

Technische uitgangspunten en methode LIWO afgeleide kaarten



Technische uitgangspunten en methode LIWO afgeleide kaarten

Auteur(s)

Stephan Rikkert

David Stouten

Edwin Snippen

Bart Thonus

Technische uitgangspunten en methode LIWO afgeleide kaarten

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Contactpersoon	Femke Davids
Referenties	-
Trefwoorden	Overstroming, waterdieptekaart, overstromingskaart, overstromingsrisico, overstromingskans

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	21-11-2025
Projectnummer	11211536-000
Document ID	11211536-000-ZWS-0003
Pagina's	36
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)

	David Stouten Stephan Rikkert Edwin Snippen Bart Thonus	

Samenvatting

Het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO) heeft als doel om cruciale informatie over overstromingen en evacuaties toegankelijk te maken voor professionele gebruikers. Het LIWO biedt kaartlagen speciaal ontwikkeld voor professionals die zich bezighouden met wateroverlast en overstromingen in Nederland.

Dit rapport heeft tot doel de technische uitgangspunten en methoden toe te lichten die worden gebruikt bij het ontwikkelen van specifieke kaarten binnen het LIWO.

De basis voor de producten van het LIWO zijn overstromingsscenario's die door beheerders, zoals waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat, landelijk worden gedeeld via de Landelijke Databank Overstromingsinformatie. Deze scenario's worden geëxporteerd en vervolgens verwerkt met verschillende bewerkingsstappen om de uiteindelijke LIWO-producten te genereren. Deze producten bestaan uit:

- Samengestelde waterdieptekaarten
- Plaatsgebonden overstromingskansenkaarten
- Droge verdiepingenkaarten
- Lokaal Individueel Risicokaart (LIR)
- Economische Schade Risicokaart (ESR)
- Lokaal Schade Gevaarkaart (LSG)

Deze producten en de totstandkoming daarvan zijn in dit rapport toegelicht. De producten worden aangeboden via de LIWO website (<https://basisinformatie-overstromingen.nl>), waar ook de overstromingsscenario's beschikbaar worden gesteld.

Er is uiterste zorg besteed aan het zo volledig, correct, actueel en toegankelijk mogelijk aanbieden van de informatie binnen LIWO. Bij het samenstellen van deze rapportage is er dan ook naar gestreefd een zo compleet mogelijk beeld weer te geven.

Dit rapport biedt gebruikers van LIWO voldoende context om, zonder inzicht in de onderliggende code, te bepalen of de aangeboden informatie geschikt is voor eigen toepassingen. Het gebruik van de data uit LIWO geschiedt echter volledig op eigen verantwoordelijkheid van de gebruiker. De opstellers van dit rapport kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele gevolgen van het gebruik van de verstrekte informatie.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
1.1	Wat is LIWO?	7
1.2	Overzicht LIWO	7
1.2.1	Landelijke Databank Overstromingsinformatie	8
1.2.2	Scenariomanager	8
2	LIWO kaartinformatie	9
2.1	Overzicht proces Kaartgenerator en LIWO producten	9
2.1.1	Samengestelde waterdieptekaarten	9
2.1.2	Overstromingskansen waterkeringen	10
2.1.3	Overstromingsrisico primaire waterkeringen	10
2.1.4	Droge verdiepingen	10
2.2	Overstromingsscenario's	11
2.3	Afgeleide kaarten	11
2.3.1	Samengestelde waterdieptekaarten	11
2.3.2	Nabewerking voor Overstroomik	13
2.3.3	Plaatsgebonden overstromingskans	14
2.3.3.1	Type A overstromingen	15
2.3.3.2	Type B overstromingen	16
2.3.3.3	Type C overstromingen	19
2.3.3.4	Type D overstromingen	19
2.3.4	Droge verdiepingen kaart	19
2.3.5	Lokaal Individueel Risico (LIR)	20
2.3.6	Economisch Schaderisico (ESR)	23
2.4	Projectmatig vastgestelde kaarten	24
2.4.1	Lokaal Schadegevaar (LSG)	24
2.4.1.1	Type B	25
2.4.1.2	Type A en D	26
2.4.1.3	Type C	26
2.4.2	Evacuatie	26
	Referenties	28
A	Korte beschrijvingen per kaart voor LIWO website	29
A.1	Samengestelde waterdieptekaarten	29
A.1.1	Maximale overstromingsdiepte Nederland	29
A.1.2	A. Inundatie buitendijkse gebieden	30
A.1.3	B. Doorbraak primaire waterkeringen	30
A.1.3.1.	Nederland	30
A.1.3.2.	Kust	31
A.1.3.3.	Rivierengebied	31
A.1.3.4.	Overgangsgebied	32
A.1.4	C. Doorbraak niet-primaire waterkeringen	33
A.1.5	D. Inundatie vanuit regionaal watersysteem	33

A.2	Overstromingskansen waterkeringen	34
A.2.1	Overstromingskansen actueel	34
A.2.2	Overstromingskansen norm (2050)	34
A.2.3	Overstromingskansen (2100)	35
A.3	Overstromingsscenario's met effectkaarten	35
A.4	Overstromingsrisico primaire waterkeringen	35
A.4.1	Overstromingsrisico actueel	35
A.4.2	Overstromingsrisico norm (2050)	35

1 Inleiding

1.1 Wat is LIWO?

Het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO) heeft als doel om informatie over overstromingen en evacuaties voor (professionele) gebruikers te ontsluiten. LIWO bevat kaartlagen voor professionals die zich bezig houden met (de voorbereiding op) wateroverlast en overstromingen in Nederland. Het gaat hierbij voornamelijk om crisisbeheersing, maar de informatie is ook bruikbaar voor ruimtelijke adaptatie. Daarnaast worden kaarten vanuit het LIWO beschikbaar gesteld aan andere systemen voor het verhogen van het waterbewustzijn en de versterking van zelfredzaamheid.

Het doel van dit rapport is het toelichten van de technische uitgangspunten en de methodes die gebruikt zijn bij het afleiden van specifieke kaarten in LIWO. Dit rapport is dan ook voornamelijk bedoeld ter documentatie.

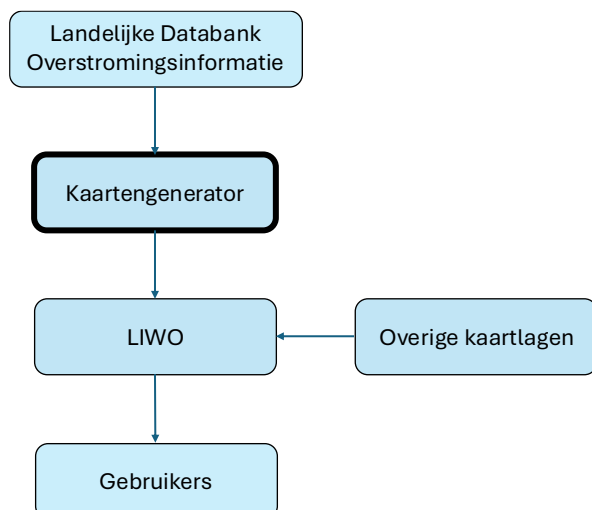
Er is uiterste zorg besteed aan het zo volledig, correct, actueel en toegankelijk mogelijk aanbieden van de informatie binnen LIWO. Bij het samenstellen van deze rapportage is er dan ook naar gestreefd een zo compleet mogelijk beeld weer te geven.

Dit rapport biedt gebruikers van LIWO voldoende context om, zonder inzicht in de onderliggende code, te bepalen of de aangeboden informatie geschikt is voor eigen toepassingen. Het gebruik van de data uit LIWO geschiedt echter volledig op eigen verantwoordelijkheid van de gebruiker. De opstellers van dit rapport kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele gevolgen van het gebruik van de verstrekte informatie.

1.2 Overzicht LIWO

Figuur 1-1 geeft een vereenvoudigd overzicht van de componenten waaruit LIWO bestaat. Gebruikmakend van de overstromingsscenario's die door beheerders aan de Landelijke Databank Overstromingsinformatie (LDO) zijn toegevoegd, worden deze scenario's omgezet in verschillende kaartproducten via de "Kaartengenerator". Deze kaartgenerator bevat verschillende verwerkingsstappen (vooral Python-scripts). Dit rapport focust voornamelijk op de kaarten die door middel van de kaartgenerator worden geproduceerd en de onderliggende methodes. "Overige kaartlagen" betreft kaartlagen die in andere projecten zijn afgeleid. Deze worden in dit rapport niet verder toegelicht.

De kaarten worden aangeboden via de LIWO website: <https://basisinformatie-overstromingen.nl/#/maps>. De samengestelde maximale waterdieptekaart ligt ten grondslag aan de maximale waterdieptekaart die wordt gebruikt door de website <https://overstroomik.nl/>. Hier kunnen gebruikers (met name gericht op burgers) de maximale waterdiepte op een specifieke locatie vinden, zien hoe ze zich kunnen voorbereiden op eventueel hoogwater en wat te doen in het geval van een overstroming. De nabewerkingsstap die voor Overstroomik nodig is, wordt ook in dit rapport toegelicht.



Figuur 1-1. Vereenvoudigd overzicht van componenten in LIWO waaruit LIWO bestaat.

1.2.1 Landelijke Databank Overstromingsinformatie

De Landelijke Databank Overstromingsinformatie (LDO) verzamelt overstromingsscenario's van de verschillende beheerders (waterschappen, provincies, Rijkswaterstaat), waar deze, na een kwaliteitscontrole door Deltares, ook worden aangeboden voor landelijk gebruik. Beheerders zijn verantwoordelijk voor het aanleveren van correcte en volledige informatie van overstromingen in hun beheergebied. Voor de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR) worden iedere 6 jaar nieuwe overstromingsgevaarkaarten geproduceerd. Dit is steeds weer een aandrijvende kracht voor het actualiseren en eventueel uitbreiden van de set overstromingsscenario's. Op basis van de overstromingsinformatie in het LDO, bestaande uit overstromingsscenario's voor verschillende overstromingstypen, en met verschillende kansen van optreden, worden door LIWO aanvullende kaartproducten afgeleid.

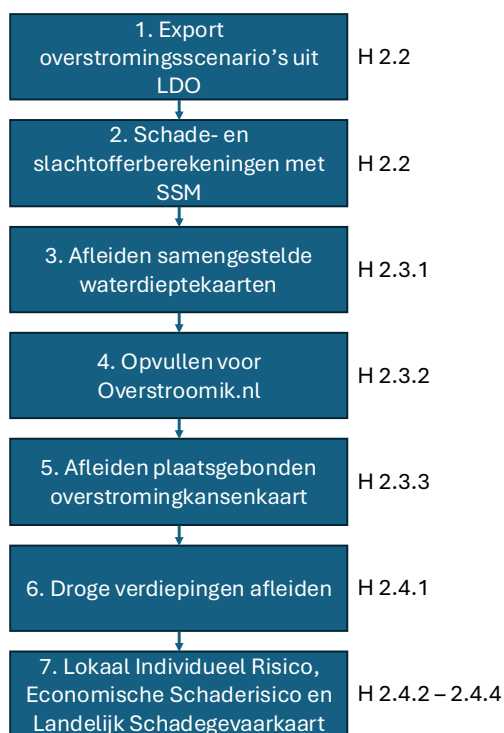
1.2.2 Scenariomanager

De scenariomanager is een essentieel onderdeel van de kaartengenerator in de LIWO structuur. Deze scenariomanager bevat, zoals de naam al suggereert, alle relevante informatie van de overstromingsscenario's die vanuit het LDO landelijk beschikbaar zijn gesteld. Deze informatie is gebaseerd op de metadata van deze scenario's, maar bevat daarnaast ook aanvullende informatie, bijvoorbeeld faalkansen van keringen. De informatie wordt op verschillende manieren gebruikt. Het bijhouden van de scenariomanager verloopt handmatig en is daarom een foutgevoelig proces. Dit wordt daarom bijgehouden met versiebeheer. Eén van de doelen van dit rapport is dan ook om deze scenariomanager in detail te beschrijven. Dit helpt bij het eventueel aanpassen en verbeteren van de scenariomanager. Daarnaast zorgt een betere documentatie van de scenariomanager voor een soepelere overdracht van LIWO werkzaamheden naar toekomstige bijdragers aan LIWO.

2 LIWO kaartinformatie

2.1 Overzicht proces Kaartgenerator en LIWO producten

Deze paragraaf schetst een overzicht van de stappen die in de LIWO Kaartengenerator worden uitgevoerd (zie ook Figuur 2-1). Allereerst worden landelijk aangeboden overstromingsscenario's uit het LDO geëxporteerd. Voor elk van deze scenario's wordt vervolgens een schade en slachtofferberekening gemaakt met de Schade- en Slachtoffer Module (SSM). De scenario's en bijbehorende gevolgberoekeeningen zijn invoer voor verschillende LIWO producten, die in paragraaf 2.1.1 tot en met paragraaf 2.1.4 kort worden geïntroduceerd. Verdere toelichting en technische informatie om deze kaarten af te leiden volgt in de rest van dit hoofdstuk.



Figuur 2-1. Overzicht van de stappen in de kaartgenerator en in welke paragrafen de stappen beschreven worden.

2.1.1 Samengestelde waterdieptekaarten

Omschrijving: Deze kaarten geven de waterdieptes bij overstromingen op elke locatie in NL in cm t.o.v. maaiveld in het overstromingsmodel.

Uitleg

Deze kaarten zijn samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en tonen waar overstromingen in een bepaald kansbereik kunnen voorkomen. De kaarten geven mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden. Voor elk type overstroming zijn er samengestelde waterdieptekaarten met verschillende kansklassen. Deze kansklassen variëren van 'extreem kleine kans' tot 'grote kans'. Deze klassen houden in dat de overstromingsscenario's die op die kaart staan een kans van optreden hebben gelijk aan of groter dan de kansklasse.

Daarnaast is er voor elke kansklasse een kaart waar alle type overstromingen zijn gecombineerd om zo tot een samengestelde kaart te komen. Dit is de kaart 'maximale overstromingsdiepte Nederland'. Deze gevolgkaarten veranderen niet voor de toekomst.

2.1.2 Overstromingskansen waterkeringen

Omschrijving: Deze kaarten geven de kansen op overstromingen weer op elke locatie in NL voor zowel de huidige situatie, als 2050 en 2100.

Uitleg

Deze kaarten zijn samengesteld o.b.v. de individuele overstromingsscenario's uit het LDO en tonen de plaatsgebonden kansen op vier verschillende overstromingsdieptes, variërend van >0 cm tot >200 cm overstroming. Dit is verdeeld in vijf verschillende kansklassen, wederom van 'extreem kleine kans' tot 'grote kans'. Voor de huidige situatie zijn de kaarten afgeleid onder aanname van de actuele faalkansen¹. Voor 2050 en 2100 met de veiligheidsnormen die gelden voor 2050. Deze faalkansen zijn ook als kaart lagen weergegeven.

2.1.3 Overstromingsrisico primaire waterkeringen

Omschrijving: Deze kaarten geven de risico's ten gevolge van overstromingen bij doorbraken van primaire keringen weer op elke locatie in NL. Dit gebeurt voor zowel de huidige situatie als 2050.

Uitleg

Deze kaarten zijn samengesteld als combinatie van de hier bovengenoemde overstromingen- en overstromingskanskaarten. Het slachtofferrisico wordt getoond door het Lokaal Individueel Risico (LIR), die de overlijdenskans per jaar voor elke locatie in NL weergeeft. Het schaderisico wordt getoond door het Economisch Schade Risico (ESR), die het schaderisico per hectare weergeeft voor elke locatie in NL. Voor de huidige en toekomstige situatie wordt dezelfde set overstromingsscenario's gebruikt. Hierin wordt geen rekening gehouden met mogelijke economische groei en bevolkingsgroei. De kansen op deze scenario's veranderen wel.

2.1.4 Droge verdiepingen

Omschrijving: Deze kaarten geven de beschikbaarheid van droge verdiepingen per gebouw of per buurt weer.

Uitleg

Deze kaarten zijn samengesteld met de samengestelde waterdieptekaart van alle overstromingen. Voor de gebouwen is uitgegaan van informatie uit de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG). Voor bestaande bebouwing is berekend of een gebouw tenminste 1 droge verdieping heeft. Uitgegaan is van informatie uit de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG). Voor alle gebouwen is aangenomen dat een verdieping 2,65 meter hoog is. Er zijn per kaart vijf verschillende kansklassen, deze zijn gelijk aan de kansklassen van de maximale waterdieptekaarten.

¹ Dit betreft een inschatting die in het Deltaprogramma is gemaakt van de Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) situatie na uitgevoerde versterkingsprojecten en rivierverruimende maatregelen. Indien van toepassing is dit ook nog aangescherpt met een beheerdersoordeel.

2.2 Overstromingsscenario's

Ten grondslag aan LIWO ligt een uitgebreide set met overstromingsscenario's. Deze set bestaat uit scenario's die in het kader van verschillende projecten door de jaren heen zijn afgeleid en aangeleverd, denk aan bijvoorbeeld Veiligheid Nederland in Kaart, rapportages die vanuit de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR) nodig zijn en studies die door de provincies zijn uitgevoerd ten behoeve van de normering van regionale waterkeringen. Naar aanleiding van verschillende projecten en initiatieven zijn er veel nieuwe scenario's bijgekomen ter aanvulling of uitbreiding van de bestaande set, of ter correctie of vervanging van (verouderde) scenario's.

Vanuit de ROR moeten er iedere 6 jaar overstromingsgevaar- en risicokaarten aan de Europese Commissie worden gerapporteerd. Iedere ROR-cyclus heeft op die manier een aanjagend effect op verbetering, uitbreiding en uniformering van de bestaande set scenario's. Voor het maken van simulaties is een Leidraad voor het maken van overstromingssimulaties (De Bruijn en Slager, 2018) opgesteld, die in 2024 is bijgewerkt voor nieuwe inzichten en ontwikkelingen binnen de 3^e cyclus van de ROR (Rikkert en Slager, 2024). Deze leidraad ondersteunt modelleers bij het simuleren van overstromingen en draagt bij aan meer uniforme resultaten.

Overstromingssimulaties kunnen door bronhouders worden geüpload en eventueel landelijk beschikbaar worden gesteld via de Landelijke Databank Overstromingsinformatie (LDO, te vinden via <https://www.overstromingsinformatie.nl/>). Het LDO vervangt sinds 1 januari 2024 het eerdere Lizard Flooding. Scenario's die via Lizard Flooding beschikbaar waren, zijn gemigreerd naar het LDO.

Net als in de ROR wordt er in LIWO onderscheid gemaakt in de volgende 4 typen overstromingen:

- A. Overstromingen in buitendijkse gebieden
- B. Overstromingen door een doorbraak van een primaire waterkering
- C. Overstromingen door een doorbraak van een niet-primaire waterkering
- D. Overstromingen vanuit het regionale watersysteem

Bij elk scenario is minimaal een waterdieptekaart beschikbaar, met de maximale waterdiepte gedurende een overstroming. Met behulp van de Schade- en Slachtoffer Module (SSM2023) wordt voor elk scenario de potentiële schade, het aantal getroffen en slachtoffers bepaald. De scenario's voor dijkdoorbraken van primaire waterkeringen zijn (meestal) voorzien van informatie over: stroomsnelheid, stijgsnelheid en aankomsttijden.

2.3 Afgeleide kaarten

Binnen het LIWO project worden verschillende kaarten afgeleid. Deze afgeleide kaarten worden in deze paragraaf verder toegelicht. Daarnaast is er per kaart ook een korte beschrijving gegeven in circa 100-200 woorden, deze zijn opgenomen in Bijlage A.

2.3.1 Samengestelde waterdieptekaarten

De samengestelde waterdieptekaarten zijn afgeleid voor verschillende kansen. Deze kaarten zijn zowel afgeleid per verschillend type overstroming als voor alle typen gecombineerd (maximale overstromingsdiepte Nederland). Gebruikte kansklassen zijn: grote kans ($> 1/30$ per jaar), middelgrote kans ($1/30 - 1/300$ per jaar), kleine kans ($1/300 - 1/3.000$ per jaar), zeer kleine kans ($1/3.000 - 1/30.000$ per jaar) en extreem kleine kans ($< 1/30.000$ per jaar).

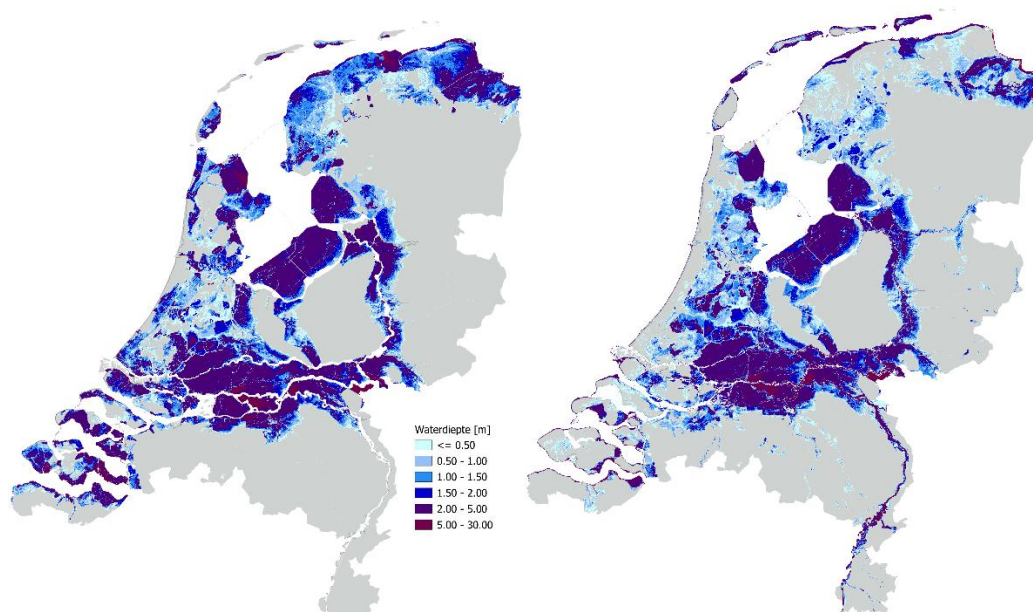
Voor Type A en D overstromingen, zijn simulaties doorgaans uitgevoerd met overschrijdingsfrequenties van de waterstand van 1/10, 1/100 en 1/1000 per jaar. Deze overstromingen komen dus op respectievelijk de grote, middelgrote en kleine kanskaart. Voor type B en type C overstromingen is niet alleen de overschrijdingsfrequentie van de buitenwaterstand van belang, maar ook de faalkans van de primaire of regionale waterkering. Meer informatie over deze faalkansen is te vinden in paragraaf 2.3.3.

Tabel 2-1 geeft een overzicht van de aantallen scenario's per type overstroming en per kansklasse die gebruikt zijn bij het maken van kaartproducten. Belangrijk om hierbij te benoemen is dat voor elke kaart met een kleinere kans alle scenario's op kaarten met een grotere kans ook meegenomen worden, wat resulteert in de aantallen in Tabel 2-1. Er is ook een groot aantal type C overstromingen (ongeveer 1000) die niet worden gebruikt in de landelijke kaarten, maar wel te vinden zijn als losse scenario's, via de LIWO website.

Tabel 2-1. Overzicht aantal kaarten in LIWO (versie 2025.1.2). Voor de grote kanskaart voor type B en C overstromingen geldt dat wordt geacht dat faalkansen kleiner zijn, waardoor er voor deze kanskaart geen overstromingen zijn. Voor de klassen Zeer kleine kans voor type C en Extreem kleine kans voor type C en D zijn geen scenario's beschikbaar, waardoor hiervoor geen kaarten zijn afgeleid.

Kaart	A	B	C	D	Totaal
1: Grote kans	9	NVT	NVT	36	45
2: Middelgrote kans	16	21	962	81	1080
3: Kleine kans	24	295	1839	108	2266
4: Zeer kleine kans	32	699	1840	NVT	2571
5: Extreem kleine kans	266	1878	NVT	NVT	2144
Totaal	266	1878	1840	108	4092

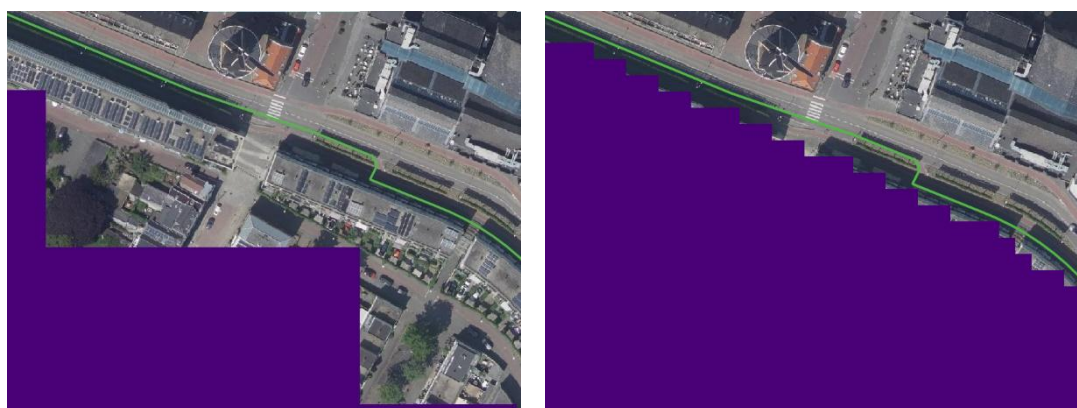
Voor type B wordt naast een landelijke kaart ook nog onderscheid gemaakt in kust (stormgedreven), rivierengebied (afvoergedreven) en overgangsgebied (zowel storm- als afvoergedreven) en worden de kaarten ook apart weergegeven voor verschillende soorten doorbraken in de primaire keringen (kust/ overgangsgebied/ rivier). Voorbeelden van deze kaarten zijn weergegeven in Figuur 2-2.



Figuur 2-2: Maximale waterdiepte kaart voor Type B overstromingen met een extreem kleine kans (links) en maximale waterdiepte kaart voor alle typen overstromingen met een kleine kans (rechts)

2.3.2 Nabewerking voor Overstroomik

Op de website Overstroomik.nl kan een gebruiker voor ieder specifiek adres in Nederland zien of en in welke mate deze kan overstromen. Hiervoor wordt in de basis de maximale overstromingsdieptekaart voor Nederland gebruikt, zoals te zien links in Figuur 2-2. Echter, dit kan voor sommige locaties, met name nabij primaire waterkeringen, onverwachte waarden geven. Dit heeft te maken met de resolutie van de gebruikte scenario's. Enkele scenario's zijn op 100m resolutie uitgerekend, een celgrootte die vele malen groter is dan een huis en zelfs over dijkeringen heen kan vallen. Daardoor zien gebruikers aan de droge kant van de dijkkring toch de melding dat ze mogelijk overstromen. Andersom kan het gevolg zijn dat een overstroombaar gebied niet lijkt te overstromen nabij de teen van de dijk. Dit kan ertoe leiden dat gebruikers van Overstroomik.nl de melding krijgen van waterstanden die bijvoorbeeld horen bij locaties aan de andere kant van de dijk, of juist onterecht als niet overstroombaar worden aangemerkt (zie een voorbeeld links in Figuur 2-3).

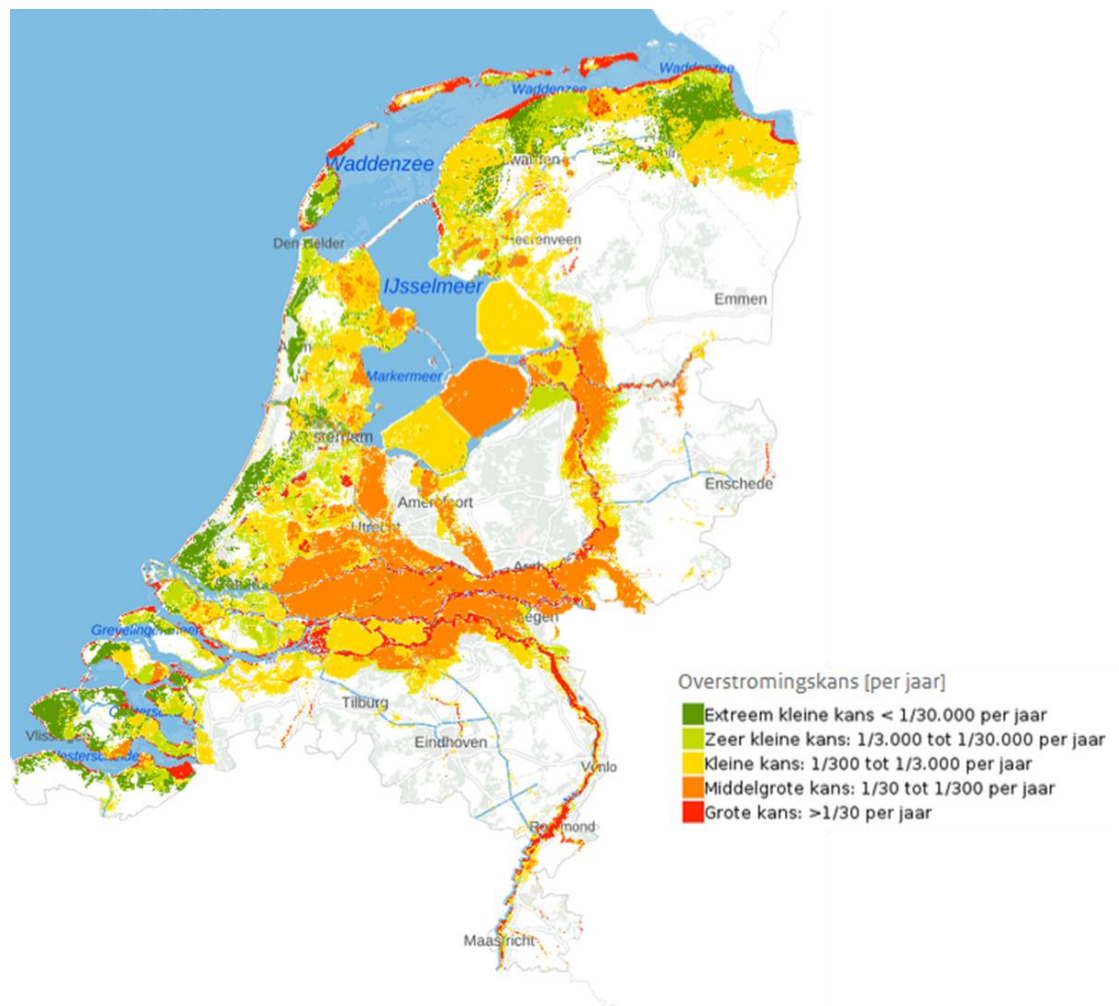


Figuur 2-3. Voorbeeld van opvullen waterdieptekaart ten behoeve van Overstroomik.nl. De kaart laat een deel van de Noordendijk in Dordrecht zien. In blauw het overstroombare gebied, met links de maximale waterdieptekaart voor Nederland, en rechts de kaart nadat deze is opgevuld tot het dijktraject. Het dijktraject is de groene lijn.

Om dit verschijnsel tegen te gaan, is gekozen voor een correctie op de maximale waterdiepte kaart. Hierin worden de dijktrajecten uitgesneden en opgevuld en omgezet naar rasters met een hogere resolutie. De gebruikte waarde voor de opvulling is de mediaan van de omliggende, lagere resolutie, cellen (voorbeeld rechts in Figuur 2-3). Dit proces is uitgevoerd voor gebieden waar alleen simulaties met grovere resoluties dan 5x5m beschikbaar zijn, namelijk 10x10m, 25x25m of 100x100m. Het opgevulde gebied heeft een resolutie van 5x5m. De gekozen oplossing met bijbehorend product is alleen bedoeld voor een visueel bruikbaar Overstroomik.nl, niet om te gebruiken in analyses.

2.3.3 Plaatsgebonden overstromingskans

De plaatsgebonden overstromingskans kaart toont de verwachte overstromingskans op een specifieke locatie waarbij een bepaalde waterdiepte wordt overschreden, voor zowel de huidige situatie, de situatie in 2050 en in 2100. De waterdieptes waarvoor deze kaarten worden afgeleid zijn 0 cm, 20 cm, 50 cm en 200 cm. Dit is een kaart waarbij alle typen overstromingen zijn beschouwd. De plaatsgebonden kans op overstroom wordt berekend door op rastercelniveau de scenario's te vinden die leiden tot waterdieptes groter dan deze vooraf vastgestelde drempelwaarden van 0, 20, 50 en 200cm, en voor die scenario's de kansen op de specifieke scenario's te sommeren. Ter illustratie is in Figuur 2-4 de plaatsgebonden kanskaart voor overstromingen dieper dan 50cm getoond voor de huidige situatie.



Figuur 2-4. Plaatsgebonden overstromingskans op een waterdiepte van >50 cm in de huidige situatie.

Hoe de kans op een scenario is afgeleid, verschilt per overstromingsscenario en is afhankelijk van het type overstroming, de beschikbare simulaties met verschillende herhalingstijden, en indien het gaat om overstromingen als gevolg van een dijkdoorbraak, de faalkans van de kering.

2.3.3.1 Type A overstromingen

De methode om de plaatsgebonden kans te bepalen voor onbeschermd gebied langs het primaire watersysteem is relatief eenvoudig omdat hier geen rekening gehouden hoeft te worden met de faalkansen van keringen.

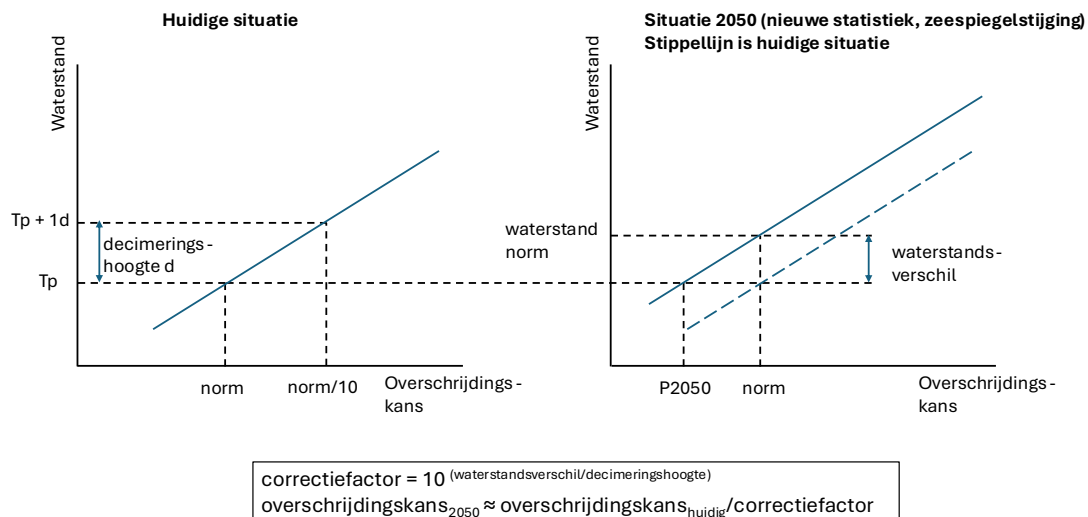
De kansen zijn gebaseerd op de overschrijdingskans van de waterstand. Als er 1 scenario is, dan is de kans van het scenario gelijk aan de overschrijdingskans van de waterstand. Als er meerdere scenario's zijn, moet de kans op een scenario worden gecorrigeerd met de kans op een extremer scenario. Stel er zijn 2 scenario's met T100 en T1000. Dan is de kans op T100: $1/100 - 1/1.000 = 9/1.000$. De kans op het T1.000 scenario is $1/1.000$. Samen tellen de kansen in dit voorbeeld dus op tot $1/100$.

Dit is hoe het is gedaan voor de huidige situatie. Overstromingskansen in de toekomst (2050 en 2100) zullen anders zijn, omdat de overschrijdingskans gegeven een waterstand toeneemt als gevolg van klimaatverandering. Dit zal locatie-specifiek zijn, dat wil zeggen: op de ene locatie kan de toename groter zijn dan op de andere locatie.

Voor alle primaire breslocaties en voor een set van (arbitrair) gekozen locaties van buitendijkse gebieden is een decimeringshoogte afgeleid met behulp van Hydra-NL. In Hydra-NL zijn de locaties gekozen die het dichtst bij de bressen en gekozen buitendijkse locaties zijn gelegen. De decimeringshoogte is uitgerekend voor de huidige situatie door de waterstand bij de norm(frequentie) en de norm(frequentie) gedeeld door 10 af te leiden. Dit wordt ook wel de decimeringshoogte genoemd. De decimeringshoogte is het hoogteverschil in waterstand waarbij de overschrijdingskans een factor 10 kleiner is. Als een toetspeil een herhalingstijd heeft van 10.000 jaar, dan heeft het toetspeil + 1 decimeringshoogte dus een herhalingstijd van 100.000 jaar.

Vervolgens zijn met Hydra-NL voor dezelfde locaties met aangepaste statistiek en zeespiegelstijging (situatie 2050 en 2100) opnieuw waterstanden bij de norm(frequentie) uitgerekend. Deze zijn dan hoger geworden. Het waterstandsverschil tussen de Hydra-NL berekening voor de huidige en toekomstige situatie bij dezelfde norm(frequentie) voor een locatie is vervolgens gedeeld door de decimeringshoogte van diezelfde locatie. Wanneer dat getal tot een 10 macht wordt verheven krijg je een correctiefactor. Hierbij is de aanname dat de decimeringshoogte in de toekomst niet anders wordt. De nieuwe (geschatte)overschrijdingskans in 2050 of 2100 kan dan bepaald worden door de overschrijdingskans van de huidige situatie te delen door de berekende correctiefactor². Een schematische weergave hiervan is te zien in Figuur 2-5.

² Er is een efficiëntere manier om de overschrijdingskans van toetspeil in 2050 en 2100 rechtstreeks in Hydra-NL uit te rekenen. De beschreven methode hier is de methode zoals die nu is toegepast in LIWO.



Figuur 2-5. Schematische weergave van hoe de correctiefactor voor de overschrijdingskans van de waterstand is afgeleid.

Voor de IJsselmeerscenario's zijn de kansen in 2050 niet aangepast, maar in 2100 wel. Hierbij is ervan uitgegaan dat het meerpeil en de bijbehorende waterstandsstatistiek tot 2050 gehandhaafd blijft. Voor 2100 is een nieuwe waarde bepaald op de manier zoals in deze paragraaf hierboven beschreven staat, gebruikmakend van de klimaatscenario's in Hydra-NL beschikbaar zijn.

2.3.3.2 Type B overstromingen

Voor het bepalen van de kans op een type B overstroming zijn zowel de overschrijdingskansen van de waterstand van scenario's voor de dijkdoorbraaklocatie, als de faalkans van het trajectdeel van belang. Per trajectdeel is er 1 breslocatie met een specifieke faalkans beschikbaar. De breslocaties binnen een traject zijn zo gekozen dat zij tot een onderscheidend overstromingsbeeld leiden. Zo is voorkomen dat er onnodig veel overstromingssimulaties gebruikt worden. Wel zijn er per breslocatie sommen gemaakt bij verschillende herhalingstijden. Hierbij is doorgaans uitgegaan van de overschrijdingskansen van de maatgevende waterstand (of toetspeil), 1 decimeringshoogte lager, en 1 en soms 2 decimeringshoogtes hoger.

De in LIWO gebruikte faalkansen voor primaire waterkeringen in de huidige situatie zijn grotendeels gebaseerd op informatie uit het onderzoeksprogramma Veiligheid Nederland in Kaart (VKN), gecorrigeerd voor destijds lopende versterkingsprojecten HWBP2, Ruimte voor de Rivier en Maaswerken, en door enkele waterschappen geactualiseerd op basis van hun (LBO1) beoordelingsresultaat of beheerdersoordeel. Rijkswaterstaat is bronhouder van deze kansinformatie. Voor de faalkansen in 2050 is ervan uitgegaan dat alle keringen aan de ondergrenskansen van de veiligheidsnorm voldoen. Deze ondergrens is per traject op basis van de lengte van het traject ten opzichte van het dijktraject verdeeld over de breslocaties. Voor 2100 zijn dezelfde kansen als in 2050 gehanteerd. Er wordt daarbij vanuit gegaan dat de keringen in 2100 nog steeds aan de normen voldoen, en dat beheerders hun keringen op orde houden. Aangenomen wordt dus dat de faalkansen van de primaire keringen in de toekomst niet meer veranderen vanaf 2050, en uitgaande dat zij vanaf 2050 aan de veiligheidsnorm voldoen. Ook voor type B overstromingen zijn voor 2050 en 2100 de overschrijdingsfrequenties van de waterstanden aangepast op basis van de verwachte effecten van klimaatverandering (zeespiegelstijging en veranderde afvoerstatistiek).

Hierbij is dezelfde aanpak gevolgd als bij buitendijkse overstromingen (type A) met het bepalen van de decimeringshoogte (huidige situatie in combinatie met Hydra-NL berekende nieuwe waterstand met aangepast statistiek en zeespiegelstijging).

Er zijn dus scenario's met verschillende herhalingstijden van de buitenwaterstand beschikbaar voor een breslocatie. Vervolgens wordt de faalkans van de kering behorend bij een breslocatie verdeeld over het aantal beschikbare scenario's, op basis van de overschrijdingskans van de waterstand. Hiertoe wordt een zogenoemde conditionele kansfactor gebruikt gedefinieerd als de kans op een scenario gegeven het falen van de kering: $P(\text{scenario} | \text{falen kering})$. Dit kan gezien worden als de weging van het scenario. Daarbij wordt in LIWO ook onzekerheid meegenomen. Om te begrijpen hoe dat is geïmplementeerd, wordt eerst toegelicht hoe de conditionele kansfactor wordt afgeleid zonder rekening te houden met onzekerheid.

Zonder onzekerheid in de faalkans van de kering

De afleiding van conditionele kansfactor op een overstromingsscenario, gegeven de faalkans van de kering zonder onzekerheid gaat op de volgende manier. Als de overschrijdingskans van de waterstand groter is dan de faalkans van de kering, wordt de conditionele kansfactor 0 (in feite kan dit overstromingsscenario niet optreden omdat de kering voldoende sterkte heeft). Voor de overstromingsscenario's waar dit niet het geval is worden de conditionele kansen, op basis van het aantal scenario's, verdeeld zoals weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2. Verdeling van weging scenario's voor conditionele kans (kans op een overstromingsscenario, gegeven de faalkans van de kering).

Resterend aantal scenario's	Weging (van scenario met grootste overschrijdingskans naar kleinste overschrijdingskans)
1	1
2	0,8 - 0,2
3	0,8 - 0,15 - 0,05
4	0,8 - 0,15 - 0,04 - 0,01

Meer dan 4 resterende scenario's komen in principe niet voor. De conditionele kansfactor telt altijd op tot 1. Indien er meerdere scenario's voorkomen met dezelfde herhalingstijd, dan wordt de conditionele kansfactor gelijkmatig over deze scenario's verdeeld.

Met onzekerheid in de faalkans van de kering

Wegens verschillende onzekerheden is de trajectdeel-kans een benadering van de werkelijke faalkans. Hierdoor is het mogelijk dat in de praktijk een waterkering kan falen bij een waterstand die voorkomt bij een kleinere kans (voorbeeld: faalkans kering is 1/800, overschrijdingskans waterstand is 1/100). In dat geval wordt, zonder onzekerheid, aan dit scenario een conditionele kans van 0 meegegeven. Dat wordt anders als je de onzekerheid in de faalkans meeneemt. Dit scenario krijgt dan een conditionele kans toegewezen op basis van de afstand van de faalkans tot de overschrijdingsfrequentie. Dat betekent dat er ook een weging aan dit scenario wordt toegekend, en dat het aantal scenario's toeneemt. Maar enkel het scenario dat het dichtst bij het eerst meegetelde scenario ligt, komt erbij. Als er dus ook een scenario was bij een herhalingstijd van 100 jaar, telt die niet mee. De weging wordt dan als volgt gecorrigeerd:

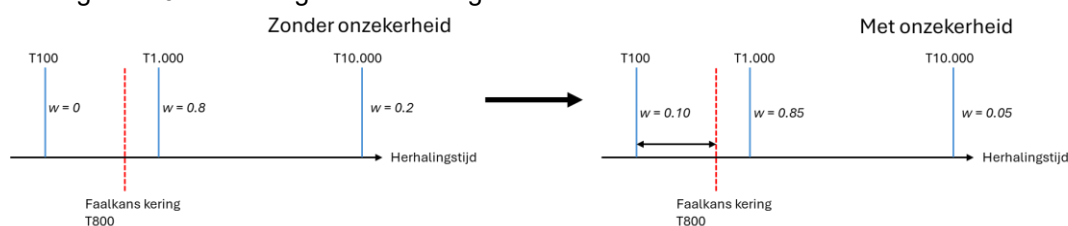
Omdat er een scenario bij komt verandert de verdeling, zoals in Tabel 2-2 gegeven. De weging van het eerste scenario dat initieel meegenomen is, wordt verdeeld over de eerste twee scenario's die meetellen.

Dit zijn: het scenario dat in dit geval extra wordt meegenomen en het 'eerste' scenario dat initieel meegenomen werd. Als er initieel twee scenario's meetelden in de situatie zonder onzekerheid (verdeling 0,8-0,2), en er komt een scenario bij, wordt de verdeling 0,8-0,15-0,05 gehanteerd, waarbij de 0,8 wordt verdeeld over het scenario dat erbij is gekomen op basis van de afstand tot de norm ($0,8 \times \frac{T_{waterstand}}{P_{faalkans}}$). Het deel dat hiervan overblijft + 0,15 is voor het tweede scenario. Dit aandeel komt uit de oorspronkelijke verdeling in Tabel 2-2.

Ter illustratie: stel dat we voor deze locatie met een faalkans van 1/800 initieel (zonder onzekerheid) 2 scenario's mee zouden nemen (T1.000 en T10.000, met een respectievelijke weging van 0,8 en 0,2), dan betekent dat dat nu ook T100 een weging gaat krijgen. De weging die gold voor het T1.000 scenario wordt nu verdeeld over beide scenario's:

Voor T100: $\frac{100}{800} \times 0,8 = 0,10$
 Voor T1.000: $0,8 - 0,1 + 0,15 = 0,85$
 Voor T10.000: 0,05

Zie Figuur 2-6 voor een grafische weergave hiervan.



Figuur 2-6: Schematisatie bepaling conditionele kansfactoren.

Scenario's achter de Hollandse IJsselkering

Voor de scenario's achter de Hollandse IJsselkering in de huidige situatie³, dus niet in 2050 en 2100, worden na het afleiden van de conditionele kansfactoren nog een aantal aanvullende stappen gedaan:

- Alle scenario's met eenzelfde trajectdeelkans worden geclusterd in kansklassen (een 1/100 per jaar valt in het bereik 1/30-1/300 per jaar, een 1/1.000 per jaar valt in het bereik 1/300-1/3.000 per jaar, een 1/10.000 per jaar valt in het bereik 1/3.000-1/30.000 per jaar en een 1/100.000 per jaar valt in het bereik 1/30.000-1/300.000 per jaar). Hierbij worden de scenario's die initieel een conditionele kansfactor gelijk aan 0 hebben gekregen uitgesloten. Deze worden niet meer beschouwd.
- Vervolgens wordt het aantal doorbraaklocaties per kansklasse geteld. Let op: dit is dus niet het aantal scenario's in de hele set.
- Daarna wordt een nieuwe trajectdeelkans (per scenario) berekend door de oorspronkelijke trajectdeelkans te delen door het aantal doorbraaklocaties in het bijbehorende kansbakje.
- Tot slot worden de oorspronkelijke conditionele factoren (uit a) vermenigvuldigd met de nieuw bepaalde trajectdeelkansen.

³ De faalkansen worden voor systeemwerking gecorrigeerd, omdat de faalkansen hier in de huidige situatie een aanzienlijke overschatting geven.

2.3.3.3 Type C overstromingen

Voor de faalkans van regionale waterkeringen wordt in principe uitgegaan van een faalkans die een factor 5 kleiner is dan de overschrijdingskans horende bij de maatgevende waterstand. Dit is in overeenstemming met de IPO-richtlijn (Fugro, 1999; STOWA, 2020), waarin een faalkansverdeling voor boezemkaden is afgeleid. Deze factor 5 is ook toegepast voor keringen langs regionale rivieren. Faalkansinschattingen van regionale keringen zijn niet beschikbaar op landelijke schaal. In principe is er per breslocatie 1 overstromingssimulatie beschikbaar (bij de maatgevende waterstand). Daarom is er geen weging afgeleid voor een conditionele kans op een overstromingsscenario, gegeven de faalkans van de kering, zoals voor Type B overstromingen is gedaan.

2.3.3.4 Type D overstromingen

Voor type D (onbeschermde regionaal) geldt hetzelfde als voor type A. De kansen zijn direct gekoppeld aan de overschrijdingskans van de waterstand in het scenario. De kansen zijn voor de huidige situatie. Voor 2050 is de kans vermenigvuldigd met een factor 1.21, wat een correctie is voor de effecten van klimaatverandering. Voor 2100 is de 2050-kans nogmaals vermenigvuldigd met een factor 1.21. Deze factor is bepaald op basis van STOWA neerslagstatistiek uit 2019 (STOWA, 2019) en expert judgement. Hierbij is 1 getalswaarde uitgekomen voor alle neerslag gebaseerde events, waaronder dus type D overstromingen.

2.3.4 Droge verdiepingen kaart

In het project Module Evacuatie Grote Overstromingen (MEGO) is een script opgesteld om per gebouw in Nederland te berekenen of er nog droge verdiepingen (vluchtplekken) zijn bij verschillende overstromingsscenario's. Deze procedure is tegenwoordig geautomatiseerd opgenomen in de LIWO functionaliteit. Dus zodra nieuwe overstromingskaarten worden ingevoerd in LIWO, wordt met deze procedure automatisch opnieuw de beschikbaarheid van droge verdiepingen per gebouw en het aantal gebouwen met droge verdiepingen per buurt bepaald. De volledige beschrijving voor de procedure om deze dataset te genereren is te vinden in Thonus en Pronk (2020). Deze kaarten worden op de LIWO website gedeeld. De dataset wordt ook getoond op de website [Overstroomik.nl](https://overstroomik.nl) (onderdeel "Droge plekken in jouw buurt").

Aantal verdiepingen

Voor het berekenen van het aantal verdiepingen voor elk gebouw in Nederland wordt de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) en het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) gebruikt. Dit kan op één van de volgende manieren:

- 1 Gebouwhoogte volgens het AHN delen door een gemiddelde verdiepingshoogte⁴;
- 2 Totale gebruiksoppervlakte van een gebouw volgens de BAG delen door de oppervlakte van het gebouw (grondvloeroppervlakte).

Omdat de gebruiksoppervlakte het gebouw zelf (muren, gevels) negeert, terwijl de grondvloeroppervlakte van het gebouw dit niet negeert is methode 2 foutgevoelig. Bovendien is de gebruiksoppervlakte niet altijd correct geregistreerd in de BAG.

Methode 1 heeft daarom de voorkeur. Hierbij wordt voor elk gebouw met behulp van het AHN bepaald wat de terreinhoogte om het gebouw is en de hoogte van het gebouw zelf. Het verschil hiertussen is de gebouwhoogte. In 95% van de gevallen is deze data beschikbaar.

⁴ Vastgesteld op 2.65m (Thonus en Pronk, 2020). Dit is een samenvoeging van een gemiddelde vloerdikte van 15cm met een gemiddelde stahoogte van 250cm (volgens bouwbesluit van voor 2003, 240cm, na 2003 bedroeg deze 260cm).

In geval van de overige 5% (denk aan gebouwen die later zijn gebouwd dan de meest recente AHN) meting valt de procedure terug op methode 2. De gebouwhoogte wordt gedeeld door de gemiddelde verdiepingshoogte en wordt naar beneden afgerond (aantal verdiepingen).

Natte en droge verdiepingen

Het aantal natte verdiepingen is vastgesteld door de maximale waterdiepte, die komt uit de samengestelde waterdiepte kaart per kansklasse, ter plaatse van het gebouw te delen door de verdiepingshoogte. Als de berekende vloerhoogte van een verdieping zelfs maar iets lager is dan de waterstand, wordt deze beschouwd als nat bestempeld en daarmee onbruikbaar voor evacuatie doeleinden. Daarom wordt het berekende aantal natte verdiepingen naar boven afgerond (aantal verdiepingen). In het resulterende uitvoerbestand (shapefile) is opgeslagen of gebouwen wel of niet één of meer droge verdiepingen hebben.

Beschikbaarheid gebouwen met droge verdiepingen per buurt

Om te bepalen of mensen kunnen vluchten naar droge verdiepingen binnen hun buurt of beter hun buurt uit kunnen vluchten, is afgeleid wat de beschikbaarheid is van gebouwen met droge verdiepingen per buurt, gebruikmakend van het CBS buurtenbestand. Vervolgens wordt bepaald hoeveel procent van de gebouwen in een buurt droge verdiepingen heeft.

2.3.5 Lokaal Individueel Risico (LIR)

Het Lokaal Individueel Risico (LIR) is de jaarlijkse kans voor een fictief persoon om te overlijden op een bepaalde plaats door een overstroming. Hierbij wordt rekening gehouden met de mogelijkheid van evacuatie. De bevolkingsdichtheid speelt geen rol bij de bepaling van het LIR. In Nederland is een LIR-eis vastgesteld op maximaal 1/100.000 per jaar (het basisbeschermingsniveau). Het LIR (op CBS-buurt niveau) is samen met een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA) en berekeningen van het groepsrisico gebruikt om de veiligheidsnormen van de primaire keringen te bepalen.

De mortaliteit bij een overstroming is gedefinieerd als de fractie dodelijke slachtoffers onder de aanwezige mensen in het overstromde gebied. Gemiddeld genomen bedraagt de mortaliteit ongeveer 1% voor kust en rivier overstromingen (met uitzondering van flash floods) (Jonkman, 2007). De mortaliteit wordt berekend als functie van de overstromingskarakteristieken. In Nederland gebruiken we vier mortaliteitsfuncties, die gebaseerd zijn op: maximale waterdiepte, maximale stroomsnelheid en maximale stijgsnelheid (Slager en Wagenaar, 2017, gebaseerd op Jonkman, 2007 en Maaskant et al., 2009). De overstromingskarakteristieken bepalen welke van de vier functies toegepast moet worden. De vier functies komen zijn afgeleid voor de volgende vier gebieden:

- 1 Het gebied nabij de bres (100-200m), met hoge stroomsnelheden en hoge diepte-snelheid combinaties;
- 2 Het gebied met een hoge stijgsnelheid;
- 3 Het gebied tussen een grote en lage stijgsnelheid (transitiezone);
- 4 Het gebied met een lage stijgsnelheid

De LIR kaart is dus afgeleid voor het bepalen van de waterveiligheidsnorm. Daarbij is gebruik gemaakt van kansen en enkel gekeken naar type B overstromingen (overstromingen door een doorbraak van een primaire waterkering). Jaarlijks wordt de voortgang van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), waarin primaire waterkeringen worden versterkt die niet aan de norm voldoen, aan de Tweede Kamer gerapporteerd middels een zgn. Waterveiligheidsmonitor. Een vast onderdeel hiervan is het opnieuw afleiden van de LIR, waarbij de faalkansen van reeds versterkte keringen zijn aangepast (zie bijvoorbeeld De Bruijn, 2020 en De Bruijn, 2022).

Om jaarlijks een consistent beeld te kunnen presenteren, wordt uitgegaan van de situatie bij aanvang van het Deltaprogramma (de zgn. referentiesituatie). Dat wil zeggen dat de referentiekansen die horen bij de doorbraaklocaties dus enkel worden aangepast als de kering is versterkt. De overstromingsscenario's worden in principe niet aangepast. Dit betekent dat de kansen en overstromingsscenario's die ten behoeve van de waterveiligheidsmonitor gebruikt worden voor het bepalen van het LIR kunnen afwijken van de scenario's die worden gebruikt in LIWO, omdat in LIWO wel scenario's kunnen worden geüpdate en nieuwe scenario's kunnen worden toegevoegd. Ook kunnen binnen LIWO nieuwe inzichten (denk aan extra berekeningen, aanvullend grondonderzoek) leiden tot aanpassingen in de faalkans, waar deze voor de LIR-berekeningen niet wordt aangepast.

Het LIR wordt als volgt berekend (Beckers en De Bruijn, 2011):

$$LIR = P_F(1 - f_{evacuatie}) \left(0,4m_{worstcase} + 0,6 \sum_i P_{cond,i}m_i \right)$$

Hierin is P_F de faalkans van het betreffende dijktrajectdeel, $f_{evacuatie}$ is de evacuatiefractie van het betreffende gebied, $m_{worstcase}$ is de maximale mortaliteit over alle scenario's binnen het betreffende dijktrajectdeel, inclusief de bovenmaatgevende scenario's (bij toetspeil plus een decimeringshoogte), $P_{cond,i}$ de conditionele kans op scenario i en m_i is de mortaliteit bij scenario i .

De maatgevende scenario's hebben een conditionele kans op basis van de lengte van het dijktrajectdeel gedeeld door de lengte van het desbetreffende dijktraject. De factoren 0,4 en 0,6 zijn analytisch afgeleid waarbij een exponentiële verdeling van de waterstand is aangenomen (zie Beckers en de Bruijn, 2011). Er wordt dus gerekend met een maatgevend en een bovenmaatgevend deel van de berekening. De weging van 0,4 hoort bij het bovenmaatgevende deel en de weging van 0,6 hoort bij maatgevende deel.

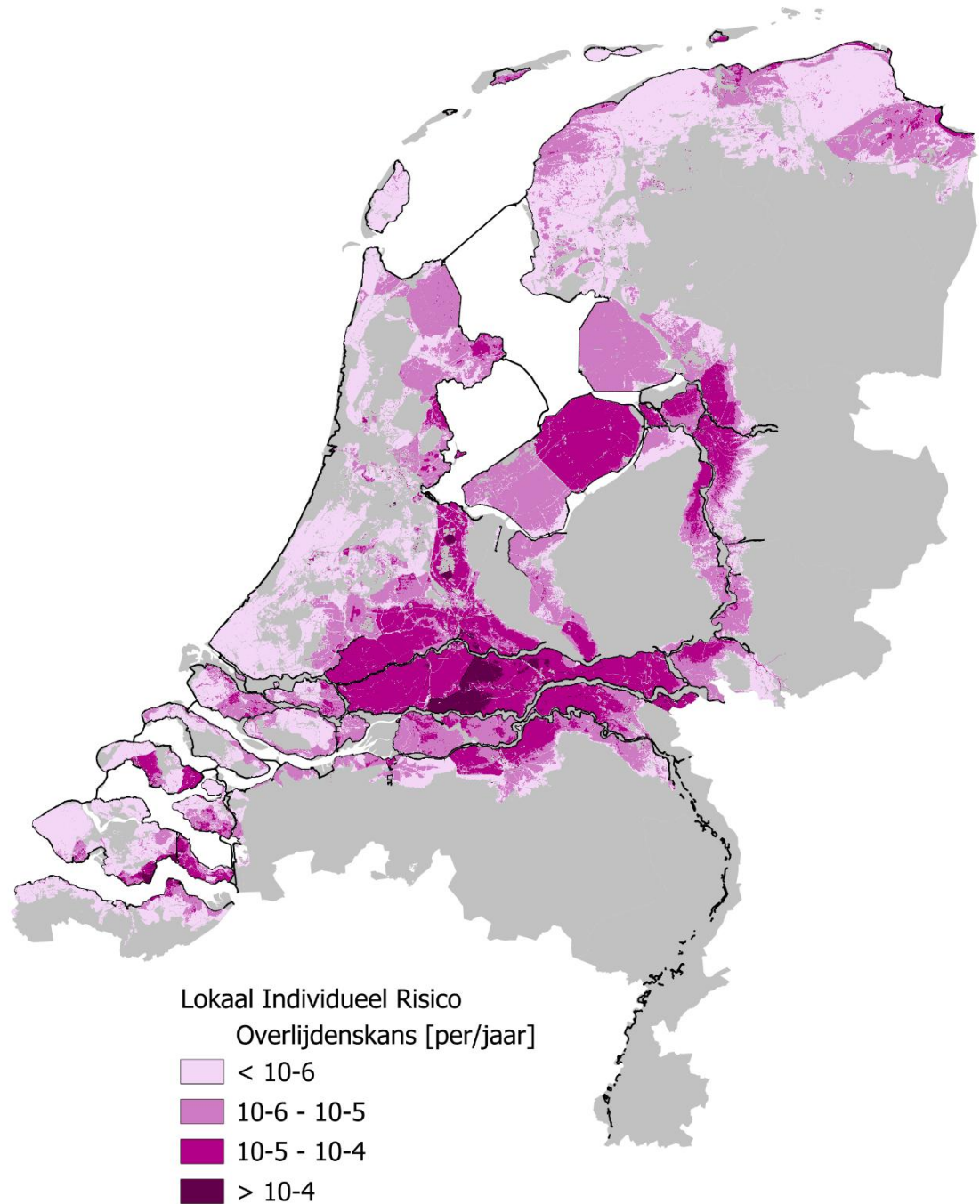
Het stuk tussen haakjes is dan de verwachtingswaarde van de mortaliteit op een locatie in Nederland bij dijkdoorbraken binnen een enkel dijktraject. Op deze mortaliteit wordt dan vervolgens nog een evacuatiefractie toegepast. Deze evacuatiefractie is bepaald voor verschillende gebieden. De evacuatiefractie is gegeven als een ondergrens en is gebiedsafhankelijk. Voor het LIR wordt deze evacuatiefractie gezien als een kans die een persoon heeft om het gebied te verlaten voordat de overstroming plaats vindt.

Uiteindelijk wordt de mediane LIR-waarde per buurt jaarlijks gerapporteerd naar de Tweede Kamer, omdat de norm geldt op buurtniveau. Het buurtenbestand is eerst gecorrigeerd voor permanent water, om extreem grote waterdieptes (en dus ook mortaliteit), in bijvoorbeeld waterlopen, zeer natte natuur, moerassen en buitendijks gebied te filteren (zie Beckers en De Bruijn, 2011). Zo kan de normering van de trajecten bepaald worden met de mediane waarde van het LIR in maatgevende buurten, dit zijn de buurten met de hoogste mediane LIR waarden. Het LIR per buurt wordt momenteel niet weergegeven op de LIWO website. In Figuur 2-7 is de LIR-waarde per locatie te zien voor de huidige situatie.

Belangrijk om hierbij te vermelden is dat voor de risicokaarten in de huidige situatie in LIWO geen gebruik is gemaakt van de hierboven beschreven methode (Beckers en Bruijn, 2011), maar van de methode voor het bepalen van de kansen op een type B overstroming, zoals beschreven in paragraaf 2.3.3.2. Deze kansen zijn berekend op basis van de conditionele kansen (gebaseerd op het lengte-aandeel van het dijktrajectdeel) en een weging op basis van terugkeertijd en doorbraakkans van de kering. De formule wordt dan als volgt:

$$LIR = (1 - f_{\text{evacuatie}}) \left(\sum_i P_i m_i \right)$$

Hierin is $f_{\text{evacuatie}}$ de evacuatiefractie van het betreffende gebied, P_i de kans op scenario i (hierin is de conditionele kans en de weging, zoals eerder genoemd, al verwerkt) en m_i is de mortaliteit bij scenario i .



Figuur 2-7. LIR kaart in de huidige situatie.

2.3.6 Economisch Schaderisico (ESR)

Het Economische Schade Risico (ESR) is gedefinieerd als het potentiële schaderisico als gevolg van overstromingen per jaar. Voor de schadeberekening wordt per scenario gebruik gemaakt van de berekende waterdieptes en het landgebruik, zodat het ESR vervolgens aan de hand van de Schade-en-Slachtoffer module (Slager en Wagenaar, 2017) kan worden berekend.

Het ESR kan op een vergelijkbare manier als het LIR worden berekend. Echter, deze som is eenvoudiger, omdat voor alle scenario's vanuit SSM een schaderaster is berekend dat direct kan worden gebruikt.

Het ESR wordt met de volgende formule berekend (volgens De Bruijn en Van der Doef, 2011), dit gebeurt vooralsnog alleen voor Type B overstromingen:

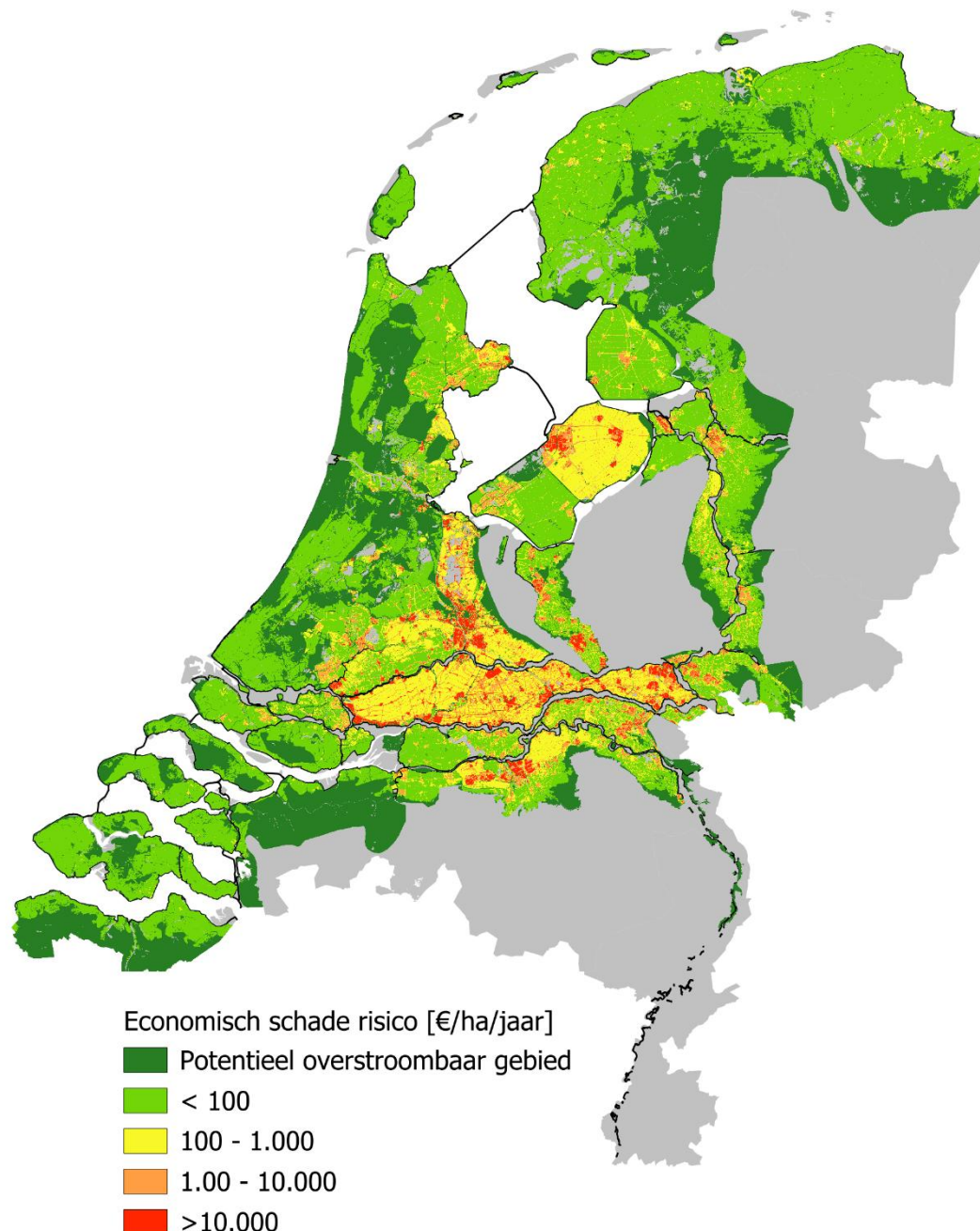
$$ESR = P_F \left(0.4 S_{max} + 0.6 \sum_i P_{cond,i} S_i \right)$$

Hierin is S_{max} de maximale schade die kan optreden bij alle scenario's (zowel maatgevende als bovenmaatgevend) binnen een dijktraject. De maatgevende scenario's hebben een conditionele kans $P_{cond,i}$ op basis van de lengte van het dijktrajectdeel waarin de breslocatie van scenario i ligt gedeeld door de lengte het dijktraject waarbinnen het dijktrajectdeel ligt. S_i is de schade bij scenario i . Figuur 2-8 geeft een overzicht van het ESR onder huidige omstandigheden.

Het is bij het ESR, net zoals bij het LIR, belangrijk om te vermelden dat voor het afleiden van de risicokaarten voor de huidige situatie in LIWO geen gebruik is gemaakt van de hierboven beschreven methode (De Bruijn en Van der Doef), maar van de methode voor het bepalen van de kansen op een type B overstroming, zoals beschreven in paragraaf 2.3.3.2. Deze kansen zijn afgeleid op basis van de conditionele kansen (gebaseerd op het lengte-aandeel van het dijktrajectdeel) en een weging op basis van terugkeertijd en doorbraakkans van de kering. De formule wordt dan als volgt:

$$ESR = \sum_i P_i S_i$$

Hierin is P_i de kans op scenario i (hierin is de conditionele kans en de weging, zoals eerder genoemd, al verwerkt) en S_i is de schade bij scenario i .



Figuur 2-8: ESR kaart voor overstromingen vanuit het hoofdwatersysteem in de huidige situatie.

2.4 Projectmatig vastgestelde kaarten

In deze paragraaf worden de producten beschreven die op de LIWO website worden aangeboden. Deze kaarten zijn oorspronkelijk binnen andere projecten opgesteld, maar kunnen binnen de LIWO functionaliteit worden gegenereerd.

2.4.1 Lokaal Schadegevaar (LSG)

Het Lokaal Schadegevaar (LSG) is berekend als de jaarlijks gemiddelde schade (EAD_{pot}) die een nieuw te bouwen standaard eengezinswoning (met inboedel) zou ondervinden als gevolg van alle mogelijke overstromingen op die locatie (zie ook Klijn et al., 2023). De kaart wordt overigens momenteel nog niet in LIWO getoond.

De berekening in de huidige situatie is gebaseerd op de actuele faalkansen van de primaire keringen (geactualiseerd in 2022). Er wordt bij het maken van deze kaarten nu uitgegaan van een hypothetische standaard eengezinswoning met een vervangingswaarde van €200.000. Deze vervangingswaarde is opgebouwd uit een geschatte herbouwwaarde van €130.000 en een geschatte inboedelwaarde van €70.000. Deze standaard woning komt uit (Klijn, de Bruijn, Hoogvliet, & Slager, 2023). Een algemeen gebruikte formule om de directe overstromingsschade te berekenen is (Slager & Wagenaar, 2017):

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_i n_i S_i$$

Waarin α_i is de schadefactor categorie i , n_i is het aantal eenheden in categorie i , S_i is de maximale schade in categorie i , n is het aantal categorieën. In het geval van het lokaal schadegevaar zijn er twee categorieën (inboedel en opstal) waarbij ervan uit wordt gegaan dat er een enkel object is. De schadefactoren voor zowel inboedel als opstal zijn tevens gegeven door (Slager & Wagenaar, 2017) en zijn afhankelijk van de waterdiepte. De formule voor het LSG wordt:

$$LSG(h) = \sum_{i=1}^n P_{F,i} (\alpha_{inboedel,i} S_{inboedel,i} + \alpha_{opstal,i} S_{opstal,i})$$

Er is gekozen voor een enkele, geaggregeerde schadefunctie van de standaard eengezinswoning zoals die hierboven wordt beschreven. Deze geaggregeerde schadefunctie is uniek voor deze verhouding van maximale schadebedragen. Als deze verhouding aangepast moet worden, moet er in het huidige script ook een aangepaste schadefunctie gemaakt worden.

Voor de berekening van de LSG kaart wordt gerekend met verschillende kansen, afhankelijk van het type overstroming (conform de methode voor de plaatsgebonden overstromingskanskaarten, zie paragraaf 2.3.3). Deze drie methodes zijn representatief voor respectievelijk de Type B, C en A+D kaarten. Deze drie methodes worden om deze reden ook apart toegelicht. Voor de uiteindelijke landelijke kaart worden deze kaarten per type bij elkaar opgeteld.

2.4.1.1 Type B

De methode om het LSG als gevolg van Type B overstromingen te berekenen is grotendeels vergelijkbaar met de methode om het LIR te berekenen. Er wordt gerekend met een maatgevend en een bovenmaatgevend deel van de berekening. In het maatgevende deel wordt per traject voor alle scenario's met een conditionele kans het LSG berekend en deze worden vervolgens conditioneel bij elkaar opgeteld. In het bovenmaatgevende deel wordt het LSG bepaald voor alle scenario's en dan voor elke plek het maximum genomen. Deze berekeningen gaan op trajectniveau. De twee delen worden gewogen bij elkaar opgeteld, de uiteindelijke formule voor het LSG ziet er dan zo uit:

$$LSG_{Type\ B} = 0.4 LSG_{bovenmaatgevend} + 0.6 \sum_i P_{cond,i} LSG_i$$

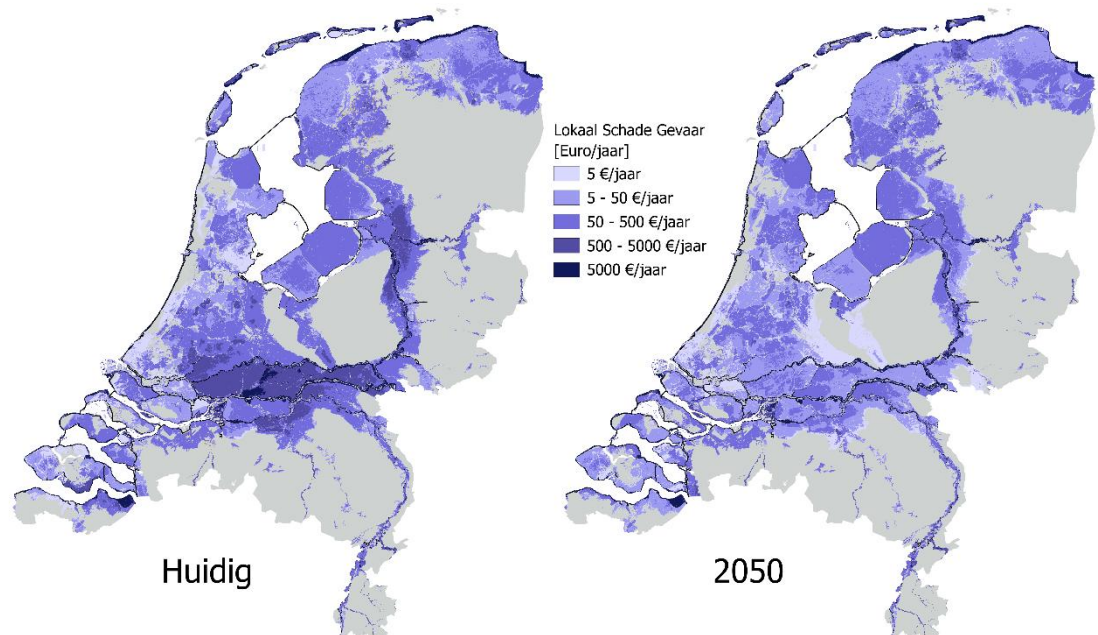
Deze LSG kaart wordt nu gemaakt met de huidige kansen en de ondergrenzen van de normen in 2050.

2.4.1.2 Type A en D

De methode om het LSG voor Type A en D af te leiden is relatief eenvoudig. Omdat dit onbeschermde gebieden betreft, hoeft er alleen gerekend te worden met een overschrijdingskans van de scenario's. Dit gebeurt voor alle Type A en D scenario's. De formule voor deze kaarten is dan ook identiek aan de basisformule voor het LSG zoals die in paragraaf 2.4.1 beschreven staat.

2.4.1.3 Type C

Zoals eerder benoemd wordt er voor de Type C scenario's gerekend met een faalkans die een factor 5 kleiner is dan de overschrijdingskans van de waterstand die hoort bij de veiligheidsnorm van de kering (zie ook paragraaf 2.3.3.3). Vervolgens worden de LSG kaarten bepaald en bij elkaar opgeteld. Ook dit gaat dan volgens de basisformule van het LSG.



Figuur 2-9: LSG kaarten voor de huidige situatie en bij de ondergrenzen in 2050.

2.4.2 Evacuatie

Op LIWO staat ook een drietal kaartbeelden die betrekking hebben tot de verwachte evacuatiefracties:

- Evacuatiekans op beschikbare tijd voor evacuatie
- Evacuatiepercentage bij beschikbare tijd 0 tot 4 dagen
- Evacuatiepercentage – verwachtingswaarde per gebied

De verwachtingswaarde per gebied wordt gebruikt in de huidige methode voor het berekenen van het LIR.

Deze drie kaarten komen direct uit het rapport van HKV (2009), waarin deze kaarten, en hoe ze tot stand zijn gekomen, in detail is uitgelegd. In dit rapport zullen deze kaarten niet verder worden toegelicht. De kaart met de verwachtingswaarde van de evacuatiefractie per gebied is weergegeven in Figuur 2-10.

Referenties

- Beckers, J., De Bruijn, K. (2011). Slachtoffer risico's Waterveiligheid. *Een analyse van de bescherming tegen overstroming door buitenwater*. Deltares rapport, 1204144-005.
- De Bruijn, K., Van der Doef, M. (2011). Gevolgen van overstromingen - Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid in de 21^e eeuw. Deltares rapport, 1204144-004.
- De Bruijn, K (2020). Waterveiligheidsmonitor 2020. De Waterveiligheidsindicator: indicatie van het effect van maatregelen op de waterveiligheid van Nederland. Deltares memo, projectkenmerk: 11203721-053-GEO-0002.
- De Bruijn, K (2022). Waterveiligheidsmonitor 2022. De Waterveiligheidsindicator: indicatie van het effect van maatregelen op de waterveiligheid van Nederland. Deltares memo, projectkenmerk: 11208059-011-GEO-0001.
- De Bruijn, K., Slager, K. (2018). Leidraad voor het maken van overstromingssimulaties. Deltares rapport: 11200537-007-ZWS-0004.
- Fugro (1999). IPO-richtlijn ter bepaling van het veiligheidsniveau van boezemkaden. Bijlage 1.
- Rikkert, S.J.H., Slager, K. (2024). Leidraad voor het maken van overstromingssimulaties. Update 2024. Deltares rapport: 11210368-001-ZWS-0002.
- HKV (2009). Evacuatieschattingen Nederland. Lelystad.
- Jonkman, S.N. (2007). Loss of life estimation in flood risk assessment – theory and applications. PhD Thesis, Delft University, 2007.
- Klijn, F., de Bruijn, K., Hoogvliet, M., & Slager, K. (2023). Overstromingsgevaar en de woningbouwopgave: ruimtelijke zonering? H2O, 1-10.
- Maaskant, B., Jonkman, S.N., Kok, M. (2009). Analyse slachtoffer aantallen VNK-2 en voorstellen voor aanpassingen van slachtofferfuncties, HKV Lijn in Water Rapport PR1669.10.
- Nieuwjaar, M.W.C., (2020). De veiligheidsbenadering regionale keringen. Ontstaan, achtergronden en toepassing van de huidige veiligheidsbenadering voor regionale waterkeringen. STOWA, rapport 2020-07. ISBN 978.90.5773.864.7.
- Slager, K., & Wagenaar, D. (2017). Standaardmethode 2017 Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen. Delft: Deltares.
- STOWA (2019). Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019. STOWA rapport, 2019-19.
- Thonus, B. en Pronk, M. (2020). Test voorbeelden droge/natte verdiepingen script. Memo. HKV, projectnummer: PR3977.10.

A Korte beschrijvingen per kaart voor LIWO website

In deze bijlage zijn de gemaakte kaarten voor LIWO kort beschreven. De projectmatig vastgestelde kaarten worden hier dus niet beschreven. Hierbij is gebruik gemaakt van de beschrijvingen die al in de metadata van de kaarten op de LIWO website werden geboden. Deze teksten zijn waar nodig verbeterd en aangevuld met details uit dit rapport.

A.1 Samengestelde waterdieptekaarten

A.1.1 Maximale overstromingsdiepte Nederland

Grote kans

Deze kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont waar overstromingen tot ongeveer eens in de tien jaar kunnen voorkomen. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden. De kaarten zijn gebaseerd op vier typen overstromingen voor beschermde en onbeschermde gebieden gelegen langs het primair en regionale watersysteem.

Middelgrote kans

Deze kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont waar overstromingen tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen voorkomen. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden. De kaarten zijn gebaseerd op vier typen overstromingen voor beschermde en onbeschermde gebieden gelegen langs het primair en regionale watersysteem.

Kleine kans

Deze kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont waar overstromingen tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen voorkomen. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden. De kaarten zijn gebaseerd op vier typen overstromingen voor beschermde en onbeschermde gebieden gelegen langs het primair en regionale watersysteem.

Zeer kleine kans

Deze kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont waar overstromingen tot ongeveer eens in de tienduizend jaar kunnen voorkomen. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden. De kaarten zijn gebaseerd op vier typen overstromingen voor beschermde en onbeschermde gebieden gelegen langs het primair en regionale watersysteem.

Extreem kleine kans

Deze kaart is identiek aan de kaart die op de website overstroomik.nl wordt getoond. Hij is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont waar overstromingen tot ongeveer eens in de honderdduizend jaar (of nog extremer) kunnen voorkomen. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden. De kaarten zijn gebaseerd op vier typen overstromingen voor beschermde en onbeschermde gebieden gelegen langs het primair en regionale watersysteem.

A.1.2 A. Inundatie buitendijkse gebieden

Grote kans

Deze waterdieptekaart toont welke onbeschermd gebied langs het primaire watersysteem tot ongeveer eens in de tien jaar kunnen overstroomd. De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Middelgrote kans

Deze waterdieptekaart toont welke onbeschermd gebied langs het primaire watersysteem tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen overstroomd. De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdieptekaart toont welke onbeschermd gebied langs het primaire watersysteem tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstroomd. De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Deze waterdieptekaart toont welke onbeschermd gebied langs het primaire watersysteem tot ongeveer eens in de tienduizend jaar kunnen overstroomd. De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

A.1.3 B. Doorbraak primaire waterkeringen

Voor de samengestelde kaarten van doorbraken van primaire waterkeringen is een kaart voor heel Nederland afgeleid, maar ook voor de kust (stormgedreven overstroomingen), het rivierengebied (afvoergedreven overstroomingen) en het overgangsgebied (zowel storm- als afvoergedreven). Voor elk van de gebieden bestaat geen grote kans kaart, omdat de primaire waterkeringen voorkmoen dat grote kansen ($>1/30$ per jaar) voorkomen.

A.1.3.1. Nederland

Grote kans

Scenario's met kansen $> 1/30$ per jaar komen voor dit type overstrooming niet voor, dus deze kaart wordt niet gegenereerd.

Middelgrote kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingssscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermd gebied tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen overstroomd: terugkeertijd 30 tot 300 jaar. De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingssscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermd gebied tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstroomd: terugkeertijd 300 tot 3000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingssscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermd gebied tot ongeveer eens in de tienduizend jaar kunnen overstroomd: terugkeertijd 3000 tot 30.000 jaar). De kaart geeft mogelijke overstroomingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Extreem kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden tot ongeveer eens in de honderdduizend jaar (of nog extremer) kunnen overstromen: terugkeertijd ≥ 30.000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

A.1.3.2. Kust

Grote kans

Scenario's met kansen $> 1/30$ per jaar komen voor dit type overstroming niet voor, dus deze kaart wordt niet gegenereerd.

Middelgrote kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij zware stormomstandigheden tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 30 tot 300 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij zware stormomstandigheden tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 300 tot 3000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij zware stormomstandigheden tot ongeveer eens in de tienduizend jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 3000 tot 30.000 jaar). De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Extreem kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij zware stormomstandigheden tot ongeveer eens in de honderdduizend jaar (of nog extremer) kunnen overstromen: terugkeertijd ≥ 30.000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

A.1.3.3. Rivierengebied

Grote kans

Scenario's met kansen $> 1/30$ per jaar komen voor dit type overstroming niet voor, dus deze kaart wordt niet gegenereerd.

Middelgrote kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij zware stormomstandigheden tot ongeveer eens in de honderdduizend jaar (of nog extremer) kunnen overstromen: terugkeertijd ≥ 30.000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 300 tot 3000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de tienduizend jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 3000 tot 30.000 jaar). De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Extreem kleine kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de honderdduizend jaar (of nog extremer) kunnen overstromen: terugkeertijd ≥ 30.000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

A.1.3.4. Overgangsgebied

Grote kans

Scenario's met kansen $> 1/30$ per jaar komen voor dit type overstrooming niet voor, dus deze kaart wordt niet gegenereerd.

Middelgrote kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij een combinatie van storm en hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 30 tot 300 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij een combinatie van storm en hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 300 tot 3000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij een combinatie van storm en hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de tienduizend jaar kunnen overstromen: terugkeertijd 3000 tot 30.000 jaar). De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Extreem kleine kans

Deze waterdiepte kaart is samengesteld o.b.v. individuele overstroomingsscenario's uit het LDO en toont welke door primaire waterkeringen beschermde gebieden bij een combinatie van storm en hoge rivierafvoeren tot ongeveer eens in de honderdduizend jaar (of nog extremer) kunnen overstromen: terugkeertijd ≥ 30.000 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

A.1.4 C. Doorbraak niet-primaire waterkeringen

Grote kans

Scenario's met kansen $> 1/30$ per jaar worden voor dit type overstroming niet realistisch geacht of de scenario's hiervoor zijn niet beschikbaar, dus deze kaart wordt niet gegenereerd.

Middelgrote kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door regionale waterkeringen beschermde gebieden tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen overstroomd worden: terugkeertijd < 300 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke door regionale waterkeringen beschermde gebieden tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstroomd worden: terugkeertijd ≥ 300 jaar. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Scenario's met een zeer kleine kans ($1/3.000$ - $1/30.000$) voor dit type overstroming zijn in LDO en LIWO niet beschikbaar, hiervoor wordt dus geen kaart gegenereerd.

Extreem kleine kans

Scenario's met een zeer kleine kans ($< 1/30.000$ per jaar) voor dit type overstroming zijn in LDO en LIWO niet beschikbaar, hiervoor wordt dus geen kaart gegenereerd.

A.1.5 D. Inundatie vanuit regionaal watersysteem

Grote kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke onbeschermde gebieden langs het regionale watersysteem tot ongeveer eens in de tien jaar kunnen overstroomd worden. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Middelgrote kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke onbeschermde gebieden langs het regionale watersysteem tot ongeveer eens in de honderd jaar kunnen overstroomd worden. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Kleine kans

Deze waterdieptekaart is samengesteld o.b.v. individuele overstromingsscenario's uit het LDO en toont welke onbeschermde gebieden langs het regionale watersysteem tot ongeveer eens in de duizend jaar kunnen overstroomd worden. De kaart geeft mogelijke overstromingen weer die in werkelijkheid niet allemaal tegelijkertijd zullen optreden.

Zeer kleine kans

Scenario's met een zeer kleine kans ($1/3.000$ - $1/30.000$) voor dit type overstroming zijn in LDO en LIWO niet beschikbaar, hiervoor wordt dus geen kaart gegenereerd.

Extreem kleine kans

Scenario's met een zeer kleine kans ($< 1/30.000$ per jaar) voor dit type overstroming zijn in LDO en LIWO niet beschikbaar, hiervoor wordt dus geen kaart gegenereerd.

A.2 Overstromingskansen waterkeringen

A.2.1 Overstromingskansen actueel

Plaatsgebonden overstromingskansen

Deze kaart toont de actuele overstromingskansen waarbij een waterdiepte van meer dan 0/20/50/200 cm optreedt, veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermd gebied. Deze kaart geeft dus de totale kans op alle mogelijk overstromingen weer ongeacht de resulterende overstromingsdiepte. Voor regionale waterkeringen is de provinciale overschrijdingskans norm als overstromingskansen gehanteerd. De faalkansen van primaire waterkeringen zijn onafhankelijk verondersteld. De faalkansen van primaire waterkeringen zijn ingeschat op basis van de vigerende faaldefinitie en zonder noodmaatregelen.

Faalkansen per trajectdeel (primaire)

Deze kaart toont de actuele faalkansen per trajectdeel voor primaire waterkeringen. Het betreft een inschatting die in het Deltaprogramma is gemaakt van de (VNK) situatie na uitvoering van het HWBP2 en Ruimte voor Rivier/Maaswerken. Kering beheerders zijn in de gelegenheid gesteld om de faalkansen aan te passen o.b.v. hun beheerdersoordeel. De faalkansen van primaire waterkeringen zijn ingeschat op basis van de vigerende faaldefinitie en zonder noodmaatregelen. De vermelde faalkansen zijn een globale inschatting. Deze zijn niet bruikbaar tijdens een warme fase/calamiteit. Tijdens een calamiteit wordt de overstromingskans specifiek bepaald op de verwachte belasting en observaties in het veld en noodmaatregelen door de waterbeheerder.

Faalkansen Limburg (primaire)

Deze kaart toont de actuele faalkansen voor primaire waterkeringen van Limburg.

Faalkansen per kering (niet-primaire waterkeringen)

Deze kaart toont de provinciale overschrijdingskans norm voor niet-primaire waterkeringen. Voor niet-primaire waterkeringen is de provinciale overschrijdingskans norm als overstromingskansen gehanteerd.

A.2.2 Overstromingskansen norm (2050)

Plaatsgebonden overstromingskansen

Deze kaart toont de verwachte overstromingskansen in 2050 waarbij een waterdiepte van meer dan 0/20/50/200 cm optreedt, veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermd gebied. Deze kaart geeft dus de totale kans op alle mogelijk overstromingen weer ongeacht de resulterende overstromingsdiepte. Alle primaire waterkeringen voldoen daarbij exact aan de overstromingskansnorm in de Waterwet. Voor regionale waterkeringen is de provinciale overschrijdingskans norm als overstromingskansen gehanteerd. De faalkansen van primaire waterkeringen zijn onafhankelijk verondersteld. De faalkansen van primaire waterkeringen zijn ingeschat op basis van de vigerende faaldefinitie en zonder noodmaatregelen.

Faalkansen per traject (primaire) ondergrens

Deze kaart toont de faalkansen (ondergrens) per trajectdeel voor primaire waterkeringen in 2050, waarbij de waterkering exact aan de overstromingskans norm in de Waterwet voldoet.

Faalkansen per traject (primaire) signaleringswaarde

Deze kaart toont de faalkansen (signaleringswaarde) per trajectdeel voor primaire waterkeringen in 2050, waarbij de waterkering exact aan de overstromingskans norm in de Waterwet voldoet.

A.2.3 Overstromingskansen (2100)

Deze kaart toont de verwachte overstromingskansen in 2100 waarbij een waterdiepte van meer dan 0/20/50/200 cm optreedt, veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermde gebieden. Deze kaart geeft dus de totale kans op alle mogelijk overstromingen weer ongeacht de resulterende overstromingsdiepte. Alle primaire waterkeringen voldoen daarbij exact aan de overstromingskansnorm in de Waterwet. Voor regionale waterkeringen is de provinciale overschrijdingskans norm als overstromingskans gehanteerd. De faalkans van primaire waterkeringen zijn onafhankelijk verondersteld. De faalkans van primaire waterkeringen zijn ingeschat op basis van de vigerende faaldefinitie en zonder noodmaatregelen. Er is rekening gehouden met klimaatverandering.

A.3 Overstromingsscenario's met effectkaarten

Dit zijn twee interactieve viewers met alle geldende scenario's in LIWO. In deze viewers kunnen scenario's zowel individueel kunnen worden bekeken en gedownload, als dat scenario's kunnen worden gecombineerd.

A.4 Overstromingsrisico primaire waterkeringen

A.4.1 Overstromingsrisico actueel

Slachtofferisico (LIR)

Deze kaart toont de actuele overlijdenskansen per buurt als gevolg van overstromingen vanuit primaire waterkeringen, rekening houdend met de preventieve evacuatiemogelijkheden. Dit wordt het lokaal individueel risico (LIR) genoemd. De overstromingskans normen zijn mede gebaseerd op dat in 2050 overal in Nederland deze overlijdenskansen lager is dan een honderdduizendste per jaar.

Schaderisico (ESR)

Deze kaart toont het actuele schaderisico per hectare als gevolg van overstromingen vanuit primaire waterkeringen. Dit wordt het economisch schade risico (ESR) genoemd. Het schaderisico wordt berekend door de verwachte materiele schade per hectare te vermenigvuldigen met de kans van optreden.

A.4.2 Overstromingsrisico norm (2050)

Slachtofferisico (LIR)

Deze kaart toont de verwachte overlijdenskansen per buurt in 2050 als gevolg van overstromingen vanuit primaire waterkeringen, rekening houdend met de preventieve evacuatiemogelijkheden. Dit wordt het lokaal individueel risico (LIR) genoemd. Alle primaire waterkeringen voldoen daarbij exact aan de overstromingskansnorm in de Waterwet.

Schaderisico (ESR)

Deze kaart toont het verwachte schaderisico per hectare in 2050 als gevolg van overstromingen vanuit primaire waterkeringen. Dit wordt het economisch schade risico (ESR) genoemd. Het schaderisico wordt berekend door de verwachte materiele schade per hectare te vermenigvuldigen met de kans van optreden. Alle primaire waterkeringen worden verondersteld in 2050 exact aan de overstromingskansnorm in de Waterwet te voldoen.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl