



Proof of concept

> Meerlaagsveiligheid in de praktijk

IDEA/EXPLORATION



PROOF OF CONCEPT



EXPERIMENT/PILOT



IMPLEMENTATION/IN OPERATION

INHOUD

INLEIDING
GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
STRATEGIE MEERLAAGSVEILIGHEID
SCHEMATISCHE WEERGAVE
TECHNISCHE KENMERKEN
GOVERNANCE
KOSTEN EN BATEN
PRAKTIJKERVARING EN LOPEND ONDERZOEK
KENNISLEEMTES
LITERATUUR/ LINKS

INLEIDING

Het concept meerlaagsveiligheid (MLV) is in 2009 in het [Nationaal Waterplan](#) geïntroduceerd voor een duurzaam waterveiligheidsbeleid. Deze benadering werkt in drie 'lagen'. De eerste laag is preventie: het voorkomen 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) ([Nationaal Waterplan, p.6](#)). Meerlaagsveiligheid gaat uit van een risicobenadering, het gaat om zowel kansen op als mogelijke gevolgen van overstromingen.

In de Deltafact "Meerlaagsveiligheid in de praktijk" wordt beschreven waar de verschillende lagen voor meerlaagsveiligheid in de praktijk uit bestaan. Het concept meerlaagsveiligheid is in de afgelopen jaren in Nederland verkend door o.a. gebiedspilots en proeftuinen en in de periode 2013-2015 ook door drie MIRT onderzoeken (zie kopje [praktijkervaring](#)). Uit deze onderzoeken is geconcludeerd dat de meerlaagsveiligheidsbenadering geschikt is om een gebiedsgerichte risicobenadering uit te werken. Het concept maakt dan ook onderdeel uit van het NWP 2. Het geeft invulling aan het besef dat waterveiligheid niet alleen een kwestie is van water keren (de eerste laag). Ook de ruimtelijke inrichting en gevolgenvermindering (de tweede laag) en de manier waarop met een onverhoopte overstroming wordt omgegaan in de rampenbeheersing (derde laag), zijn van belang.

GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

Trefwoorden: Meerlaagsveiligheid, preventie, ruimtelijke ordening, crisisbeheersing, strategie
Deltafacts: [Richtlijn Overstromingsrisico \(ROR\)](#), [Vitale infrastructuur](#)

STRATEGIE MEERLAAGSVEILIGHEID

(1 Preventie, 2 Ruimtelijke ordening, 3 Crisisbeheersing)

Een strategie gebaseerd op meerlaagsveiligheid beschouwt de baten van maatregelen in de drie lagen (vermeden schade en slachtoffers en andere waarden die de maatregelen met zich meebrengen), en de kosten van deze maatregelen, en hun combinaties. In deze Deltafact komen alle drie de lagen aan bod, en gaan we er dieper op in. Maatregelen die gericht zijn op het verkleinen van de overstromingskans maken deel uit van laag 1 in de meerlaagsveiligheidsbenadering. Gevolgbeperkende maatregelen vallen onder laag 2 (onder andere de ruimtelijke inrichting) of laag 3 (rampenbeheersing) ([Nationaal Waterplan 1, 2009](#)); Maaskant et al, 2012; Asselman en Slager, 2012).



Figuur 1: verschillende 'lagen' voor waterveiligheid (Nationaal waterplan, 2009)

Laag 1; maatregelen die de kans op een overstroming proberen te verkleinen tot een bepaald niveau.

Type maatregelen:

- Verlagen van de faalkans van keringen, door dijkversterking of verhoging, bestrijding van piping etc.
- Aanleg nieuwe kades en/of dijken
- Deltadijk of "doorbraakvrije" dijk
- Verlaging hydraulische belasting (Ruimte voor de Rivier oplossingen/ aanpassen afvoerdeling)
- Voorlanden/ Building with Nature oplossingen

Laag 2; gevolgbeperkende maatregelen.

Type maatregelen:

- Beïnvloeden overstromingsverloop (compartimentering)
- Aangepast bouwen (ophogen, bouwen op palen, wet proof bouwen, dry proof bouwen, drijvend bouwen, amfibische woningen)
- Bescherming kritieke infrastructuur
- Bouwen ter ondersteuning van crisismanagement (evacuatie routes + vluchtplaatsen)
- Risicozonering, vermijden/verbieden van bebouwing in risicovolle gebieden

Laag 3; maatregelen die de rampenbeheersing rond een overstroming verbeteren.

Type maatregelen:

- Verbeteren crisismanagement (rampenplannen, evacuatietraining, verbeteren risicobewustzijn)
- Verbeteren planvorming, informeren van bewoners, en trainingen
- Ontwikkeling van shelters, extra brede evacuatiewegen, evacuatieplanning, zorg dragen voor voldoende hulpverleningsmiddelen
- Ontwikkelen adaptieve evacuatiestrategie (optimale combinatie van horizontaal en verticaal evacueren) met bijbehorende communicatiestrategie



Figuur 2: factoren die het overstromingsrisico bepalen. Door middel van maatregelen in alle drie lagen kan het risico worden beïnvloed

Binnen meerlaagsveiligheid is een aantal aanpakken ontwikkeld. De eerste is het instrumentarium meerlaagsveiligheid. Dit bestaat uit een rekeninstrument, bedoeld om overstromingsrisico's in beeld te brengen, en aan de hand van een schematisatie van de MLV maatregelen de baten (vermeden risico) in te schatten (Maaskant et al, 2012). Dit instrument is beschikbaar in de vorm van een softwaretool. De tweede is het afwegingskader van STOWA. Met dit kader kunnen meerdere criteria worden gewogen, zoals kosten en baten van de maatregelen, de (resterende) risicokosten, en overige waarden. Niet enkel kosten worden beschouwd, ook andere waarden en overwegingen kunnen in het afwegingskader worden benoemd en gewaardeerd. Hierdoor kunnen voor- en nadelen van de MLV maatregelen integraal worden beschouwd (STOWA, 2012). De derde is de MLV Verkenner. Dit is een webapplicatie (website) die snel op een eenvoudige manier inzichtelijk maakt wat de overstromingsrisico's zijn in een door de gebruiker ingetekend gebied. Verder wordt er een eerste schatting gedaan over de haalbaarheid van laag 2 en 3 maatregelen.

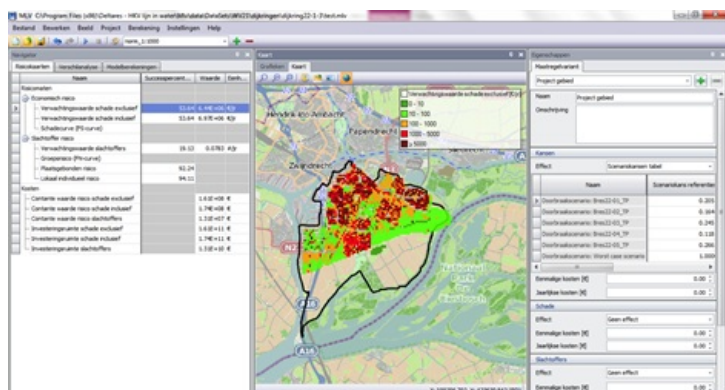
Naast deze drie aanpakken spelen kentallen van de kosten van de MLV maatregelen een belangrijke rol. Er zijn kentallen opgesteld door het Expertise Centrum Kosten (ECK) van het Deltaprogramma (Roosjen en Zethof, 2013). Deze kentallen bestaan uit gestandaardiseerde getallen voor diverse maatregelen in laag 2 en 3. Zo zijn er kostenschattingen met bandbreedtes beschikbaar van het ophogen van een woonwijk met 1 meter, het aanleggen van een lokale kering, enzovoort. Met behulp van deze kentallen is het in pilots mogelijk de kosten in te schatten van specifieke maatregelen die worden ontworpen.

Instrumentarium meerlaagsveiligheid

Het instrumentarium meerlaagsveiligheid is ontwikkeld om ondersteuning te bieden aan provincies, gemeentes en waterschappen bij een integrale afweging van mogelijke maatregelen gericht op het voorkomen dan wel het beperken van de gevolgen van een overstroming. Het instrument kan worden gebruikt in planvorming en besluitvormingsprocessen en draagt bij aan meer transparante afwegingen.

Werkwijze voor beschouwing van de criteria

Met het MLV instrumentarium wordt het risico bepaald op basis van de combinatie van kansen en gevolgen. De kansen beschrijven de kans op een bepaalde overstroming (zie figuur 2), en de gevolgen bestaan uit de schade die optreedt en de slachtoffers die vallen als gevolg van deze overstroming. De risico-indicatoren die bekeken worden, zijn: jaarlijks verwachte economische schade en jaarlijks verwacht aantal slachtoffers, Lokaal Individueel Risico (LIR) en (verandering van bijdrage aan) het Groepsrisico (de kans dat een groep personen tegelijk komt te overlijden door een overstroming). Met deze risicobepaling kan een kosten-batenanalyse voor maatregelen worden uitgevoerd of kan worden bekeken of maatregelen aan bepaalde risicoambitieniveaus voldoen. Een voorbeeld van een ambitie is: een bepaalde basisveiligheid halen in het studiegebied of de verwachtingswaarde van het aantal slachtoffers tot een bepaald niveau verlagen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een referentiesituatie (bv. Overstromingsrisico in de huidige situatie) waartegen alle maatregelen worden afgezet (Maaskant et al, 2012). De overstromingsrisico's worden gemonetariseerd op basis van geschatte schadetekosten volgens de Standaard methode (HIS-SSM), dit is inclusief een vast bedrag per dodelijk slachtoffer. Deze kunnen vervolgens worden vergeleken met de geschatte investeringskosten uit de verschillende lagen.



Figuur 3: het MLV instrument (versie 2.0), op de kaart de verwachtingswaarde voor schade in dijkkring 22 (Eiland van Dordrecht).

De gebruiker van het instrument kan maatregelen selecteren uit de verschillende lagen volgens de meerlaagsveiligheidsfilosofie. Elk van deze maatregelen zal op een bepaalde manier invloed hebben op de verschillende risico-indicatoren. Met het MLV instrumentarium wordt snel inzicht verkregen in de effecten van deze maatregelen op de overstromingsrisico's en in de kosteneffectiviteit, als ook in de mogelijke investeringsruimte die ontstaat doordat het economisch risico door een maatregel wordt verlaagd. Daarbij kan een eerste selectie van mogelijke (kosten) effectieve en haalbare maatregelen worden gemaakt waarmee het "kaf van het koren" wordt gescheiden. Het instrument geeft informatie per dijkkring, maar kan dit ook voor dijkringen met gedifferentieerde veiligheidsnormen, dat wil zeggen met normen per traject (Maaskant et al, 2012).

Afwegingskader STOWA

Het door STOWA opgestelde afwegingskader (STOWA, 2011; STOWA, 2012) is bedoeld voor het vergelijken van meerlaagsveiligheidsstrategieën en -maatregelen. Het kader beschrijft een manier om de kosteneffectiviteit van maatregelen in verschillende lagen te vergelijken. De consequenties van maatregelen worden in het afwegingskader voor verschillende criteria inzichtelijk gemaakt. Op basis hiervan kan een transparante en beargunteerde keuze worden gemaakt. Het grootste verschil met het hiervoor genoemde instrumentarium is het meenemen van andere criteria dan investerings- en risico-kosten. Deze criteria kunnen ook een belangrijke rol spelen bij de afweging.

In het afwegingskader gaat het om een vergelijking tussen:

- Kosten; hiervoor worden de investeringskosten bepaald en het resterend overstromingsrisico na het nemen van de maatregelen. Hiervoor kunnen de berekende waarden worden genomen uit het MLV instrumentarium, zie hierboven.

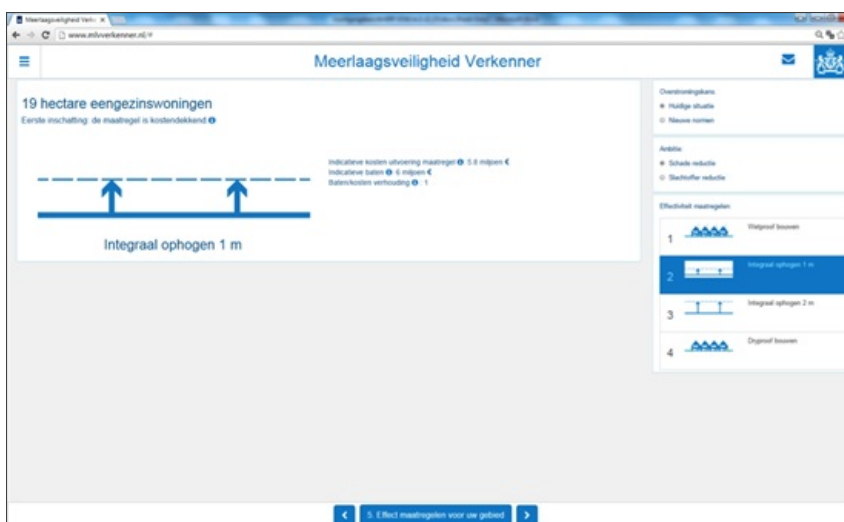
Andere waarden; het betreft de andere waarden die gerealiseerd kunnen worden met de strategie of maatregel (zoals bijvoorbeeld ruimtelijke kwaliteit, haalbaarheid, betaalbaarheid en draagvlak; zie de figuur hieronder).

Ondersteunende waarde		Beoordelingswaarde			
		Huidige situatie	Doelbereik Economisch risico DPR 1/4000 per jaar	Strategie 1	Strategie 2
Totale kosten Waternveiligheid	Risico [MK]	1120	190	---	---
	Investeringskosten [MK]	-	360	---	---
	Totale kosten [MK]	1120	550	---	---
Overige waarden in de regio	Doelmatig			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
	Ontwikkelingsrichting / afwijking			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
	Perceptief agrarische sector			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
	Handlingsaanpak			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
	Ruimtelijk kwaliteit			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
	Governance			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
	Maatschappelijke acceptatie			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]
Impact maatregel			[-- 0 + **]	[-- 0 + **]	
Doelbereik	LR 10-5	%	%	%	%
	LR 10-6	%	%	%	%
	Economisch risico DPR 1/4000 per jaar	Ja/Nee	Ja/Nee	Ja/Nee	Ja/Nee

Figuur 4: STOWA afwegingskader (STOWA, 2012).

De risico's worden bepaald door de kans op een overstroming te combineren met de gevolgen van deze overstroming. Hierbij wordt rekening gehouden met evacuatie. De effecten van verschillende strategieën worden vertaald naar lagere overstromingskansen en beperking van gevolgen in termen van schade en slachtoffers. Op basis hiervan kan het risico worden bepaald (STOWA, 2012).

De strategie met de laagste totale kosten (investeringskosten plus het restrisico) vormt het alternatief dat vanuit economisch oogpunt het meest gunstig is. Bij dit alternatief wordt het risico het meest verlaagd, tegen de geringste kosten. Van de andere strategieën kunnen de meerkosten ten opzicht van dit alternatief in beeld worden gebracht. In een afweging met belanghebbenden en bestuurders, kan blijken of andere voordelen van de overige strategieën opwegen tegen de extra kosten die met deze strategieën gemoeid zijn, en welke partij de aanvullende kosten voor zijn rekening kan en wil nemen. Hiermee is er een basis voor besluitvorming over risicomaten en ambities, en voor selecteren van mogelijke kansrijke strategieën en maatregelen (STOWA, 2012). Er kunnen redenen zijn waarom een ander alternatief, met iets hogere kosten door de (lokale) partijen wordt verkozen tot voorkeur. Dit kan zijn omdat er andere overwegingen (met bijbehorende waarden) zo belangrijk worden geacht, dat deze opwegen tegen de meerkosten.



Figuur 5: Overzicht van kosten en baten voor 1m integraal opheven voor het ingetekende gebied.

GOVERNANCE

In de deelprogramma's van het Delta Programma is het concept meerlaagsveiligheid nader verkend en waar mogelijk ingevuld. Hierbij waren de governance aspecten nog niet expliciet meegenomen, zoals wie is verantwoordelijk, wie betaalt en hoe afspraken worden vastgelegd. Deze Governance aspecten zijn vanaf 2013 in verschillende deelprojecten nader ingevuld binnen het programma nieuwbouw en herstructurering, in nauwe samenwerking met de relevante deelprogramma's (van Buuren en Ellen, 2013, Ellen en van Buuren, 2014). In dit kader is ook een simulatie (game)

ontwikkeld rond de meerlaagsveiligheid. In deze game wordt ingegaan op vragen als: wie neemt het initiatief? Hoe gaan we om met verantwoordelijkheid? Wie financiert en waaruit? De laatste versie van deze simulatie is te downloaden via de helpdesk water.

Institutioneel

Voor laag 1 zijn de volgende partijen verantwoordelijk:

- Rijk: Normstelling primaire keringen
- Rijkswaterstaat: Aanleg, beheer en onderhoud van een deel van de primaire waterkeringen en kunstwerken.
- Provincies: Normstelling regionale keringen.
- Waterschappen: Aanleg, beheer en onderhoud van (een deel) van de primaire waterkeringen, regionale waterkeringen en kunstwerken.

Voor de primaire keringen is ook een toetsingskader vastgelegd (Voorschrift Toetsen op Veiligheid, VTV).

Bij laag 2 zijn de volgende partijen betrokken:

- Rijk: Nationale structuurvisie.
- Provincie: Regionale structuurvisie.
- Gemeenten: Structuurvisie en bestemmingsplan.

Daarnaast heeft het waterschap een rol door de watertoets. In laag 2 spelen naast de genoemde overheden ook beheerders van vitale infrastructuur en kwetsbare objecten en private en particuliere partijen een rol, omdat zij vaak initiatiefnemer zijn van gebiedsontwikkeling of bouwprojecten.

Tenslotte zijn in laag 3 de volgende partijen betrokken:

- Rijk: Coördinatie grote rampen.
- Provincie: Toezicht op waterschappen
- Waterschap: Rampenplannen, dijkbewaking, pompen en dijkherstel bij calamiteiten.
- Veiligheidsregio's: Verantwoordelijk voor risico inventarisatie, plannen en oefenen en verzorging van de coördinatie en samenwerking tussen de hulpdiensten.
- Gemeenten: Verantwoordelijk voor risicocommunicatie/bewustzijn bij burgers en coördinatie van evacuatie.

Bescherming tegen overstromingen in Laag 1 is goed geborgd in wet- en regelgeving. Er bestaat al sinds begin jaren '60 een traditie van ontwerp en toetsing van waterkeringen. In 1996 is dit juridisch ingekaderd met de Wet op Waterkeringen inmiddels de Waterwet. Laag 2 en 3 hebben alleen kans van slagen als er in deze lagen structureel en langjarig beleid is ten behoeve van waterveiligheid.

Financieel

Sinds 2012 betalen waterschappen en Rijk beiden 50% van de kosten van het Hoog Water Beschermings Programma (HWBP) (Rijk 50%, Waterschappen, 40% uitvoerend waterschap 10%). Dit zijn de investeringen in laag 1 die nodig zijn om de waterkeringen aan de gestelde norm te laten voldoen. Het is op dit moment niet goed mogelijk om deze middelen te benutten voor investeringen in laag 2 en 3. In het kader van onderzoek naar de borging van 'slimme combinaties' worden investeringsmogelijkheden verkend.

KOSTEN EN BATEN

Het economisch rendement van de strategieën in de verschillende lagen kan worden bepaald door te kijken naar zowel de investeringskosten als de verwachte kosten van de resterende schade (m.a.w. het resterende overstromingsrisico). De optie met de laagste totale kosten van investeren en overstromingsrisico is economisch gezien het meest aantrekkelijk. Om deze totale kosten te berekenen wordt de huidige waarde (de contante waarde) van het toekomstige overstromingsrisico bepaald (Kind, 2012, p.8).

De baten worden weergegeven als het vermeden overstromingsrisico. Als er geen maatregelen genomen worden, dan neemt het overstromingsrisico in de toekomst aanzienlijk toe. Belangrijke oorzaken zijn klimaatverandering, bodemdaling, toenemende bebouwing en een toename van de welvaart per hoofd van de bevolking. Dit kan in 2100 een factor 10 keer groter zijn dan nu. Een vermindering van deze kosten is vaak de belangrijkste baat van een bepaalde maatregel (Kind, 2012, p. 3). Daarnaast kunnen baten zoals natuur, ruimtelijke kwaliteit en meekoppelkansen met regionale en lokale initiatieven worden meegenomen. Met het meenemen van deze baten zijn sommige maatregelen toch nog rendabel.

Vrijwel alle strategieën die inzetten op laag 1 leveren een forse reductie op van het verwachte aantal slachtoffers en de verwachte hoeveelheid schade. De maatregelen in deze laag blijken bijna altijd kosteneffectief.

Strategieën gericht op laag 2 zijn, voornamelijk op de korte termijn, minder kosteneffectief door de vaak hoge investeringskosten. Het is vaak niet mogelijk om het economisch gewenste risico niveau te behalen. De mogelijkheid om preventie uit te wisselen met gevolgbeperking is dan ook beperkt (Kind, 2012, pg. 6); de (fysieke) laag 2 maatregelen zijn veelal onvoldoende effectief, zeer kostbaar of de effecten op slachtofferrisico kunnen niet goed worden ingeschat.

In laag 3 kan met een aantal (relatief) goedkope maatregelen rondom de organisatie van rampenbeheersing een reductie van slachtoffers worden gerealiseerd, zoals preventieve evacuatie (Oranjewoud & HKV lijn in water, 2011, p. 4-5). Een verbeterde rampenbeheersing heeft slechts een geringe invloed op de totale economische schade.

Wel kunnen er andere redenen zijn om in laag 2 en 3 maatregelen voor te stellen. In laag 2 kunnen bepaalde maatregelen samenvallen met investeringen die om andere redenen worden gedaan, bijvoorbeeld vanwege landschappelijke inpassing. Kolen & Kok (2012) laten zien welke mix van meerlaagsveiligheid maatregelen de kosten minimaliseren. Preventie is wederom de belangrijkste laag in Nederland. Wanneer de waarde van een gebied stijgt, zal de rol van preventie toenemen in vergelijking tot maatregelen uit de andere twee lagen. Maatregelen uit laag 2 zijn veelal niet kosteneffectief. Enkel als het overstromingsrisico sterk door deze maatregelen afneemt, kunnen ze bijdragen aan het verlagen van de totale kosten. Door de lage kosten van maatregelen uit laag 3 zullen deze de totale kosten verminderen. Wanneer het overstromingsrisico van een gebied relatief laag is, zullen maatregelen uit laag 3 minder kunnen bijdragen. Naast de aanleg/investeringskosten is ook aandacht nodig voor de kosten van beheer en onderhoud.

De mogelijkheden om uit te wisselen tussen rampenbeheersing en preventie zijn dus economisch gezien beperkt. Fysieke maatregelen in laag 2 en 3 zijn vaak niet of nauwelijks kosteneffectief als alternatief voor het verbeteren van preventie (STOWA, 2012). Wel kunnen maatregelen in laag 3 nuttig zijn, als tegen geringe kosten de evacuatiefractie verhoogd kan worden en hiermee het lokaal individueel risico voor een groter deel van het gebied omlaag kan worden gebracht (zie MLV pilot voor DR41: Zethof et al. 2013, en 2014). In enkele gevallen zou de norm van een dijktraject, indien bepaald door basisveiligheid hierdoor ook omlaag kunnen (Zethof en Kolen, 2015). Het project Zaan-IJ oevers laat daarnaast zien dat maatregelen uit de 2^e en 3^e laag wel kosteneffectief kunnen zijn, wanneer ze bijvoorbeeld worden meegekoppeld met bodemsanering of nieuwbouw. Een combinatie van maatregelen uit de verschillende lagen is vaak wel aantrekkelijk.

PRAKTIJKERVARING EN LOPEND ONDERZOEK

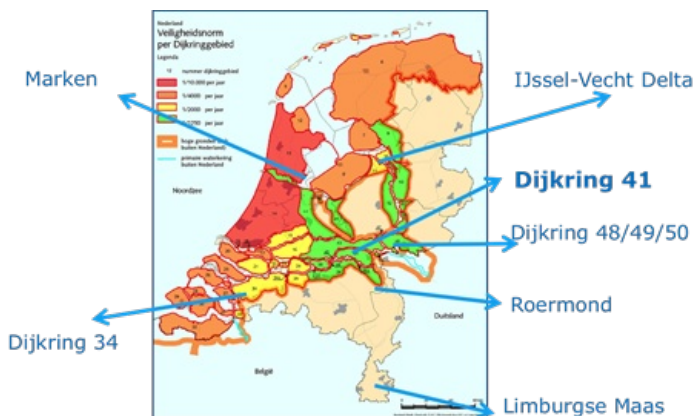
Gebiedspilots

Doordat MLV vraagt om gebiedsgericht maatwerk zijn er samen met regionale partijen inmiddels verschillende gebiedspilots voor meerlaagsveiligheid uitgevoerd. In een eerste fase zijn onderzocht: De waterbestendige stad (Amsterdam), Compartimenteringsstudie (Zuid Flevoland), Verkenning waterveiligheid Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaard, Dijkkring 36, Waterveiligheid Limburgse Maas, Eiland van Dordrecht, MLV Schouwen-Duivenland en Waterveiligheid Centraal Holland. In deze pilots zijn verschillende strategieën ontwikkeld om de veiligheid te verbeteren aan de hand van maatregelen uit de drie lagen. Uit de resultaten van de acht pilots zijn in de synthese van de gebiedspilots een achttal generieke conclusies getrokken, waaronder:

- meerlaagsveiligheid stimuleert regionale samenwerking
- de bijdrage van een maatregel verschilt per laag
- de implementatie in de praktijk vraagt om uitwerking van rolverdeling en wettelijke/ juridische aspecten.

Tot slot zijn er aanbevelingen gedaan in relatie tot afwegingskader, institutionele verhoudingen, juridische aspecten (Oranjewoud & HKV lijn in water, 2011).

In een tweede fase zijn nieuwe gebiedspilots uitgevoerd, deze zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 5: gebiedspilots meerlaagsveiligheid uitgevoerd in 2013.

Een volledig overzicht van de gebiedspilots is gepubliceerd op: www.meerlaagsveiligheid.nu

Urban Flood Management (UFM) en Adaptieve ontwikkelingsstrategieën in het buitendijks gebied.

Het UFM-project en het project 'Adaptieve ontwikkelingsstrategieën in het buitendijks gebied' (KvK 3.1) hebben beide gekeken naar oplossingen voor een buitendijks stedelijk gebied om overstromingsrisico's te verminderen. Het UFM project richtte zich op een geheel nieuw te ontwikkelen gebied op het eiland van Dordrecht. Bij het Kennis voor Klimaat project lag de focus op een al bebouwd gebied in Rotterdam. Omdat in deze gebieden grootschalige eerste laag maatregelen lastig zijn, wordt een combinatie van maatregelen uit alle drie de lagen interessant (Bax et al, 2008). Het concept meerlaagsveiligheid kan hier dus van meerwaarde zijn.

Deltaprogramma

Binnen het Deltaprogramma is er voor mogelijke (MLV) maatregelen naar vier zoekrichtingen gekeken. Eén hiervan is anders kijken naar water. Deze zoekrichting betreft keuzes in relatie tot gevolgbeperking, door maatregelen in de tweede en/of derde laag van meerlaagsveiligheid. Te denken valt aan; leven met water, leven met de rivier, meer kans - minder gevolg, adaptatie en acceptatie (Asselman, 2012). Het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering heeft hier een

uitgebreide inventarisatie van gedaan. Andere onderzoeken lopen in onder andere de IJssel Vecht delta, Kampereilanden en de Eemshaven.

Deltaprogramma rivieren heeft verder een aantal gebiedspilots uit laten voeren, zie overzicht in het figuur hierboven. Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden heeft de uitkomsten van deze studies ook meegenomen in hun plannen.

Proeftuinen klimaat in de stad

Het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering heeft in samenwerking met enkele gemeenten 'proeftuinen klimaat in de stad' georganiseerd. In de proeftuinen is via de weg van ontwerpend onderzoek het werken aan een duurzame en toekomstbestendige inrichting van de stad gestimuleerd. In veel van deze proeftuinen komt het thema meerlaagsveiligheid aan de orde, waarbij nadruk wordt gelegd op maatregelen in de tweede laag. Gemeenten die meedoen zijn onder andere Amsterdam (Zaan/IJ oevers en Watergraafsmeer), Vlissingen, Delft, Den Haag, Rotterdam, Utrecht en Arnhem.

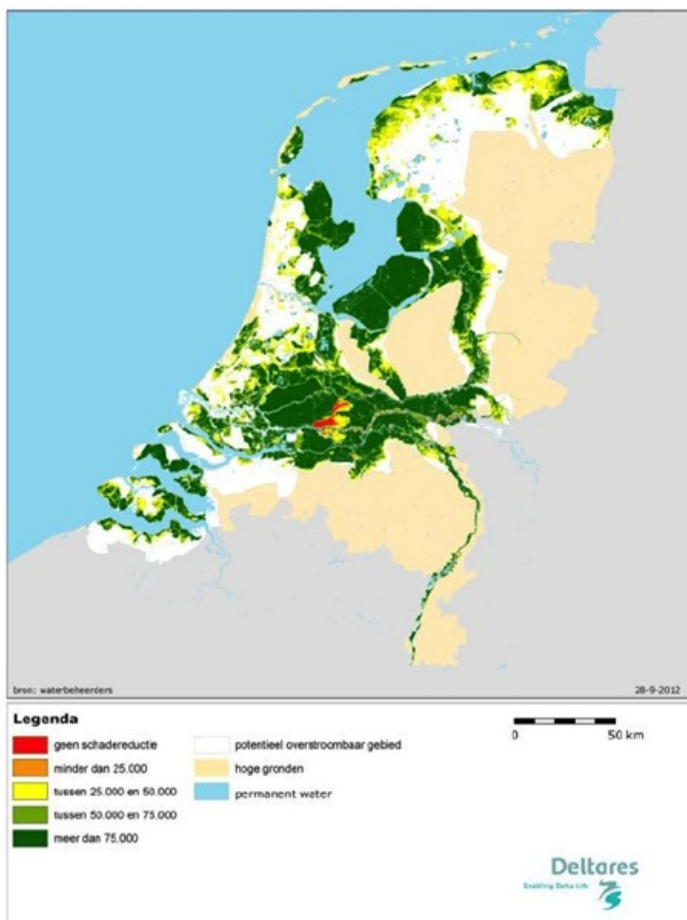
Kansrijkdomkaarten

In deze studie naar kansrijke maatregelen in laag 2 en 3 (Asselman en Slager, 2013) zijn in opdracht van DPV en DPR kansrijkdomkaarten voor meerlaagsveiligheid opgesteld. Er is gekeken naar maatregelen in de sfeer van de ruimtelijke inrichting (bijv. aangepast bouwen) en de rampenbeheersing (bijv. het verbeteren van preventieve evacuatie). Kansrijkdomkaarten kunnen inzicht geven waar een maatregel te overwegen valt gezien de waterdiepte, hoeveel winst de maatregel oplevert in termen van percentage geëvacueerden of vermeden economische schade, waar stroomsnelheden of overstromingsduur beperkingen op kunnen leveren en of de maatregel economisch gezien uit kan. De kaarten geven aan waar zich kansen voordoen, maar geven geen antwoord op de vraag of uitwisseling tussen lagen een optie is. De kaarten hebben bijgedragen aan de inventarisatie van kansrijke maatregelen van verschillende deelprogramma's. Figuur 6 laat een voorbeeld zien van een kansrijkdomkaart. Deze kaart geeft de schadereductie van de preventieve maatregel integraal ophogen met 2 meter weer.

Wat te doen tegen toename van overstromingsrisico?

In het rapport 'Wat te doen tegen de toename van de overstromingsrisico's in de toekomst?' (Klijn en Maarse, 2015) zijn de toepassingsmogelijkheden verkend van maatregelen om het overstromingsrisico te verkleinen. Het gaat om het verkleinen van de overstromingskans door het verminderen van de belasting of het vergroten van de sterkte. Daarnaast wordt maatregelen verkend om de gevolgen te verminderen door de blootstelling resp. de kwetsbaarheid te verkleinen.

Absolute schadereductie bij overstromingen met een overschrijdingskans orde grootte 1/1000 jaar en kleiner indien "integraal ophogen met 2m" worden toegepast



Figuur 6: kansrijkdomkaart absolute schadereductie bij overstromingen wanneer de maatregel integraal ophogen met 2m wordt toegepast.

MIRT Onderzoeken

Eind 2013 zijn deze drie MIRT onderzoeken (hierna pilots) gestart: Dordrecht, IJssel-Vechtdelta en Marken. De pilots zijn sterk verschillend. Marken is een klein schiereiland met een herkenbaar cultuurhistorisch landschap. Daar begon de zoektocht naar meerlaagsveiligheid toen de bevolking te hoop liep tegen de voorgenomen vierkante dijkversterking. Dordrecht is een eiland met een dichtbebouwd stedelijk deel en een landelijk deel. Als het misgaat op het eiland, is

evacuatie vanaf het eiland nauwelijks mogelijk. Versterking van de Voorstraat met talloze monumenten is bijzonder complex en duur. In de IJssel-Vechtdelta waren het de discussie over een peilstijging op het IJsselmeer en de vele afgekeurde dijktrajecten die de regionale overheden ertoe brachten de waterproblematiek van het gebied integraal te doordenken.

De verschillen in karakter van de pilots zorgen er voor dat er ook andere resultaten zijn bereikt (zie tabel 1).

	Marken	IJssel-Vechtdelta	Dordrecht
Doel pilot	Komen tot maatwerkoplossing voor waterveiligheid op Marken	'Deltaproof' delta door ontwikkelen visie en uitvoeren projecten	Waterveiligheid Eiland van Dordrecht robuust maken
Betrokkenen	RWS (trekker), I&M, provincie, gemeente, hoogheemraadschap, veiligheidsregio + intensief gebiedsproces	Provincie (trekker), gemeenten, waterschap, veiligheidsregio + intensief gebiedsproces	Gemeente (trekker), I&M, provincie, waterschap, veiligheidsregio, RWS + intensief gebiedsproces
Resultaten slimme combinaties	Opties voor slimme combinaties kunnen niet rekenen op draagvlak en zijn relatief duur	Enkele opties nog wel in beeld, maar zijn relatief duur en zijn te weinig effectief	Eén slimme combinatie in beeld, waarbij wordt ingezet op compartimentering
Resultaten meerlaagsveiligheid	Veel kansrijke maatregelen in laag 3 op de korte termijn en in laag 2 op de lange termijn	Veel korte termijn maatregelen in laag 2 en laag 3, deel reeds uitgevoerd	Twee combinatiepakketten met kansrijke maatregelen in laag 2 en laag 3
Resultaten afstemming water en ruimte	Intensieve afstemming tussen waterveiligheidsmaatregelen en ruimtelijke kenmerken Marken	Afstemming tussen water en ruimte via uitvoeringsprogramma en meekoppelkansen in beeld brengen	Aantal meekoppelkansen in beeld, actuele dijkversterkingen vallen buiten de scope van de pilot
Resultaten bijvangsten	Gebiedskennis, samenwerking tussen overheid en bewoners	Gebiedskennis, bewustwording, plaats op politieke agenda	Kennis over zelfredzaamheid en gevolgbeperking, (inter)nationaal imago

De lessen die uit de pilots kunnen worden getrokken is dat inhoudelijk de kennis over het gebied en over de mogelijkheden van meerlaagsveiligheid zijn toegenomen. In de pilots is veel geëxperimenteerd met vernieuwende vormen van kennis en expertise. Zo heeft men in de pilot Marken gebruik gemaakt van een hydrobiografie (met hulp van de Rijksadviseur Landschap en Water) en zijn de Lange Termijnperspectieven IJssel-Vechtdelta tot stand gekomen door een intensief proces van co-creatie en ontwerp. Via deze processen is een variëteit aan maatregelen ontworpen, onderzocht en soms ook gerealiseerd in de vorm van 'quick wins'. In Marken betreft het de uitvoering van maatregelen om de tussentijdse veiligheid te vergroten. Zo is de grasbegroeiing aan de kade aangepakt en zijn enkele zeer slechte stroken van de steenbekleding inmiddels aangepakt. Dit droeg sterk bij aan de betrokkenheid vanuit de bewoners om mee te denken over creatieve oplossingen. In die zin fungeren tussentijdse resultaten als 'brandstof' voor de pilots. In de IJssel-Vechtdelta gaat het formuleren van een strategie samen op met een concreet uitvoeringsprogramma: bijvoorbeeld in de gevolgbeperkende geluidswal bij Stadshagen. Uit de pilots blijkt ook, dat naast de onderbouwing van de feitelijke effectiviteit het verhaal om te investeren in MLV belangrijk is. In deze pilot heeft de combinatie van een positief verhaal en concrete projecten, geleid tot een sterk imago.

In de pilots is vernieuwende samenwerking tot stand gekomen tussen partijen die vanuit hun verantwoordelijkheid gezamenlijk willen bijdragen aan reductie van het overstromingsrisico. In alle drie de pilots wordt het bijzonder positief gewaardeerd dat partijen die voorheen weinig contact met elkaar hebben, nu intensief met elkaar kennismaken. Daarbij wordt met name de betrokkenheid van de veiligheidsregio genoemd als zijnde verrijkend. Dit komt bijvoorbeeld naar voren in het inzicht in Marken dat het belangrijk is om een goed calamiteitenplan op te stellen samen met bewoners.

Alleen in Dordrecht bleek een "echte" slimme combinatie haalbaar. Daar kan de norm voor de primaire kering voor zowel de Noord- als de Zuidrand omlaag als de compartimenteringsdijk voor het eiland wordt aangepast. Dat kan leiden tot substantiële besparingen. Met name leveren de pilots kansrijke en realistische projecten in de ruimtelijke ordening en rampenbeheersing op *aanvullend* op dijkversterking. Deze oogst bestaat bijvoorbeeld eruit dat in de pilots is vastgesteld dat rampenbeheersing substantieel verbeterd kan worden door kleine en slimme interventies. Door slim mee te koppelen met investeringen in de tweede laag bijvoorbeeld. Ook opvallend is dat de oplossingen voor dijkversterkingen (laag 1) slimmer worden door na te denken over meerlaagsveiligheid. Bijvoorbeeld de mogelijke oplossing in Marken met korte

versterkingscycli voor de dijk (om de 12 jaar). (Van Buuren et al., 2015).

KENNISLEEMTES

Belangrijke kennisleemtes op het gebied van de meerlaagsveiligheid zijn:

Overstromingsmodellen en de onzekerheden. Overstromingskaarten of gevarenkaarten zijn vaak niet op hoge resolutie op gemeentelijk schaalniveau beschikbaar, waardoor een gemeente geen informatie heeft over risicovolle locaties binnen de gemeente. Overstromingsmodellen moeten daarom worden ontsloten en doorontwikkeld worden, eventueel ook naar kleinere schaalniveaus. Daarnaast geven verschillende modellen, verschillende uitkomsten. Voor beleidsmakers, ontwerpers en projectontwikkelaars kan dit grote onduidelijkheid geven. Onzekerheden en marges moeten daarom beter in beeld worden gebracht en worden gepresenteerd aan de beleidsmaker.

Er zijn **geen toetsbare en daarmee handhaafbare normen (of eisen) voor maatregelen in laag 2 en 3**. Alleen in de laag preventie zijn er duidelijke eisen waaraan keringen moeten blijven voldoen. De huidige preventienormen maken in de praktijk de maatregelen in lagen 2 en 3 minder aantrekkelijk. Een normenkader waarin niet alleen risicokosten maar ook andere waarden (zie eerdere discussie over het afwegingskader hierboven) kan mogelijk een oplossing bieden (Kolen et al, 2010a).

Voor het uitwerken van bepaalde maatregelen en effecten zijn geen uniforme methodes beschikbaar. Hierdoor kunnen aanpakken en resultaten in verschillende gebiedspilots sterk verschillen. Wel hebben Deltares en HKV een aantal factsheets ontwikkeld, aan de hand van uitgevoerde pilots, waarmee een handreiking wordt gegeven voor het uitwerken van bepaalde maatregelen. In de toekomst kunnen deze aanpakken verder worden verfijnd en verbeterd.

LITERATUUR/ LINKS

- Asselman, N. (2012), Verkenningen zoekrichtingen Deltaprogramma Rivieren, Deltares rapportage 1204292-000
- Asselman, N. en Slager, K. (2013), [Kansrijkdomkaart meerlaagsveiligheid](#). Deltares rapport 1206176-012.
- Bax, J., Walwijk, van S., Stelt, van der A., Hermans, W. (2008). Ontwerpend onderzoek naar hoogwaterbestendige ontwikkeling buitendijkse stad. Gemeente Dordrecht en Leven met Water.
- CSO, HydroLogic en Infram (2011) Pilot integrale verkenning waterveiligheid Limburgse Maas - Rapportage van een gebiedspilot, gericht op de toepasbaarheid van meerlaagsveiligheid voor dijkeringen 68 (Venlo-Velden) en 90 (Geulle-Maastricht oostoever). In opdracht van Provincie Limburg en Ministerie van I&M, Projectnummer 09i036AP.
- Deltares en HKV (2012). Instrumentarium meerlaagsveiligheid, methode, software en toepassing, plan van aanpak. Opdrachtgever Rijkswaterstaat, Projectnummer PO2296.10
- Dijkstra, E.H. en Cornet, J. (2012), "What If...?" Een strategische verkenning van de rol van de derde laag van de Meerlaagsveiligheid (MLV) vanuit de optiek van International Emergency Management en het International Katrina Project in opdracht van staf Deltacommissaris.
- Ellen, G.J. en Buuren, M.W., van (2014) [De governance van slimme combinaties, spelregels voor samenwerking rond meerlaagse vormen van waterveiligheid](#), Utrecht
- 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.
- Kind, J. (2012) [Proeve Plangebied DPR, Quick scan opgave en strategieën voor waterveiligheid \(afgekort Proeve Plangebied\)](#), Deltares concept rapportage 1206095
- Kolen, B. en Kok, M. (2011) Basisvisie Afwegingsmethodiek voor meerlaagsveiligheid, fase 1 in opdracht van STOWA, IS BN 978.90.5773.531.8
- Kolen, B., Kok, M. (2012) An economical optimal investment strategy in a multi-layer flood risk approach. HKV, Floodrisk 2012.
- Kolen, B., Maaskant, B. en Hoss, F. (2010a) Meerlaagsveiligheid, Zonder normen geen kans, Vakblad voor externe veiligheid, risicobeleid, rampbestrijding en risicocommunicatie, Jrg. 1 – nr. 2 – nov. 2010
- Kolen, B., Maaskant, B., Thonus, B. (2010a) [Effecten van evacuatie strategieën in beeld gebracht](#). H2O 22, pg 14-16.
- Kolen, B., Zethof, M., Maaskant, B. (2012) Toepassing Basisvisie Afwegingskader Meerlaagsveiligheid; een methode om mee te werken in de praktijk in opdracht van STOWA, ISBN 978.90.5773.554.7
- Maaskant, B., Stone, K., Kolen, B., Zethof, M., Hoogendoorn, R. (2012). [Handreiking meerlaagsveiligheid, methode nader verklaard](#).
- Most, H. van der, S. de Wit, B. Broekhans en W. Roos, (2010) Kijk op waterveiligheid. Eburon Uitgeverij, Delft / Zutphen.

- Oranjewoud & HKV (2011) [Gebiedsgerichte Pilot Meerlaagsveiligheid Dijkkring 36 \(Noordoost Brabant\)](#).
- Oranjewoud & HKV (2011). Syntheserapport gebiedspilots meerlaagsveiligheid. In opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst Projectnr. 0243629.00.
- Provincie Gelderland en Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010), Verkenning waterveiligheid Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaarden (dijkkring 43) – Rapportage van een gebiedspilot, gericht op de toepasbaarheid van meerlaagsveiligheid.
- Rijcken, T. (2012) Tien jaar meerlaagsveiligheid; een essay
- Roosjen, R., Zethof, M. (2013). Kosten Kentallen van Meerlaagsveiligheid maatregelen, laag 2 en 3. Deltares rapport 1206948-000, Delft.
- STOWA (2011). Basisvisie afwegingsmethodiek voor meerlaagsveiligheid fase 1, ISBN 978.90.5773.531.8.
- STOWA (2012). Toepassing basisvisie afwegingskader meerlaagsveiligheid; een methode om mee te werken in de praktijk, ISBN 978.90.5773.554.7
- Klijn, F. & Maarse, M., 2015. [Wat te doen tegen de toename van overstromingsrisico's in de toekomst? Handlingsperspectieven voor beleid en beheer afgeleid uit het onderzoek naar toekomstbestendige overstromingsrisicobeheersing van kennis voor klimaat](#). STOWA, Amersfoort.
- Van Herk, S., E. Kelder, J. Bax, E. van Son, H. Waals, C. Zevenbergen, K. Stone, B. Gersonius (2011) Gebiedspilot meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht: Concept –tussenrapportage ter inspiratie en ter overleg met Project Groep MARE.
- Van Buuren, M.W., Ellen, G.J, Van Popering – Verkerk, J en van Leeuwen C. (2015) [Die het water deert die het water keert. Overstromingsrisicobeheer als maatschappelijke gebiedsopgave. Opbrengsten en lessen uit de pilots meerlaagsveiligheid](#). Erasmus Universiteit Rotterdam & Deltares, September 2015
- Van Buuren, M.W., en Ellen, G.J. (2013) [Multilevel governance voor meerlaagsveiligheid Met maatwerk meters maken](#), Rotterdam
- Waternet, Gemeente Amsterdam, DHV, De Urbanisten, Deltares (2012). De waterbestendige stad, meerlaagsveiligheidsbenadering toegepast op de regio Amsterdam. In samenwerking met Ministerie van I&M, Rijkswaterstaat Waterdienst, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Provincie Noord-Holland, Rijkswaterstaat Noord-Holland en de STOWA.
- Zethof, M., Kolen, B., Bouwer, L. , Janssen, M. (2013). Meerlaagsveiligheid dijkkring 41 - Deltaprogramma Rivieren. HKV lijn in water en Deltares, in opdracht van DPV en DPNH.
- Zethof, M., Kolen, B., Bouwer, L.M. (2014). Meerlaagsveiligheid: integratie van water en ruimte. Land en Water, No. 3, 34-36.
- Zethof, M. en Kolen, B., 2015. Kansen voor MLV. [Verkenning voor 5 normtrajecten waar de eis aan de kering wordt bepaald door basisveiligheid door enkele dominante buurten](#). STOWA, 2015

Websites:

[MARE](#)

[Urban Flood Management Dordrecht](#)

Belangrijke beleidsstukken ihkv MLV:

[Nationaal Waterplan](#)

[Deltabeslissingen/ Deltaplan Waterveiligheid](#)

[Deze Deltafact is opgesteld door Deltares, 9 maart 2013 en geactualiseerd in mei 2016.](#)

Auteurs: Auteurs: H. van der Most, L.M. Bouwer, N. Asselman, R. Hoogendoorn, G.J. Ellen, F. Schasfoort, D. Wagenaar.

De Deltafact is mede gebaseerd op externe interviews met: Rob Koeze (Waternet).