



Borging vitale infrastructuur bij overstromingen

Vitale Infrastructuur zijn producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken. De vitale infrastructuren kunnen robuust gemaakt worden voor overstromingen door deze objecten te borgen via locatiekeuze en inrichting.

1. INLEIDING
2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
3. STRATEGIE MEERLAAGSVEILIGHEID
4. SCHEMATISCHE WEERGAVE
5. POSITIONERING
6. GOVERNANCE
7. KOSTEN EN BATEN
8. PRAKTIJKERVERING EN LOPEND ONDERZOEK
9. KENNISLEEMTES
10. BRONNEN & LINKS
11. ERVARINGEN
12. DISCLAIMER

1. Inleiding

Vitale Infrastructuur zijn producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken ([De Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding, 2004 in: CIPedia, 2017](#)). Concreet omvat het de volgende netwerken: elektriciteit, (tele)communicatie, transport (wegen en spoorlijnen, havens en luchthavens), gas en water management.

Bij het bepalen van overstromingsrisico's is het van belang om vitale infrastructuur mee te nemen, omdat (Heilemann et al., 2012):

- Het functioneren van vitale infrastructuur cruciaal is voor het functioneren van een gebied, want (tijdelijke) uitval kan zorgen voor maatschappelijke ontwrichting (slachtoffers/ economische schade/ gebrek van zelfredzaamheid). De vitale infrastructuur moet hersteld zijn voordat overige functies kunnen herstellen.
- Uitval van vitale infrastructuur in overstroomde gebieden kan leiden tot uitval in niet-overstroomde gebieden en dus tot een verspreiding van de gevolgen van de overstroming.
- De indirecte schade van uitval van vitale infrastructuur kan heel groot zijn (vele malen groter dan de directe schade).
- Vitale infrastructuur is ook nodig voor rampenbestrijding. De kwetsbaarheid van vitale infrastructuur moet goed meegenomen worden in de rampenbestrijdingsplannen.

Ook de politiek hecht belang aan het meenemen van vitale infrastructuur bij het bepalen van de impact van overstromingen. Twee kamerbrieven uit 2013 en 2014 illustreren de noodzaak om de impact van overstromingen nog integraler te benaderen en om beter te kijken naar vitale infrastructuur ([Ministerie van I&M, 2013](#); [Ministerie van I&M, 2014](#)). In 2015 is daar een studie door PBL uitgevoerd (Aanpassen aan Klimaatverandering) en voor 2016 staat de Nationale Adaptatie Strategie op stapel. De Nationale Adaptatie Strategie neemt de uitkomsten van het Delta Programma als uitgangspunt. Een van de vijf hoofdthema's van de Strategie is het thema Keteneffecten ([Nationale Klimaatadaptatiestrategie 2016](#)). Ook komt het thema gevoeligheid voor overstroming van kwetsbare objecten en vitale infrastructuur terug in richtlijnen. Voor de industrie geldt de SEVEZO III richtlijn. Hierin is in 2015 opgenomen dat industrieën aan moeten tonen dat zij beschermd zijn tegen natuurrampen, bijvoorbeeld aardbevingen en overstromingen.

In deze Deltafact ligt de focus op de volgende vormen van vitale infrastructuur:

- het wegen- en vaarwegennet (transportsector): autowegen, spoorlijnen
- drinkwatervoorziening en riolering (drinkwatersector)
- elektriciteit en gas (energiesector): winning en transport
- communicatievoorzieningen (telecommunicatiesector)
- kwetsbare objecten

De vitale infrastructures kunnen robuust gemaakt worden voor overstromingen door deze objecten te borgen via locatiekeuze en inrichting. Dit kan per netwerk apart, maar het is mogelijk op zoek te gaan naar een oplossing waar meerdere vitale netwerken profijt van hebben. Borging van vitale infrastructuur kan ook gerealiseerd worden binnen ruimtelijke ordeningsprocessen. Hiervoor zijn gemeente en provincie verantwoordelijk. De waterschappen hebben hier geen formele rol. Er bestaat nog geen borging van vitale infrastructuur binnen ruimtelijke ordening (RO) beleid. Op dit moment wordt er veel onderzoek gedaan naar de kwetsbaarheid van vitale infrastructuur voor overstroming en of dit een rol moet krijgen in het RO-proces. Ook wordt gekeken of hier in de nieuwe Omgevingswet ruimte voor zal zijn en hoe er omgegaan wordt met bijvoorbeeld de Zorgplicht voor netbeheerders. Voor meer informatie over alle vitale sectoren en bijbehorende vitale dienst of product, zie de Informatie Vitale Sectoren ([Ministerie van Binnenlandse zaken en koninkrijksrelaties, 2010](#))

2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts

Trefwoorden: (Urban) flood risk management, Richtlijn Overstromingsrisico's, ROR, overstromingskaarten en risico's, watertoets, herstel

Deltafacts: [Bouwen in en op waterkeringen](#), [Richtlijn Overstromingsrisico's \(ROR\)](#)

3. Strategie meerlaagsveiligheid

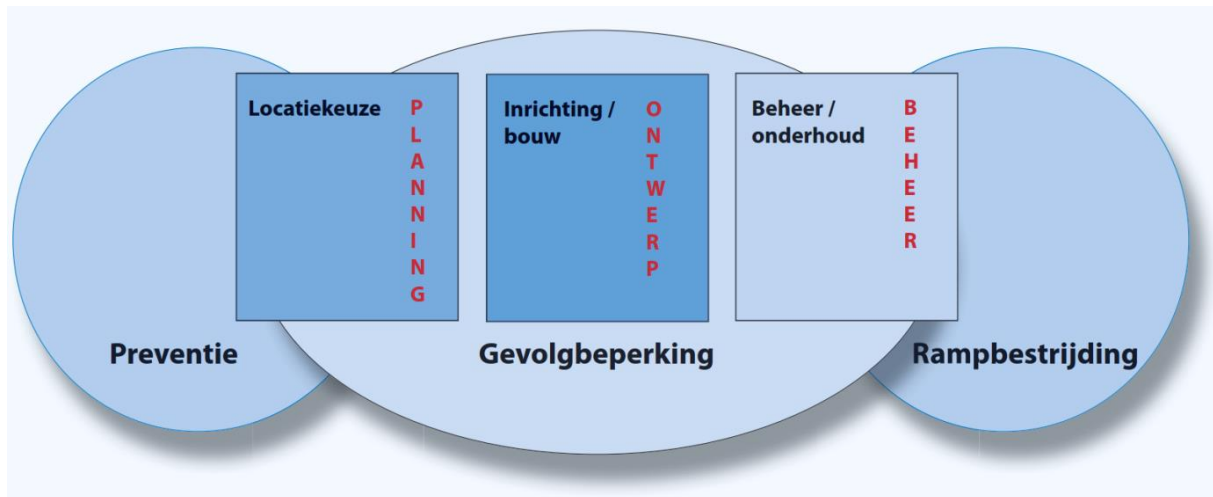
Vitale infrastructuur valt binnen meerlaagsveiligheid onder:

Laag 1: Preventie, **Laag 2: Ruimtelijke Ordening**, **Laag 3: Crisisbeheersing**

Dit onderwerp is benaderbaar vanuit de tweede en derde laag. Ze zijn gericht op het beperken van de gevolgen van een overstroming. De tweede laag richt zich op het realiseren van een duurzame ruimtelijke inrichting van ons land. De derde laag zet in op een betere organisatorische voorbereiding op een mogelijke overstroming (rampenbeheersing) ([NWP, 2009](#)). Borging van vitale infrastructuur kan gezien worden als een maatregel voor ruimtelijke ordening en is onderdeel van crisismanagement.

4. Schematische weergave

In de Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten van de provincie Utrecht ([Luyendijk et al., 2010](#)) is onderstaand figuur opgenomen met betrekking tot het proces van omgaan met overstromingen:



Uit: [Luyendijk et al. \(2010\)](#)

Er wordt een aantal pijlers onderscheiden voor de gevolgbepierking door het maken van keuzes in RO:

- locatiekeuze
- inrichting/ bouw
- beheer en onderhoud.

Hierbij vormen overstromingskenmerken als waterdiepte, waterdruk, frequentie, stroomsnelheid en aankomsttijd nuttige informatie om tot een keuze te komen ([Luyendijk et al., 2010](#)). Met name als het gaat om de locatiekeuze kan het waterschap belangrijke informatie inbrengen in de vorm van gebiedsanalyse en overstromingsdiepte en -kansen van gebieden (zie [ervaring](#) Waterbestendige Stad). Daarnaast is het van belang om naast de directe inschatting van de schade door overstromingen ook te kijken naar de indirecte gevolgen. Het kan voorkomen dat een dijkdoorbraak met grotere directe schade voor minder indirecte schade zorgt dan een andere dijkdoorbraak en dat op basis hiervan strategische keuzes voor grootschalige noodmaatregelen gemaakt kunnen worden.

Ook is het van belang om de duur van de herstelperiode mee te nemen in de afweging. Sommige infrastructures kunnen vrij snel gerepareerd worden, andere moeten volledig hersteld worden en soms duurt het erg lang voordat het gebied weer watervrij is en de herstelwerkzaamheden kunnen starten.

Onderstaande tabel geeft een aantal voorbeelden van de verschillende sectoren, waar vitale infrastructuur zich kan bevinden. Tevens geeft het aan welk type

maatregel er valt te denken. Maar het is de uitdaging om op zoek te gaan naar oplossingen voor meerdere netwerken tegelijk waar ook de verschillende stakeholders achter staan.

Sector	Vitale infrastructuur	Mogelijke Inrichtingsmaatregel
Wegen- en vaarwegennet (transport)	Rijkswegen; Provinciale wegen; Spoorlijnen en treinstations; Gemalen; Sluizen; Havens; Vuurtorens	Op hoger niveau plaatsen van wegen en spoorwegen. Robuust bouwen, zodat ze bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden en zodat preventieve evacuatie en hulpverlening plaats kan vinden.
Drinkwater	Drinkwaterputten- en pompstations; Pompen en gemalen	Hoge locatie; Aangepast ontwerp; Ontwateringsvoorzieningen
Energie	Elektriciteitscentrales; Schakelstations (hoog, midden en laagspanning); Lokale energiecentrales (o.a. warmtekrachtcentrales); Meet- en regelstations gas; Kernreactoren (ook medisch)	Beschermende dijken eromheen plaatsen; Bij bouw overstromingsrisico meewegen
Telecommunicatiesector	Noodnetcentrale ICT-centra; Regionale rampenzender; Zendmasten	Bouw van zendmasten, die onbeschadigd blijven bij overstroming; Flexibel opererend netwerk
Kwetsbare objecten (kwetsbare objecten worden niet altijd meegenomen bij vitale infrastructuur)	Ziekenhuizen; Chemische industrie; Waterzuivering	Ringdijken; Aanpassen ontwerpen en inrichting (noodenergievoorzieningen, computers, en dergelijke niet in de kelder, bijv.); Terpen; Celvormige tijdelijke waterkeringen; Compartimentering op kleine schaal; Opblaasbare of opvulbare tijdelijke waterkeringen; Verschil vloer- en straatpeil; Maaiveldverhoging

Tabel deels gebaseerd op Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten ([Luyendijk et al., 2010](#))

De keuze van maatregelen kan gemaakt worden op basis van een aantal argumenten:

- Het water letterlijk buiten de deur houden (ophoging kade/ bouwen dak).
- De schade beperken, zowel direct als indirect.
- Zorgen voor een spoedig herstel.

- Zorgen voor aanpassingsmogelijkheden in de beheerfase ([Luyendijk et al., 2010, p. 23](#)).

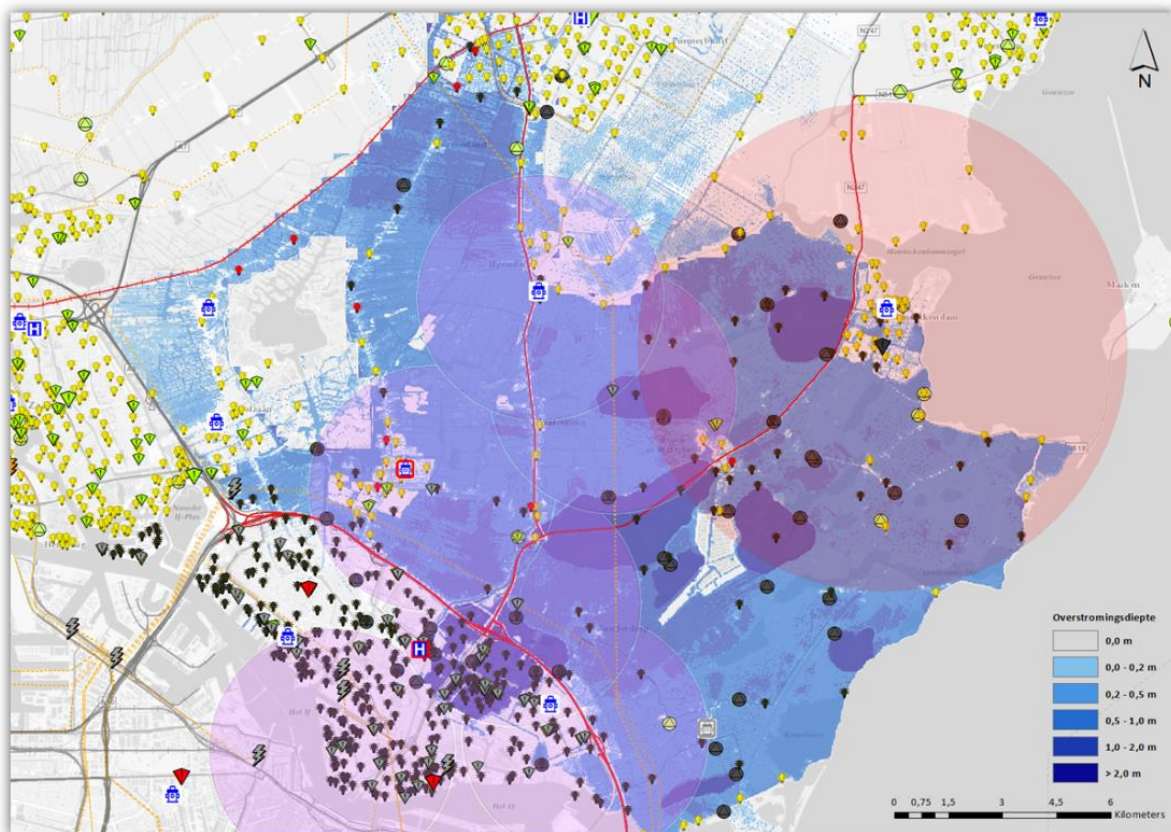
Er bestaan verschillende checklists met betrekking tot het borgen van vitale infrastructuur in RO. De studie van de provincie Utrecht levert een lijst met verschillende fysieke maatregel die uitgevoerd kunnen worden. De studie waterrobuuste inrichting identificeert kansrijke handelingsperspectieven.

5. Positionering

Bewustwording

Door een systeemanalyse kan in kaart gebracht worden welke objecten/ gebieden gevaar lopen tijdens overstromingen. De maatschappij moet zich bewust worden van risico's die zij loopt zodat men kan anticiperen op deze risico's door bijvoorbeeld preventieve maatregelen te treffen. Dit soort analyses kan ook gezamenlijk en interactief met de betreffende stakeholders uitgevoerd worden. Dit heeft als voordeel dat elke partij zich niet alleen bewust is van de risico's binnen hun eigen netwerk, maar ook van de risico's die afhankelijkheden vormen. Een voorbeeld van een dergelijke, gezamenlijke analyse is [CIRCLE](#). Met deze methode zijn o.a. analyses gedaan voor Groningen, Haven van Rotterdam, de provincie Overijssel en meerdere Veiligheidsregio's. Resultaat van de sessies zijn inzichten in de onderlinge afhankelijkheden tussen vitale infrastructuur en ketenpartners. Deze vormen de basis voor een tijdsafhankelijke cascade-effectanalyse, zoals te zien op de CIRCLE website: www.deltares.nl/circle. Voor een studie in Waterland is gekeken naar de cascade-effecten en een dergelijke workshop en analyse gedaan. In onderstaande figuur is een momentopname van het overstromingsverloop en de effecten te zien. Zoals in onderstaand figuur te zien kunnen zendmasten van C2000 en GSM masten uitvallen ten gevolge van de elektriciteitsuitval, en de elektriciteit valt ook uit in gebieden die niet direct getroffen worden door de overstroming.

In 2018 is de CIRCLE tool openbaar toegankelijk gemaakt via de website <http://circle.deltares.nl>. Gebruikers kunnen gratis gebruik maken van de CIRCLE tool voor eigen doeleinden, voornamelijk workshops met beheerders en gebruikers van vitale infrastructuur.



De gebiedspilot Waterbestendige Stad ([Koeze & van Drimmelen, 2011](#)) heeft een risicozoneringkaart gemaakt (zie onderstaand figuur). Uit deze kaart bleek een aantal kwetsbare objecten op locaties te zijn gerealiseerd waar grote schade kan ontstaan ten tijde van overstromingen. Een voorbeeld hiervan is het computercentrum in Science Park dat op -6 m NAP ligt. Dit is tijdens het ruimtelijk ordeningsproces niet in acht genomen. Een ander voorbeeld is het AMC ziekenhuis. De gevolgen tijdens overstromingen kunnen groot zijn voor bepaalde kwetsbare objecten (bijvoorbeeld het AMC ziekenhuis) terwijl deze een belangrijk element zijn in het opbouwproces. Hierbij moet ook gedacht worden aan de ontsluiting van bedrijven die kunnen bijdragen aan evacuatie en wederopbouw (busmaatschappijen, aannemers, etc.). Dit vergt een andere manier van denken binnen ruimtelijke ordening. Het waterschap is de kennisdrager met betrekking tot waterveiligheid en moet deze kennis inbrengen in het RO proces, waarbij het gaat om het locatie specifiek beantwoorden van vragen als: Hoe snel kan het water komen? Wat is de stroomsnelheid? Wat is de maximale diepte? (deze kennisvragen vragen om maatwerk).



Overstromingsgevoelige gebieden in de regio Amsterdam, aan de hand van een optelsom van mogelijke overstromingsscenario's

Overstromingsgevoelige gebieden in de regio Amsterdam, aan de hand van een optelsom van mogelijke overstromingsscenario's (Koeze & van Drimmelen, 2011).

De [overstromingsrisicokaarten](#) kunnen een rol spelen voor het opstellen van een risicozoneringkaart zoals toegepast in de Waterbestendige stad. Deze kaarten vormen de basis voor een verdere studie naar de invloed van water op de vitale infrastructuur netwerken en de invloed van vitale infrastructuur op elkaar en op kwetsbare objecten en hoe zij elkaar en kwetsbare objecten indirect beïnvloeden. Daarnaast wordt er in het platform [LIWO](#) van Rijkswaterstaat het Landelijke Informatiesysteem voor Water en Overstromingen, niet alleen gekeken naar mogelijke overstromingen, maar ook het effect dat zij kunnen hebben op infrastructuur en daarmee op evacuatie. Op dit moment wordt informatie getoond voor hoofdwegen, maar andere infrastructuren worden hier in de toekomst aan toegevoegd.

Borging

Het algemene kader voor borging wordt gevormd in het algemene

rampenbestrijdingskader. Het is van belang dat men niet pas maatregelen moet treffen in geval van calamiteit. De borging kan bestaan uit verschillende elementen:

- laag 1: in kaart brengen van de vitale infrastructuur (locatiekeuze)
Inrichtingsmaatregelen
- laag 2: fysieke technische (harde) maatregelen zoals ophogen
- laag 3: niet-technische governance en regelgeving (zachte) maatregelen (o.a. oefeningen uitvoeren, plannen als [FIMFRAME](#))

Het is van belang dat in laag 2 ook preventieve maatregelen getroffen worden. De vitale infrastructuur is echter nog niet afdoende geborgd in ruimtelijke ordeningsbeleid/ -wetgeving. Een voorbeeld hiervan is de verbreding van de A2 waar waterveiligheid niet is meegenomen in het ontwerp en uitvoering. Borging zou plaats kunnen vinden door middel van de Watertoets al zijn de adviezen niet bindend. Verder is nog onduidelijk hoe vitale infrastructuur geborgd wordt in de Nieuwe Omgevingswet en hoe de verschillende stakeholders hierover kunnen beslissen.

Onder laag 2 valt ook compartimentering. Hier kan de vitale infrastructuur ook een rol spelen door het ophogen van trajecten, bijvoorbeeld ten aanzien van het beschermen van kwetsbare objecten zoals bijvoorbeeld ziekenhuizen en brandweer die risico lopen ten tijde van overstromingen (zie bewustwording hierboven).

Onder borging kan tevens verstaan worden het proces van denken over vitale infrastructuur en dat men zich ervan vergewist dat de infrastructuur ook zeker stand houdt in geval van overstroming of dat er bekend is wie welke maatregel op welk moment moet gaan uitvoeren. Voor rampenplannen is ook van belang om te weten welke gebieden nog geschikt zijn om mensen naar toe te evacueren en hoe lang deze gebieden veilig zijn. Het gaat er niet alleen om of de gebieden droog zijn, maar ook of de voorzieningen voor drinkwater, afvalwater, warmte, elektriciteit en communicatie nog werken. Hiermee raakt het aan rampenplannen:

- iedereen weet wat te doen
- alles is goed gedocumenteerd
- er vinden regelmatig oefeningen plaats

Een tool om deze rampenplannen te toetsen op het voldoende meenemen van de vitale infrastructuur is ontwikkeld in het kader van [FIMFRAME](#). Op dit moment blijkt

dat het nog weinig meegenomen wordt in regionale plannen. Dit komt omdat het gehele concept van borging van vitale infrastructuur nog in ontwikkeling is.

6. Governance

Juridische borging

Momenteel is nog geen juridische borging voor vitale infrastructuur binnen de ruimtelijke ordening. Het concept meerlaagsveiligheid, met name laag 2, vraagt om een andere benadering van waterveiligheid binnen de ruimtelijke ordening en de rol van de vitale infrastructuur hierbinnen. Verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden zijn nu ingericht op laag 1. Op dit moment is er onvoldoende kennis beschikbaar ten aanzien governance-structuren van laag 2 en 3. Mogelijk zou de Watertoets een geschikt instrument zijn voor het borgen van de vitale infrastructuur in Ruimtelijke Ordening, hoewel enigszins vrijblijvend.

Landelijke visie op evacuatie routes

Evacuatie routes worden momenteel regionaal geborgd. Dit kan knelpunten tijdens evacuatie tot gevolg hebben wanneer twee aangrenzende regio's gebruik maken van eenzelfde vluchtroute. Dit is geconstateerd in de gebiedspilot de Waterbestendige stad. Het betreft in dit geval de A2. Om dit 'mogelijke' probleem te ondervangen wordt er aanbevolen om een landelijke visie op evacuatie routes op te stellen. De volgende elementen spelen hierbij een rol:

- hoe snel kunnen de mensen weg?
- waar kunnen wegen hoger aangelegd worden?
- hoe kan doorstroom op snelwegen veranderd worden (alles éénrichtings- i.p.v. tweerichtingsverkeer)?
- voldoende veilige plekken in een gebied zelf
- hoe lang werkt de communicatie op de rijkswegen? (Zijn de wegen fysiek nog toegankelijk maar is het niet mogelijk om weggebruikers te informeren en de goede kant op te sturen, dan kan dit gevolgen hebben voor het verloop van de evacuatie).

Dit vraagt om goede voorlichting en ook communicatie met de hulpdiensten. De vitale infrastructuur is er ter ondersteuning van de evacuatie en van de hulpdiensten.

Andere governance aspecten

- Borging van de rol van waterschappen binnen ruimtelijke ordeningsprocessen.
- Financieel, economisch: afweging van maatregelen tussen lagen is belangrijk (welke maatregel is maatschappelijk gezien efficiënt en effectief), dus kies je voor preventie met dijken, of investeer je ook in de infrastructuur?
- Juridisch: Borging in wetgeving (ruimtelijke reserveringen?) van infrastructurele maatregelen. Dit kan bijvoorbeeld via de Keur (wegen als droge watergangen vastleggen) en via de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) en de AMvB Ruimte.
- Bestuurlijk: hoe maak je goede afspraken tussen partijen in de 3 lagen, die in feite ook 3 sectoren vertegenwoordigen Water, RO en Binnenlandse zaken (Openbare Orde en Veiligheid en -Openbaar Bestuur en coördinerend minister crisisbeheersing en coördinerende verantwoordelijkheid bescherming vitale infrastructuur)? Wie is waarvoor verantwoordelijk, wie betaalt wat en hoe zorg je er voor dat de afspraken ook in de toekomst onder de aandacht en actueel blijven?
- Communicatie richting de maatschappij: Wat past bij deze tijd, hoe houd je het onderwerp op de agenda en wie regelt deze communicatie?

Binnen het Nationaal Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering wordt een Verkenning risicozonering binnendijks uitgevoerd waarin deze thema's aan bod komen.

7. Kosten en baten

Baten	Kosten
minder schade na overstromingen	binnendijkse maatregelen in bestaande RO, zijn kostentechnisch vaak niet haalbaar
sneller herstel na overstromingen	
geeft aanleiding voor het aanleggen van levensaders in nieuwe buitendijkse gebieden	
minder indirecte effecten van overstromingsschade naar andere gebieden	

8. Praktijkervaring en lopend onderzoek

Afgerond onderzoek:

Investigation of the blue spots in the Netherlands National Highway Network

Voor de Dienst Verkeer en Scheepvaart heeft Deltares een onderzoek uitgevoerd naar de overstromingsgevoeligheid van Rijkswegen, waarbij ook klimaatverandering is meegenomen. Er is gekeken naar overstromingen op drie niveaus: (1) overstromingen vanuit open water (rivieren, meren, zee), (2) overstromingen van de weg door vernatting van de omgeving als gevolg van langdurige en intense neerslag en (3) overstromingen van de wegconstructie zelf als gevolg van een intense regenbui. Doel is om de kwetsbare plekken (blue spots) te identificeren in het rijkswegennetwerk, nu en de verwachting voor 2050. Een vergelijkbare analyse is door Deltares uitgevoerd voor het spoorwegennetwerk van ProRail.

Incah (Infrastructure Networks Climate Adaptation and Hotspots)

De doelstelling van dit onderzoeksprogramma is inzicht te krijgen in de gevolgen van klimaatverandering voor de Nederlandse vervoer, energie, ICT en waterinfrastructuren. En het ontwikkelen van robuuste strategieën om deze netwerken toe te staan hun functie te handhaven, bij de gevolgen van klimaatverandering.

FIMFRAME

Binnen het FIMFRAME onderzoek is men gekomen tot een strategie, waarbij gewerkt wordt met scores van 1 tot 3, waarbij 1 betekent dat het attribuut nog weinig gebruikt wordt/ lage prioriteit heeft en bij 3 is er sprake van een hoge prioriteit. Gezamenlijk komt men dan tot een score voor een noodplan en een advies. De vitale infrastructuur vormt hier een onderdeel van. Voor het gehele overzicht, zie [HR Wallingford et al. \(2008\)](#).

Waterbestendige Westpoort

Deze studie zijn de kansen onderzocht om het Westelijk havengebied in Amsterdam zo robuust mogelijk in te richten zodat dat de gevolgen van een overstroming zo beperkt mogelijk blijven. In het havengebied ligt veel vitale infrastructuur, zoals de RWZI en de elektriciteitsvoorziening. Als de Lekdijk doorbreekt zal het waterpeil 1,80 meter stijgen, waardoor in grote delen van het havengebied water op het maaiveld komt te staan.

Eén van de uitkomsten van het onderzoek is dat er bij een overstroming veel winst valt te behalen als verschillende netwerken kunnen doorfunctioneren. Het gaat vooral om het elektriciteitsnetwerk, communicatienetwerken, afvalwaternetwerk en

een netwerk van evacuatie routes. Verder is het belangrijk dat het doordenken van een overstromingsscenario onderdeel uitmaakt van de bedrijfsvoering van bedrijven in een overstromingsgevoelig gebied. Ten slotte wordt opgemerkt dat de implementatie van meerlaagsveiligheid meer aandacht verdient ([MUST en Witteveen + Bos, 2013](#)).

Waterrobuuste Inrichting

Dit project heeft in beeld gebracht hoe vitale en kwetsbare functies (netwerken en objecten) bij nieuwbouw en herstructurering zodanig kunnen worden ingericht of ontworpen, dat ze optimaal zijn beschermd tegen overstromingen. Dit beeld dient als eerste aanzet bij de gedachtenvorming voor het formuleren van beleid, waarbij ook factoren zoals kostenefficiëntie en haalbaarheid worden bekeken. De resultaten van het project worden meegenomen in de beleidsstrategie van Deelprogramma Nieuwbouw & Herstructurering en daarna in de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie in 2014.

Uit de studie is gebleken dat water robuust ontwerpen en inrichten altijd om gebiedsgericht maatwerk vraagt. Gebiedskenmerken en afwegingscriteria zijn bepalend voor het meest kosteneffectieve maatregelenpakket (hangt o.a. af van meekoppelkansen). Het waterrobuust inrichten van gebieden is een kwestie van de lange termijn en alleen te realiseren door structureel kansen te benutten in nieuwbouw- en herstructureringsprojecten. Doordat gebiedsgericht maatwerk nodig is voor een waterrobuuste inrichting is geen standaardlijst met no-regret maatregelen op te stellen. Wel zijn een aantal prioriteiten te noemen, zoals het waterbestendig maken van de elektriciteitsvoorziening.

Ketenafhankelijkheid is ook zeer belangrijk, een effectief ontwerp begint immers met de bescherming van de zwakste schakel. Maatregelen om de hersteltijd van voorzieningen na een overstroming te verkorten kan het best worden gedaan door het waterrobuust inrichten van netwerken. Verder zijn in de studie verschillende handelingsperspectieven per gebiedstype geformuleerd en concrete aanbevelingen gedaan ([Royal Haskoning/DHV, 2012](#)).

FloodProBE

FloodProBE is een EU onderzoeksproject wat zich richt op het ontwikkelen van kennis ten behoeve van flood risk management. Het maakt gebruik van de resultaten en

aanbevelingen van het EU project 'Floodsite'. FloodProBE bestaat uit verschillende werkpakketten die zich richten op dijksterkte, multifunctionele keringen, hotspots en vitale infrastructuur. In het werkpakket over vitale infrastructuur (werkpakket 2) is vitale infrastructuur state-of-the-art geschreven van bestaande kennis en is een framework ontwikkeld voor het bepalen van de kwetsbaarheid van vitale infrastructuur voor overstromingen. Ook de interactie tussen verschillende netwerken is bestudeerd.

Cascade-effecten voor Waterland (CIRCLE)

In 2016 is het 100 jaar geleden dat het gebied Waterland door een ernstige overstroming getroffen is. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier wilde kijken of we 100 jaar later kwetsbaarder zijn voor een dergelijke ramp vanwege onze afhankelijkheid van vitale infrastructuurnetwerken. Een stakeholderworkshop met de CIRCLE tool gaf belangrijk inzicht in de afhankelijkheden in het gebied. Deze afhankelijkheden zijn vervolgens gevisualiseerd in een overstromingsfilm. De film is te zien op de website www.deltares.nl/circle en het verslag van stakeholderworkshop is hier te downloaden.

INTACT

[INTACT](#) is een EU-onderzoeksproject wat onderzoek doet naar effecten van extreem weer op vitale infrastructuur. Het havengebied van Rotterdam is hier o.a. een case study in. Het project heeft een [wiki](#) met daarin diverse mogelijke tools opgenomen voor risicomanagement van vitale infrastructuur.

CIPRNet

Het EU-onderzoeksproject [CIPRNet](#) richt zich op de ontwikkeling van een netwerk van belanghebbenden van Vitale Infrastructuur, om hier vervolgens de state-of-the-art kennis aan over te dragen. Er is onder andere een definitie database opgesteld met diverse termen die gebruikt worden in het kader van vitale infrastructuur in verschillende talen: [CIPedia](#). Onderdeel van het project is het uitvoeren van een internationaal overstromingsscenario in Duitsland en Nederland. De bedoeling is dat vooral de connecties tussen directe en indirecte gevolgen zichtbaar gemaakt worden in dit scenario. www.ciprnet.eu

Beleidsverkenning naar overstromingsrisicozonering voor binnendijkse gebieden

De provincie Zuid-Holland heeft een beleidsverkenning uitgevoerd naar het onderwerp risicozonering binnendijs. Overstromingsrisicozonering is een instrument waarmee de gevolgen van een mogelijke overstroming verminderd kunnen worden via een (ruimtelijk) beleidskader met eventueel bijbehorende regelgeving. Overstromingsrisicozonering kan de bewustwording van waterveiligheidsrisico's vergroten, en kan resulteren in het nemen van ruimtelijke maatregelen door partijen. Ook het aanwijzen en/of aanleggen van compartimenteringskeringen (een wettelijke taak van de provincie) wordt als een ruimtelijke maatregel en een vorm van overstromingsrisicozonering beschouwd. Onderdeel van risicozoneringsbeleid kan zijn het aanwijzen van aandachtsgebieden waterveiligheid of het aanwijzen van (vitale en/of kwetsbare) functies waarvoor een specifiek beleidskader geldt vanuit het perspectief van overstromingsrisico's.

Vitale Infrastructuur en de Nieuwe Omgevingswet

Voor Rijkswaterstaat loopt een onderzoek naar Vitale Infrastructuur en de Zorgplicht in de Nieuwe Omgevingswet. Als case voor de discussie rondom Vitale Infrastructuur is hiervoor een situatie met cascade-effecten uitgewerkt.

Vitale Infrastructuur in de Veerkrachtige Delta

Het project Vitale Infrastructuur in de Veerkrachtige Delta is uitgevoerd in een consortium bestaande uit HZ University of Applied Sciences (penvoerder), Provincie Zeeland, gemeente Reimerswaal, Veiligheidsregio Zeeland, Rijkswaterstaat Zee & Delta, Waterschap Scheldestromen en kennispartner Deltares. Het project heeft als doelstelling nieuwe kennis te ontwikkelen over cascade-effecten door het wegvallen van vitale infrastructuur bij een overstroming; en maatregelen in pro-actie, respons en herstel fase te ontwikkelen om daarmee de betrokken professionals te helpen de veerkracht van de samenleving te vergroten. De resultaten zijn toegankelijk gemaakt via een [online wiki](#) omgeving.

Lopend onderzoek:

Kennisdatabase voor CIRCLE

Sinds 2015 hebben een tiental stakeholderworkshops met CIRCLE in Nederland plaats gevonden, waarbij de relaties en afhankelijkheden tussen verschillende kritieke

infrastructuur voor een gebied in beeld zijn gebracht. Doel van het onderzoeksproject is om de informatie gestructureerd naar een database over zetten en te kijken, of op basis van deze informatie algemene regels kunnen worden afgeleid. Deze zullen in de toekomst gebruikt worden om informatie voor nieuwe case studies aan te vullen, bijvoorbeeld als er geen experts voor een bepaalde infrastructuur aanwezig zijn. De database kan ook worden geraadpleegd als niet bekend is hoe kwetsbaar een infrastructuur is, bijvoorbeeld door de gemiddelde waterdieptes en uitvaltijden uit te database te gebruiken. Ten slotte zal de kennisdatabase het opstellen van maatregelen tegen uitval van kritieke infrastructuur en cascade-effecten ondersteunen, omdat de gevolgen beter kunnen worden bepaald op basis van de ervaringen van een groot aantal case studies.

DRIVER+

[DRIVER+](#) (Driving Innovation in Crisis Management for European Resilience) is een EU FP7 project waarin wordt gekeken naar toekomstige uitdagingen als gevolg van natuurrampen en terroristische dreigingen. Doel van het project is om innovatieve praktijkoplossingen voor rampenbestrijding te vinden. Een van de deliverables is een Portfolio of Solutions met ervaringen en tijdens het project geteste oplossingen.

9. Kennisleemtes

- De robuustheid van vitale infrastructuur netwerken bij overstroming (kwetsbaarheid) en tot welke gevolgen leidt de interactie tussen de verschillende netwerken; Is het mogelijk om hiermee afwegingen te maken tussen verschillende noodmaatregelen?
- Een grote kennisleemte is het afwegingskader: wanneer doe je wat en welk effect heeft de maatregel. Het programma KPP Meerlaagsveiligheidsonderzoek zal methoden en instrumenten ontwikkelen voor afweging van veiligheidsmaatregelen uit drie beleidsterreinen: overstromingspreventie, ruimtelijke ordening en rampenbeheersing.
- De borging van het vroegtijdig betrekken van waterschappen binnen ruimtelijk ordeningsprocessen.
- Governance-structuren (verantwoordelijkheden en taakverdeling) laag 2 en 3 meerlaagsveiligheid. Hoe kunnen bijvoorbeeld de gescheiden werelden van de waterveiligheid en de ruimtelijke ordening nader tot elkaar worden gebracht?

- Het hebben van een overzicht voor de essentiële sectoren met no regret/ high en low regret maatregelen.
- Wat is de vervolgstap als de gegevens over vitale netwerken en kwetsbare objecten bekend zijn? Hoe zou er op gebouw/wijkniveau idealiter ontworpen moeten worden zodat men zo min mogelijk last heeft van overstromingen?
- Er is momenteel een nieuwe bedreiging voor vitale infrastructuur door cyberaanvallen. Deze hebben ook betrekking voor de waterveiligheid, als deze gericht zijn op vitale waterwerken (sluizen, stormvloedkeringen). Een publicatie van de [Nationale Rekenkamer](#) geeft inzichten in de kennisleemtes en onderzoeksvragen.

10. Bronnen & links

- Bles, T. et al. (2010), [Risk management for roads in a changing climate; a guidebook to the RIMAROCC method.](#) ERA-NET Road.
- CIPedia (2016): Critical Infrastructure – Definitions. Nederlandse begripsbepaling gebaseerd op: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2005): [Rapport Bescherming Vitale Infrastructuur. Bijlage bij Kamerstuk 26643 nr. 75.](#)
- Europese Commissie (2008): Council Directive 2008/114/EC of 8 December 2008 on the identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection. L 345/75, 2008
- Herk, S. van, Kelder, E.T.G., Bax, J.H., Van Son, E., Waals, H., Zevenbergen, C., Stone, K. en Gersonius, B. (2011). [Gebiedspilot meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht; Tussenrapportage ter inspiratie.](#)
- Heilemann, K. et al. (2012), Assessment of direct and indirect consequences in the estimation of damage and vulnerability for critical infrastructure, Floodprobe WP2-report-12-uu
- Hillen, M., van Haselen, C., Brader, R. en B. Kolen (2011). [Meerlaagsveiligheid op Schouwen-Duiveland Verkenning oplossingsrichtingen met focus op de wegenstructuur](#), in opdracht van.: Rijkswaterstaat dienst Zeelanden provincie Zeeland.
- HR Wallingford, Deltares, Laboratoire Central Des Pont Et Chaussées, University Montpellier III (2008). [The Effectiveness and Robustness of Emergency Plans for Floods.](#) England: CRUE Initiative on Flood Risk Management Research
- Koeze, R. en Drimmelen, C. van (red.) (2011). [De Waterbestendige Stad; Meerlaagsveiligheidsbenadering toegepast op de regio Amsterdam.](#)

- Lansen, A. J. en Jonkman S. N. (2010). [Flood risk in unembanked areas - Part D - Vulnerability of port infrastructure](#). Utrecht: Knowledge for Climate
- Luyendijk, E., Booltink, M., Visser, W., Kruining, M. van, Brujn, E. de, Tromp, E. en Asselman N. (2010). [Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten](#). Utrecht: Provincie Utrecht.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties (2005). Rapport bescherming vitale infrastructuur. Den Haag: Rijksoverheid.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2013). [Koersbepaling waterbeleid en toezeggingen WGO van 10 december 2012 \(kamerbrief\)](#).
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014). [Beleidsreactie OESO rapport Nederlands Waterbeleid](#) (kamerbrief).
- Ministerie van Veiligheid en Justitie (2010). [2e inhoudelijke analyse bescherming vitale infrastructuur](#). Den Haag: Rijksoverheid.
- Ministerie van Verkeer en Watersaat, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en ministerie van landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009). [Nationaal Waterplan 2009-2015](#). Den Haag: Rijksoverheid.
- MUST & Witteveen + Bos (2013). Waterbestendige Westpoort, Pilotstudies vitaal en kwetsbare functies in de haven van Amsterdam. In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- National Coordinator Terrorismebestrijding en Veiligheid (2019): Vitale infrastructuur. Classificatie van Vitale Processen. Zie: https://www.nctv.nl/organisatie/nationale_veiligheid/vitale_infrastructuur/index.aspx
- Royal Haskoning/DHV (2012). [Analyse waterrobuuste inrichting, voor nieuwbouw en vitale & kwetsbare functies](#). In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Ven, F. van de, Nieuwkerk, N. van, Stone, K., Veerbeek, W., Rijke, J., Herk, S. van en Zevenbergen, C. (2010) [Building the Netherlands climate proof: urban areas](#). Rapportage Deltares/ IHE.
- PBL, [Aanpassen aan klimaatverandering Kwetsbaarheden zien, kansen grijpen](#), 2015

Websites

- [Circle](#)
- [Climate Proof Areas](#)
- [FloodproBE](#)
- [Hoog water? Vrije weg!](#)
- [INCAH](#)

- [Overstromingsrisicokaarten](#)
- [Website Nationale Coördinator Terrorismebestrijding en Veiligheid](#)

Deze Deltafact is opgesteld door Deltares, 22 december 2011 en laatst herzien in mei 2019.

Auteurs

- L. van der Linden
- R. Franssen
- K. Stone
- K. de Bruijn
- M.W.A. Hounjet
- A. Burzel.
- De Deltafact is mede gebaseerd op externe interviews met/ feedback van:
 - R. Koeze (Waternet)
 - L. J. van der Meide (Provincie Zuid-Holland)
 - J. Marinissen (Ministerie Infrastructuur en Milieu, DGRW)

11. Ervaringen

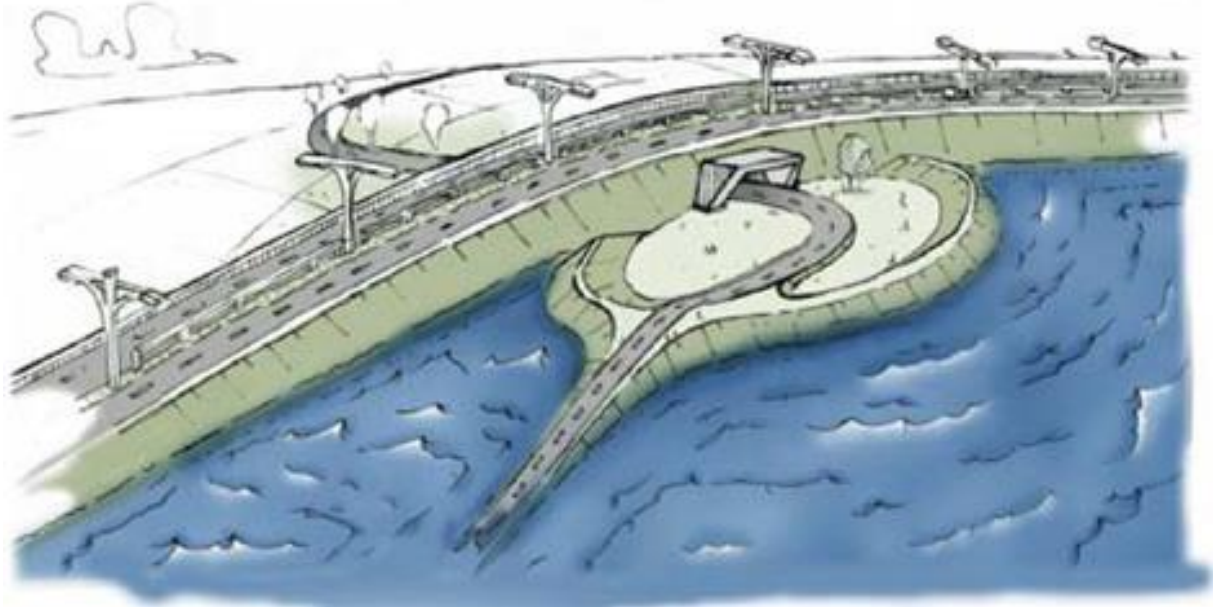
Waterbestendige stad: gebiedspilot.

Gebaseerd op Interview op 18 november 2011 met ir. R. Koeze van Waternet en het rapport Waterbestendige stad ([Koeze & van Drimmelen, 2011](#))

De Waterbestendige Stad is een gebiedspilot in het kader van het Nationaal Waterplan waarin onderzocht is hoe Amsterdam, gegeven de klimaatverandering en de ruimtelijke ontwikkelingen, zijn waterbestendigheid kan behouden en vergroten.

Er is onder andere gekeken naar:

- mogelijke oplossingsrichtingen en keuzes voor het vergroten van de waterveiligheid;
- algemeen bruikbare strategieën voor toepassing van meerlaagsveiligheid in andere stedelijke gebieden.



Impressie De ring A10-noord kan de nieuwe begrenzing zijn van de Randstaddijkkring ([Koeze & van Drimmelen, 2011](#)).

Het rapport concludeert dat de grootste winst is te halen in verbeteringen in de eerste laag, maar dat het interessant is te kijken naar aanvullende maatregelen om het restrisico verder te beperken. De toepassing van meerlaagsveiligheid in stedelijk gebied, met name laag 2, is complex en maatwerk is vereist. Maatwerk kan leiden tot kostenefficiënte maatregelen en een goede ruimtelijke inpassing. Op het moment is er echter nog onvoldoende bewustzijn ten aanzien van overstromingsrisico's waardoor bij vitale infrastructuur kansen worden gemist ([Koeze & van Drimmelen, 2011, p. 28](#)).

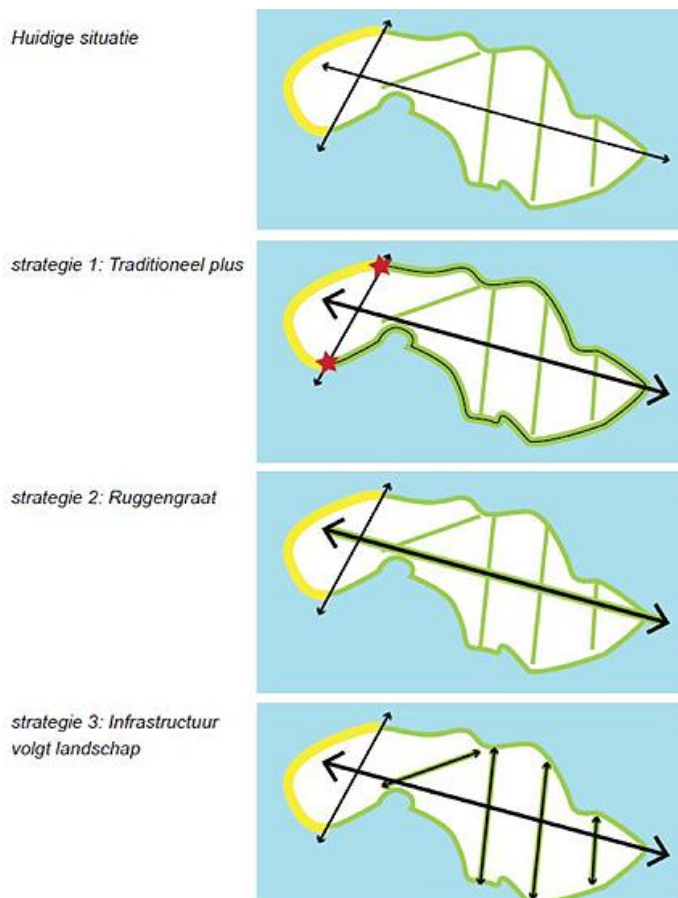
Aanbevolen wordt dat er een landelijke visie op evacuatieroutes ontwikkeld moet worden, zodat bij verbreding van snelwegen, uitbreiding van railinfrastructuur, e.d. een afweging plaatsvindt of verdiepte aanleg of de aanleg van tunnels vanuit het perspectief van overstromingsrisico's en evacuatiestrategieën wenselijk is. Daarnaast zijn voor nieuwe kwetsbare en vitale infrastructuur heldere richtlijnen voor aanleg en beheer nodig, zodat bij overstroming belangrijke functies, zoals transport, stroomvoorziening, ziekenhuizen, etc. zo lang mogelijk operationeel blijven en na uitval snel hersteld kunnen worden. Ook blijkt dat veiligheidsregio's momenteel onvoldoende zijn toegerust op grootschalige overstromingen ([Koeze & van Drimmelen, 2011, p. 7](#)).

Men ziet hierbij een grote verantwoordelijkheid voor de regionale partijen, met name

gemeente en waterschap. Tegelijkertijd stelt men dat er ook een verantwoordelijkheid ligt bij het Rijk om generiek beleid en regelgeving te ontwikkelen, met name ten aanzien van bescherming van vitale infrastructuur ([Koeze & van Drimmelen, 2011, p. 33](#)).

Case Climate Proof Areas Schouwen Duiveland

Gebaseerd op *Meerlaagsveiligheid op Schouwen-Duiveland - Verkenning oplossingsrichtingen met focus op de wegenstructuur* ([Hillen et al., 2011](#))



Het doel van de studie is om nader invulling te geven aan een overstromingsbestendige en duurzame wegenstructuur op Schouwen- Duiveland. Hierbij wordt naar de langere termijn gekeken (2050 – 2100). De resultaten van de studie zijn input voor het Interreg project Climate Proof Areas (CPA) pilot Schouwen-Duiveland alsmede voor beleids- en planvorming voor Schouwen-Duiveland (en andere gebieden) die daarna zal plaatsvinden ([Hillen et al., 2011, p. 5](#)).

Legenda strategieën

- = multidijk
- = dijk
- = weg
- = duinen
- = Extra robuuste waterkering op relatief kwetsbare plaats

In deze studie is een verkenning uitgevoerd van de wijze waarop overstromingsrisico's kunnen worden beheerst. Hiervoor zijn de karakteristieken van Schouwen-Duiveland in kaart gebracht, is nagedacht over strategieën en zijn voorbeelden gegeven over hoe een overstromingsbestendiger

Oplossingsrichtingen wegenstructuur ([Hillen et al., 2011](#))

wegenstructuur kan worden gerealiseerd op de lange termijn ([Hillen et al., 2011, p. 7](#))

Er zijn drie strategieën in de studie uitgewerkt in een aantal mogelijke oplossingsrichtingen (zie figuur). Voor ieder van deze oplossingsrichtingen is aangegeven hoe het wegensysteem een bijdrage levert in geval van evacuatie (van het eiland af of op het eiland zelf) en in geval van redding net na een ramp. De invullingen van strategieën zijn voorbeelduitwerkingen en geven een idee op welke wijze Schouwen-Duiveland overstromingsbestendiger kan worden ingericht op de langere termijn. De uitvoering kan gefaseerd plaatsvinden. Aansluiting op lopende en nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen is hierdoor mogelijk ([Hillen et al., 2011, p. 47](#)).

12. Disclaimer

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en informatie zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs, STOWA en de evt. opdrachtgever van dit factsheet kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.