchten is in beide storylines orde grootte 2,8 dag nodig. Wederom valt op dat voor het redden van mensen meer tijd nodig is dan voor het vluchten.



Figuur 15 Duur van het redden en vluchten na een overstroming. (Bron: Kolen et al. 2017)

In Tabel 6 is de gemiddelde tijd is voor het redden en vluchten opgenomen op basis van een gevoeligheidsanalyse. Dit is het gemiddelde van de tijd voor het redden en vluchten in de referentie en een hoog en laag scenario. Omdat het een grove benadering betreft, is ook de bandbreedte gepresenteerd. De beschouwde scenario's tonen de gevoeligheid voor: het beschikbare botenaantal voor vluchters, de vaarsnelheid voor vluchters, en het aantal mensen dat gered moet worden.

	Verwacht	Gunstig	Ongunstig
Bandbreedte referentie van tijd voor redden en vluchten (in dagen)	2,8 - 6,4	2,8 - 4,4	4,5 - 7,7
Gewogen gemiddelde van tijd (in dagen) voor redden en vluchten voor referentie en hoog en laag scenario	5,1 (min 2,0 en max 6,7)	4,1 (min 2,0 en max 6,7)	8,0 (min 2,7 en max 18,0)

Tabel 6 Gewogen tijden voor het redden en vluchten na een overstroming. (Bron: Kolen et al. 2017)

De duur voor het redden en vluchten kan worden vergeleken met de aanwezige voorraden in het gebied. Met de enquête is aangetoond dat meer dan 80% van de mensen een voorraad voor 3-4 dagen heeft en dat mensen in de dreigingsfase nog voorbereidingsmaatregelen kunnen treffen. Geconcludeerd kan dan ook worden dat de duur van het redden en vluchten in de gunstige storyline geen aanvullende knelpunten oplevert voor voedseltekorten, en er dientengevolge geen extra slachtoffers vallen (ten opzichte van de normale schattingen). Zeker als we in acht nemen dat in deze storyline nog verdere voorbereidingsmaatregelen worden getroffen. Ook voor de verwachte storyline lijken grote knelpunten niet realistisch, al kan bij veel tegenslag de duur wel oplopen en kunnen knelpunten ontstaan. Ook hier is er nog de mogelijkheid om tijdens het redden ook voorraden in het gebied te brengen en zijn nog voorzorgsmaatregelen voorzien. Alleen bij de ongunstige storyline (waarbij veel mensen onderweg worden getroffen) blijkt duidelijk dat de duur van het redden en vluchten zolang is dat de leefbaarheid in gevaar komt en er extra slachtoffers vallen (ten opzichte van de normale schattingen).

7 Ontwikkelde innovaties in methoden

In het kader van dit MIRT-onderzoek zijn de volgende innovaties in methoden ontwikkeld om de effecten van de meerlaagse aanpak verder te kunnen uitdiepen:

- Veiligheidsfilosofie voor een stelsel van keringen;
- Versimpelde risicoberekening voor een stelsel van keringen;
- Storylines voor de reddingsopgave na een overstroming.

7.1 Veiligheidsfilosofie voor een stelsel van keringen

In het kader van dit MIRT-onderzoek is door Jongejan (Ref 5) een veiligheidsfilosofie voor een stelsel van keringen met een bepaalde gezamenlijke faalkans: een norm op primaire kering en een voorwaardelijke faalkanseis op de achterliggende regionale kering. Deze filosofie betreft een semi-probabilistische rekenmethode waarbij een faalkanseis voor de belasting aan de teen van de regionale kering kan worden bepaald. Met behulp van deze methode kunnen waterstanden worden berekend voor de regionale keringen, waarmee voor de geotechnische faalmechanismen een sterktebeoordeling kan worden gedaan.

Afleiding van de eis aan voorwaardelijke faalkans compartimenteringskering

Op grond van een risicoanalyse volgens de bovengenoemde principes kan worden afgeleid welke voorwaardelijke faalkans van de compartimenteringskering vereist is om op vergelijkbaar beschermingsniveau (hetzelfde economisch risico en LIR) uit te komen bij een normversoepeling na realisatie van een slimme combinatie. In Ref 5 wordt alleen op hoofdlijnen ingegaan op de vraag wanneer sprake is van een vergelijkbaar beschermingsniveau bij een normversoepeling (3x grotere overstromingskans).

Om te beoordelen of de compartimenteringskering aan een bepaalde eis aan de voorwaardelijk faalkans voldoet, zijn twee aanpakken mogelijk:

- Probabilistisch: berekening van de faalkans (in de vorm van een volledige kansverdeling), gevolgd door een vergelijking van de berekende faalkans met de faalkanseis
- Semi-probabilistisch: berekening van de faalkans met gebruik van rekenwaarden (representatieve waarden en partiële veiligheidsfactoren). De rekenwaarden zijn zodanig gekalibreerd dat het oordeel 'voldoet' volgens de semi-probabilistische analyse betekent dat aan de faalkanseis wordt voldaan.

In dit MIRT-onderzoek is gewerkt met de semi-probabilistische aanpak (Ref 13). Dit is een benaderingswijze met een deterministisch uiterlijk (in de vorm van rekenwaarden in plaats van de volledige kansverdeling). Op de achtergrond spelen echter precies dezelfde onzekerheden en modellen een rol als in een probabilistische aanpak. Hiervoor is gekozen, omdat de semi-probabilistische aanpak door het WBI2017 (als standaard aanpak) wordt gebruikt. Bovendien is het rekenen met een probabilistische aanpak moeilijker, niet alleen voor piping maar zeker ook voor macrostabiliteit.

Semi-probabilistische beoordeling

Het WBI2017 en het Ontwerpinstrumentarium 2014 (OI2014) bevatten semi-probabilistische voorschriften voor een aantal faalmechanismen, zoals macroinstabiliteit en opbarsten en piping. In deze voorschriften zijn veiligheidsfactoren opgenomen die afhankelijk zijn van de betrouwbaarheidsindex. Deze betrouwbaarheidsindex is direct gerelateerd aan de geëiste faalkans. Voor de relatie tussen een faalkans en een betrouwbaarheidsindex geldt:

$$P(F) = \Phi(-\beta)$$

Waarin:

$P(F)$ = Faalkans

β = Betrouwbaarheidsindex

$\Phi(\cdot)$ = Standaardnormale kansverdeling

De semi-probabilistische voorschriften uit het WBI2017 en het OI2014 zijn in principe ook te gebruiken bij de beoordeling van de voorwaardelijke faalkans van een compartimenteringskering. Dit kan worden gedaan door de betrouwbaarheidsindex in te vullen die hoort bij de maximale voorwaardelijke faalkans op doorsnedeniveau voor het betreffende faalmechanisme. Vervolgens moet wel worden uitgegaan van de kansverdeling van de belasting gegeven een belasting/aanspraak bij het bepalen van het ontwerppeil.

Alle voorschriften in het WBI2017 en het OI2014 zijn afgeleid voor maximaal toelaatbare overstromingskansen van 1/100 tot 1/100.000 per jaar. Bij een norm die minder streng is (per jaar of per aanspraak) worden de voorschriften uit het WBI2017 en het OI2014 buiten hun toepassingsgebied toegepast.

7.2 Versimpelde risicoberekening voor een stelsel van keringen

Door HKV (Ref 18) is een versimpelde aanpak voor een risicoberekening voor een stelsel van keringen opgesteld. Daarbij bestaat het overstromingsrisico uit twee componenten: het overstromingsrisico *gegeven* een standzekere compartimenteringskering + het overstromingsrisico *gegeven* een niet-standzekere compartimenteringskering. Met niet-standzeker wordt bedoeld een compartimenteringskering die faalt op geotechnische faalmechanismen. Als de compartimenteringskering standzeker is, dan kan de kering nog wel overlopen (door onvoldoende kerende hoogte), maar zal niet bezwijken. Dit betekent dat zowel de kans op en de gevolgen bij een doorbraak van de compartimenteringskering als de kans op en de gevolgen wanneer de compartimenteringskering niet doorbreekt, gegeven een overstroming van de primaire kering moeten worden bepaald.

Deze versimpelde aanpak is conform de uitgangspunten van het Deltaprogramma. In lijn met de uitgangspunten van het Deltaprogramma is in de risicoberekening expliciet het uitgangspunt gehanteerd, dat de conditionele faalkans van de compartimenteringskering bij toetspeil scenario en het worstcase scenario gelijk is.

Het overstromingsrisico wordt in deze aanpak als volgt bepaald:

Risico bij niet-standzekere comp. kering =

$$PF_p \times [(80\% \times CFK_c \times S_{TP_{niet-standzeker}}) + (20\% \times CFK_c \times S_{WC_{niet-standzeker}})]$$

+

Risico bij standzekere comp. kering =

$$PF_p \times [(80\% \times (1 - CFK_c) \times S_{TP_{standzeker}}) + (20\% \times (1 - CFK_c) \times S_{WC_{standzeker}})]$$

Waarbij

PF_p = overstromingskansen primaire kering per jaar

CFK_c = conditionele faalkans compartimenteringskering

$S_{TP_{niet-standzeker}}$ = gewogen schade per normtraject bij toetspeil bij niet-standzekere kering

$S_{WC_{niet-standzeker}}$ = totale schade bij worstcase scenario bij niet-standzekere kering

$S_{TP_{standzeker}}$ = gewogen schade per normtraject bij toetspeil bij standzekere kering

$S_{WC_{standzeker}}$ = totale schade bij worstcase scenario bij standzekere kering

Waarbij de gewogen schade per normtraject bij toetspeil het totaal is van:

Σ (schade bij norm ringdeel i x lengte ringdeel i) / lengte normtraject

7.3 Storylines voor de reddingsopgave na een overstroming

Er bestaan voor Nederland nog vrijwel geen inzichten in hoe het vluchten en redden na een overstroming zal plaatsvinden en hoe we ons hierop kunnen voorbereiden. In dit MIRT-onderzoek zijn storylines opgesteld waarin is beschreven hoe de reddingsopgave na een overstroming eruit kan zien (Ref 7). Het gaat hierbij in het bijzonder om de reddingsopgave van mensen die vanwege een zogenaamde verticale evacuatie een veilige schuilplek hebben gezocht in het overstroomde gebied, thuis of in een shelter. De reddingsopgave heeft betrekking de wijze waarop mensen die achterblijven (omdat ze niet kunnen of willen evacueren) worden opgevangen, hoe ze het gebied kunnen verlaten en wat hiervoor nodig is. Het aantal achterblijvers is afhankelijk van de gebiedskenmerken (zoals het aantal mensen en de capaciteit van wegen), de evacuatiestrategie en van de uitvoering hiervan. Bij een 'slimme' uitvoering kan het aantal slachtoffers worden beperkt en kan ook de reddingsoperatie goed worden uitgevoerd. Bij een 'onhandige' uitvoering kunnen juist meer slachtoffers vallen en zal de redding minder efficiënt zijn. Dit komt doordat mensen dan vluchten naar en stranden op onbekende locaties en hierop minder goed zijn voorbereid, evenals de hulpdiensten die minder voorzorgsmaatregelen hebben getroffen.

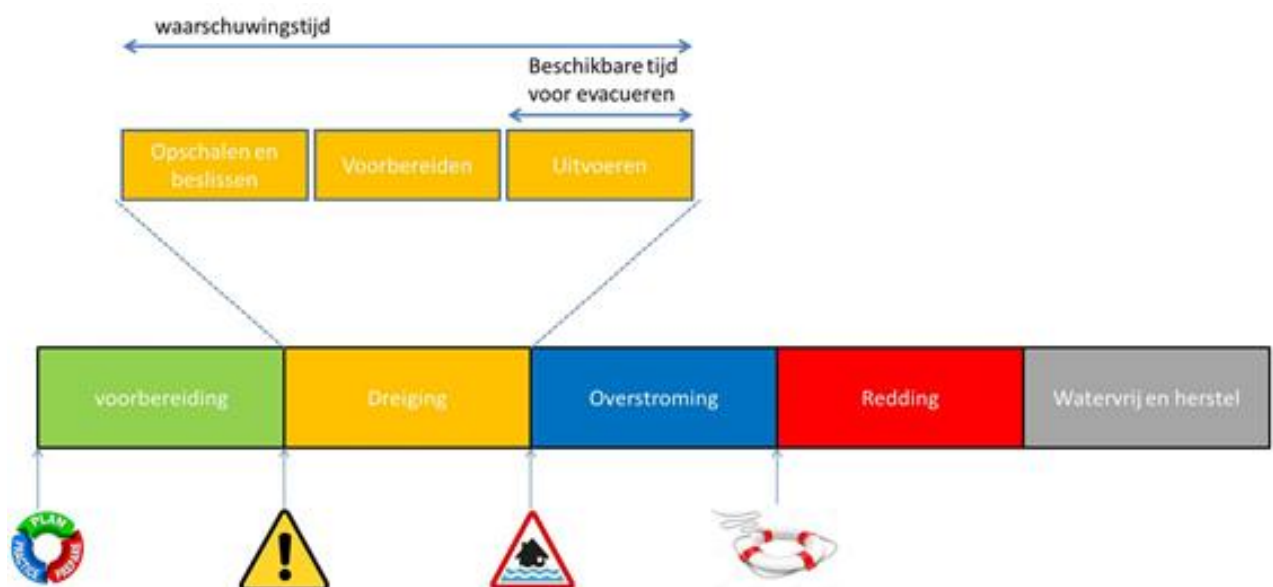
Aan de hand van bovenstaande redeneerlijn is onderscheid gemaakt in een verwachte, gunstige en ongunstige storyline. De drie storylines zijn uitgewerkt op basis van een tijdlijn van een dreging en de overstroming zelf en de verschillende bouwstenen van de evacuatiestrategie. Voor de tijdlijn is onderscheid gemaakt in vier tijdvakken (zie figuur 16):

- Voorbereiding: Het gaat hier om de maatregelen die worden genomen in de 'koude fase', dus voordat er sprake is van een hoogwaterdreiging.
- Dreigingsfase voor de doorbraak: Het gaat hierbij om de acties die in de dreigingsfase worden ondernomen. Dit is de periode van alarmering tot en met de daadwerkelijke doorbraak of dat de extreme wind het buiten gevaarlijk maakt. Deze fase duurt maximaal enkele dagen, maar er kan ook vrijwel geen tijd zijn (enkele uren).
- De overstromingsfase (rondom de doorbraak): Het gaat hierbij om de periode dat het water snel stijgt nadat dijken zijn bezweken en de periode dat de wind dermate sterk is dat het buiten onveilig of zelfs gevaarlijk is. Gedurende deze periode schuilen ook hulpverleners (zoals ook is opgenomen in het handelingsperspectief; RWS 2014).
- De reddingsfase na de doorbraak: Dit is de periode dat mensen die achter zijn gebleven en verticaal geëvacueerd zijn alsnog het gebied verlaten. Na de reddingsfase zal een gebied watervrij gemaakt worden en hersteld worden (een vijfde fase). Deze is in dit onderzoek niet uitgewerkt.

De bouwstenen voor de evacuatiestrategie zijn:

- Strategische keuzes: Dit zijn de richtinggevende keuzes die zijn gemaakt door de overheid die bepalend zijn voor de latere uitwerking van de evacuatie en redding.
- De hulpdiensten: Het gaat hierbij om de operationele maatregelen die ze uitvoeren. Hieronder wordt ook de Nationale Reddingsvloot en de reddingsbrigade verstaan die apart zijn benoemd. Ook defensie maakt hier onderdeel van uit, deze worden gezien als verlengstuk van de capaciteit van de hulpdiensten.
- Communicatie en waterbewustzijn: Dit heeft betrekking op de wijze waarop kenbaar is gemaakt wat het overstromingsrisico is en wat handelingsperspectieven zijn. Het gaat hierbij zowel om risico- als crisiscommunicatie. We zoomen hierbij specifiek in op overstromingen en evacuatie uitgaande van de bestaande middelen en structuren.
- Infrastructuur: Dit betreft de inzet van de transportnetwerken (we richten ons hierbij met name op de weg, omdat die het meest bijdraagt aan evacuatie) en de gebouwen. Hier ligt dus een link met ruimtelijke adaptatie waarin deze capaciteiten beïnvloedt

- kunnen worden. Zo kunnen sheltermogelijkheden worden vergroot evenals de transportcapaciteit van infrastructuur.
- Nuts en ICT voorzieningen: Hierbij is beschreven of, en in welke mate deze blijven functioneren. Deze zijn wenselijk voor communicatie en vergroten de overlevingskansen (warmte, eten en drinken etc.).
- Mensen: Het gaat hierbij om het gedrag van mensen en de mate waarin deze een hulpvraag hebben. Binnen een groep mensen kan onderscheid worden gemaakt in hulpbehoevenden en niet hulpbehoevenden. We gaan hierbij uit van samenredzaamheid, dat wil zeggen dat als men volgens reguliere criteria onder niet-zelfredzamen wordt beschouwd het niet zo is dat de volledige hulpvraag ten laste komt van de hulpdiensten. Een deel van de niet-zelfredzamen zal immers door andere burgers geholpen worden bij het vluchten. Echter kan er ook hulpvraag ontstaan bij mensen die nu als zelfredzaam worden aangemerkt.
- Bedrijven en (zorg)instellingen: Het gaat hierbij om maatregelen die bedrijven nemen. Speciale aandacht wordt gegeven aan vitale infrastructuur en kwetsbare infrastructuur (zorginstellingen).



Figuur 16 Tijdvakken in generieke uitwerking van storylines. (Bron: Kolen et al. 2017)

Hieronder staan de storylines op hoofdlijnen beschreven. Voor de uitgewerkte storylines op basis van de tijdvakken en de bouwstenen wordt verwezen naar Ref 7.

Gunstige storyline

In de gunstige storyline veronderstellen we dat de reddingsopgave direct is verbonden met de evacuatiestrategie. Ook wordt verondersteld dat er door middel van voorbereiding randvoorwaarden zijn geschapen bij de overheid (voldoende shelterlocaties, gerichte voorlichting, evacuateroutes, tijdig beslissen) en publiek (waterbewustzijn, bekend met verticale evacuatie en shelterlocaties). Aan de basis ligt de uitwerking van de 'ingebbede reddingsvloot' uit de studie 'Reddingsvloot bij overstromingen, nut en noodzaak', en we gaan uit van realisatie van de aanbevelingen uit de studie 'randvoorwaarden voor verticaal evacueren'.

Dat betekent dat gedurende de dreigingsfase zoveel mensen als mogelijk het gebied preventief hebben kunnen verlaten en dat de achterblijvers verticaal geëvacueerd zijn. Deze verticaal geëvacueerden hebben hiervoor gedurende de dreigingsfase extra

voorzorgsmaatregelen genomen, zijn bekend met mogelijke vluchtplekken voor henzelf en publieke (vooraf bekende) vluchtplekken. Ook is er informatie over de positie en hulpvraag van hulpbehoevenden en niet zelfredzamen, deze groepen krijgen prioriteit in de reddingsoperatie van de reddingsvloot. Deze informatiepositie is gebaseerd op de strategie van preventieve evacuatie en een meldpunt waar hulpvraag kenbaar gemaakt kan worden. De reddingsvloot ondersteunt daarnaast particulier initiatief en geeft informatie.

Verwachte storyline

De verwachte storyline gaat uit van een combinatie van preventieve en verticale evacuatie zoals in het optimistische scenario. Ook hier gaan we uit van voorbereidingen van de overheid en de mensen zelf. De mate van voorbereiding ligt wel minder hoog. Alhoewel er onderscheid gemaakt wordt in preventieve en verticale evacuatie, is er geen verdere voorbereiding op het vergroten van de capaciteiten om de redding makkelijker te maken. Verondersteld is dat de capaciteiten aanwezig zijn, zoals blijkt uit de enquête onder de bevolking die is uitgevoerd in dit onderzoek. Door de strategie voor evacueren (preventief waar het kan, verticaal waar nodig) blijft de groep die onderweg getroffen wordt dus beperkt. Echter in het verwachte scenario is verondersteld dat er geen direct verbonden reddingsoperatie is (gekoppeld aan de evacuatiestrategie). Wel wordt de Nationale Reddingsvloot ingezet. Aan het verwachte scenario liggen ook de huidige inschattingen over zelf-en samenredzaamheid ten grondslag en gaan we uit van de verwachting van de huidige aanwezige capaciteiten hiervoor.

Ongunstige storyline

In de ongunstige storyline veronderstellen we dat de evacuatiestrategie is om alle inwoners preventief te evacueren. De voorbereiding van de overheid en mensen is ook gericht op preventief evacueren en deze zijn dan ook overvallen als het niet lukt. De mensen die hier niet in slagen stranden gedurende de evacuatie en zullen dan een vluchtplek zoeken. Deze mensen zijn dus minder voorbereid, de omstandigheden zijn minder goed en de informatiepositie over waar deze mensen zitten is minder goed, omdat deze meer verspreid zijn en ook sterk afhankelijk van de situatie zelf. Daarnaast gaan we er in dit scenario vanuit dat de Reddingsvloot bij Overstromingen functioneert als de 'grijze reddingsvloot'. Dat wil zeggen dat deze eenheden wel worden ingezet, maar dat de bemensing, coördinatie en strategie niet vooraf is bepaald.

8 Conclusies over kennis en innovatie

Het analyseproces heeft de volgende kennis opgeleverd ter onderbouwing van de gebiedsstrategie:

Aangaande het stelsel van keringen:

- De hoogteopgave voor de Voorstraat kan tot ca. 2100 worden uitgesteld door deze aan te wijzen en te beoordelen als kunstwerk. Hierbij is uitgegaan van de signaleringsnorm en snelle klimaatverandering.
- De regionale keringen op het Eiland van Dordrecht zullen waarschijnlijk alleen bij lage waterstanden (tot ca. 1,8 m +NAP in de polder, met een marge van 1,5 tot 2,2 m +NAP) voldoende stabiel zijn.
- De nieuwe norm voor de Zuidrand is herbevestigd met een eenvoudige gevoeligheidsanalyse voor de sterkte van de regionale keringen.
- Een slimme combinatie met versterking van de regionale keringen is niet effectief en efficiënt. Dit komt omdat er een noodzaak is om de regionale keringen te versterken en dat relatief duur is. Het versterken van de regionale keringen doet het positieve effect van de minder strenge norm van de primaire kering daarmee te niet doet. Er is daarom geen aanleiding om de Provincie Zuid-Holland te adviseren de Waterverordening op dit punt aan te passen. Daarmee is de 'behoudsnorm' voor de regionale keringen herbevestigd.
- Een extra sterke dijk op de Kop van 't Land is efficiënt in staat om de waterveiligheid te vergroten en robuuster te maken. Deze aanvullende maatregel levert een grote schadereductie op, maar de investeringen zijn niet gering. De bijzondere situatie doet zich echter voor dat Waterschap Hollandse Delta heeft in het nabije verleden al in zo'n extra sterke dijk geïnvesteerd. Deze extra veiligheid is echter nog niet toekomstbestendig geborgd met strengere eisen.
- Een combinatie met doorlaatwerken in de regionale keringen en een uitlaat op de zuidpunt komt (licht) negatief uit een kosten-baten analyse. Zo'n combinatie is vrij kostbaar, maar beperkt wel aantal slachtoffers met ca. 200 personen bij de ondergrens.

Aangaande het waterveiligheidsplan:

- Verticale evacuatie in eigen woning is een beter alternatief dan preventieve evacuatie bij beperkte beschikbare tijd (ca. 1 tot 2 dagen). Daarom is voorgesteld dat verticale evacuatie het vertrekpunt vormt voor evacueren.
- Bij (meer) beschikbare tijd en middelen kan er aanvullend handelingsperspectief worden geboden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie aspecten: andere typen van evacueren, zorginstellingen en vitale infrastructuur. Voor elk van deze aspecten zijn bouwstenen voor de meest optimale prioritering uitgewerkt.
- De duur van het redden en vluchten na een overstroming staat in verhouding tot de zelf- en samenredzaamheid van mensen. Alhoewel er mogelijk uitzonderingsgevallen zijn, is geconcludeerd dat er voldoende tijd is om het gebied zelf te verlaten of met hulp van anderen. Deze conclusie is gebaseerd op de geïnventariseerde levensmiddelen en medicijnvoorraden bij mensen thuis, de aanwezige reddingsmiddelen en in aanmerking nemend dat nog aanvullende maatregelen genomen kunnen worden door de overheid en mensen zelf.

Kennis van algemeen nut:

- Hoewel het Deltaprogramma Veiligheid veel globale aannames (bv. over de faalkans van de regionale keringen) heeft gedaan, blijken de verschillende detailberekeningen in dit MIRT-onderzoek niet tot wezenlijk andere conclusies te leiden. Dit komt omdat de normklassen vrij breed zijn. Alleen als de norm voor een dijktraject net tegen de klassegrens aanzit, kan een detailberekening uitmaken.
- Een eerste verkenning ten aanzien van waterstanden die horen bij de opschalingscriteria, rekening houdend met de nieuwe kennis van waterkeringen, heeft aangetoond dat het verstandig is de opschaling te herijken voor evacuatie. Op basis van de huidige verkenning blijkt dat bij opschalen tot code rood het moment al is gepasseerd waarop het besluit tot evacuatie rendabel is. Het is dan ook aan te bevelen om de opschalingscriteria in overleg met het Departementaal Coördinatiecentrum Crisisbeheersing (DCC) te actualiseren.
- Voor dit MIRT-onderzoek zijn schattingen gemaakt van het aantal slachtoffers gegeven een evacuatiestrategie en een dreigingsscenario. Deze schattingen zijn bedoeld als bouwsteen om gegeven de beschikbare tijd en ruimte een evacuatiestrategie op te stellen met zo min mogelijk slachtoffers. Van deze bouwstenen kan een blokkendoos worden opgebouwd, die kan worden ondergebracht in LIWO. Het opstellen van zo'n blokkendoos kan ook nuttig zijn voor andere gebieden in Nederland.

Het analyseproces heeft de volgende innovaties opgeleverd die ook toepasbaar zijn voor andere gebieden:

- Een veiligheidsfilosofie voor een stelsel van keringen, waarin een wijze van beoordelen van de betrouwbaarheid van compartimenteringskeringen is uitgewerkt. De sterktebeoordeling van de compartimenteringskering wordt gedaan met een calibratieformule van de veiligheidsfactor (voor Sellmeijer) als functie van de betrouwbaarheidsindex die is afgeleid voor een primaire kering.
- Een (versimpelde) aanpak voor het berekenen van het overstromingsrisico bij een stelsel van keringen. Daarbij bestaat het overstromingsrisico uit twee componenten: het overstromingsrisico gegeven een standzekere compartimenteringskering + het overstromingsrisico gegeven een niet-standzekere compartimenteringskering.
- Een storyline methode die beschrijft hoe de reddingsopgave na een overstroming eruit kan zien. Hiervoor zijn drie storylines (generiek) uitgewerkt op basis van een tijdlijn en verschillende bouwstenen van de evacuatiestrategie.

9 Referenties (achtergronddocumenten)

Bij het MIRT-Onderzoek 'Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht' horen de volgende achtergronddocumenten:

1. Zethof, M. et al., *Beoordeling strategieën "Zelfredzaam Eiland" Dordrecht*. HKV iov WSHD en RWS WVL, 2015a.
2. Zethof, M. et al., *Verkenning Veiligheidsopgave Voorstraat. Beoordeling volgens kunstwerk benadering*. HKV iov RWS WVL, 2015b.
3. Terpstra, T. en Vreugdenhil, H., *Schuilen op zolder, in een shelter, in een versterkt compartiment of buitendijks? Draagvlak voor verticale evacuatie onder bewoners op het Eiland van Dordrecht*. HKV iov gemeente Dordrecht, 2015.

Bij het MIRT-Onderzoek 'Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht' horen de volgende achtergronddocumenten:

4. Hardeman, B. en De Visser, M. *Quickscan compartimenteringskeringen Eiland van Dordrecht - faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts*. Rijkswaterstaat memo voor MIRT-project Eiland van Dordrecht en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. 14 september 2016.
5. Jongejan, R. *Overstromingsrisico Eiland van Dordrecht bij stelsel van keringen*. 9 september 2016.
6. Kolen, B. en Zethof, M. *Waterveiligheidsplan Eiland van Dordrecht: Impactanalyse*. HKV memo PR3373.10. December 2016.
7. Kolen, B. et al., *Storylines voor het redden en vluchten na een overstroming*. HKV memo PR3327.20 en PR3373.10. Januari 2017.
8. Kolen, B. en Huizinga, J. *Waterveiligheidsplan Eiland van Dordrecht: Handelingsperspectieven*. HKV memo PR3373.20. Oktober 2017.
9. MIRT-onderzoek Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht. *Plan van Aanpak. MIRT-onderzoek Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht*. 9 december 2017.
10. Piek, R. *Beschouwing van: de sterkte van de compartimenteringskeringen versus de normspecificatie van 22-1 (zuidrand); no-regret maatregelen bij doorbraak in traject 22-1; de strategie Extra Sterke dijk (bij Kop van het Land)*. 20 juli 2017.
11. Piek, R. *No regret maatregelen bij overstroming vanuit het zuiden*. 28 augustus 2017.
12. Piek, R. *Kansen voor de strategie Extra Sterke dijk*. 12 november 2017.
13. Vos, R. *Piping en opbarsten aan de Zuidendijk en de Zeedijk*. Rijkswaterstaat memo voor MIRT-project Eiland van Dordrecht en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. 19 september 2016.
14. Vos, R. *Afweging van gevolgbeperkende alternatieven voor het Eiland van Dordrecht*. Rijkswaterstaat memo voor MIRT-project Eiland van Dordrecht en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. 7 oktober 2016 (definitief).
15. Vos, R. *Invloed schematiseringsfactor piping op de resultaten van de quick-scan Eiland van Dordrecht*. Rijkswaterstaat memo voor MIRT-project Eiland van Dordrecht en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. 14 juni 2017.
16. Vos, R. *Berekening faalkans voor piping van de regionale keringen op het Eiland van Dordrecht*. Rijkswaterstaat memo voor MIRT-project Eiland van Dordrecht en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. 18 juni 2017.
17. Vos, R. *Kosten en baten van de no-regret strategieën extra sterke dijk en doorlaat met uitlaat*. Rijkswaterstaat memo voor MIRT-project Eiland van Dordrecht en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden. 30 augustus 2017.
18. Zethof, M. en Ter Horst, W. *Review Schade en slachtoffers strategieën Eiland van Dordrecht*. HKV memo PR3405.11. 11 november 2016 (definitief).

Bijlage A: Opdrachtomschrijving voor dit MIRT-onderzoek

Doel

Het doel is om de strategie Zelfredzaam Eiland uit te werken om een besluit te kunnen nemen over de operationele haalbaarheid van deze strategie. In het MIRT-onderzoek 'Operationaliseren strategie Zelfredzaam Eiland' zullen de overheden toewerken naar gezamenlijke besluiten over:

1. De verschillende onderdelen van de strategie, met aandacht voor het draagvlak onder de betrokken burgers, bedrijven en overheden (gezamenlijke overheden).
2. De verantwoordelijkheidsverdeling bij en de bestuurlijk-juridische borging van de verschillende onderdelen van de strategie.
3. De concrete omvang en de momenten van beschikbaarheid van budgetten voor de toekomstige realisatie van de strategie (gezamenlijke overheden).
4. De planning van realisatie van de strategie, en de verbindingen met concrete trajecten die kansen of risico's opleveren voor realisatie van de strategie (gemeente, waterschap en provincie).

Uiteindelijk zullen bovengenoemde besluiten worden vastgelegd een Bestuursakkoord (gezamenlijke overheden).

De vijf overheden zullen zich ook in het nieuwe MIRT-onderzoek 'Operationaliseren strategie Zelfredzaam Eiland' gezamenlijk inspannen. Gemeente Dordrecht en waterschap Hollandse Delta zijn aanspreekbaar als trekker.

De varianten voor meerlaagsveiligheid die in het eerdere MIRT-onderzoek minder kansrijk zijn gebleken, zullen vooralsnog in dit vervolgproces niet verder worden uitgewerkt.

Er is bij de partijen bijzondere aandacht voor de voorlichting en educatie over meerlaagsveiligheid en de strategie Zelfredzaam Eiland.

Vraagstelling

Het MIRT-onderzoek 'Operationaliseren strategie Zelfredzaam Eiland' zal de volgende vragen beantwoorden:

1. Hoe kan de strategie Zelfredzaam Eiland er het beste uit komen te zien?
 - a. Specifiek om het vereiste beschermingsniveau te behalen: Hierbij aandacht voor de volgende onderdelen:
 - * Normering van de primaire kering
 - * (Optimaal) stelsel van de secundaire keringen
 - * Andere wijze van toetsen van de Voorstraat (als kunstwerk i.p.v. dijk, rekening houdend met de coupure- en vloedschotten)
 - b. Aanvullend op het vereiste beschermingsniveau: Hoe kan de verticale evacuatie in Dordrecht vorm krijgen?
 - c. Rekening houdend met het draagvlak: Wat is het draagvlak voor de oplossingen onder de betrokken burgers, bedrijven en overheden (gezamenlijke overheden)?
2. Hoe willen de betrokken overheden de verantwoordelijkheidsverdeling en de bestuurlijk-juridische borging van de verschillende onderdelen van de strategie

- realiseren? Hierbij dient o.a. aandacht besteed te worden aan:
- a. Aanpassing van de normering van de primaire keringen (Rijk)
 - b. Normering van de secundaire keringen en de ruimtelijke en financiële consequenties daarvan (provincie, waterschap en Rijk).
 - c. Opstellen van een veiligheidsplan gericht op verticale evacuatie (veiligheidsregio, gemeente, waterschap).
 - d. Opstellen Bestuurlijk Akkoord
3. Wat zijn de concrete omvang en de momenten van beschikbaarheid van budgetten voor realisatie van de strategie (gezamenlijke overheden)?
4. Hoe kan de realisatie van de strategie vorm krijgen, en welke verbindingen met concrete trajecten leveren kansen of risico's op voor realisatie van de strategie (gemeente, waterschap en provincie)?

Onderzoeksaanpak

Om tot een volledig MIRT-onderzoek 'Operationaliseren Zelfredzaam Eiland van Dordrecht' te komen zullen de deelvragen per onderdeel worden aangescherpt en aangevuld. Daarna zal het projectteam de deelvragen in meerdere werksessies adresseren. Dit proces zal aanvullend worden ondersteund door kennisinstellingen en het bedrijfsleven.

Ook zullen maatschappelijke organisaties, (nuts)bedrijven en bewoners worden betrokken. De waterambassadeurs in Dordrecht zijn nog niet actief betrokken bij waterveiligheid en het is de vraag of zij namens alle bewoners spreken. Gedacht wordt de verschillende oplossingen aan de bewoners voor te leggen. Verder denken Stedin en Evides mee over het waterrobuust inrichten van vitale netwerken en kwetsbare objecten buitendijks, en de relatie met zelfredzaamheid binnendijks. Dit gebeurt deels al in het landelijke traject met de koepels, vanuit deelprogramma N&H, maar is ook relevant voor het MIRT-onderzoek.

Afstemming (informerend) met andere ruimtelijke en infrastructurele projecten (bv. de Nieuwe Dordtse Biesbosch) is van belang om de koppelkansen bij de realisatie hiervan te kunnen benutten.

Voorlopige bevindingen en conclusies van het MIRT-onderzoek zullen worden opgenomen in een concept rapportage en worden besproken met de betrokken bestuurders om tot een definitieve rapportage te komen. Naar aanleiding van de uitkomsten van het vervolg MIRT-onderzoek, kan het BO-MIRT conclusies trekken over de planning voor uitvoering van de strategie en over een bestuursovereenkomst daartoe. In de afronding van het MIRT-onderzoek wordt bekeken hoe vervolgvragen in de toekomst geagendeerd zullen worden, bijvoorbeeld een verkenning.

Colofon

Dit is een uitgave van MIRT-Onderzoek Operationalisering Meerlaagsveiligheid Dordrecht

Uitgevoerd door

MIRT-projectteam

Waterschap Hollandse Delta
Gemeente Dordrecht
Provincie Zuid-Holland
Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid
Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Rijkswaterstaat

In samenwerking met

ResilienServices

Contact

J.Smits@wshd.nl

Postbus 4103 | 2980 GC Ridderkerk

ETG.Kelder@dordrecht.nl

Postbus 8 | 3300 AA Dordrecht

Januari 2018