



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

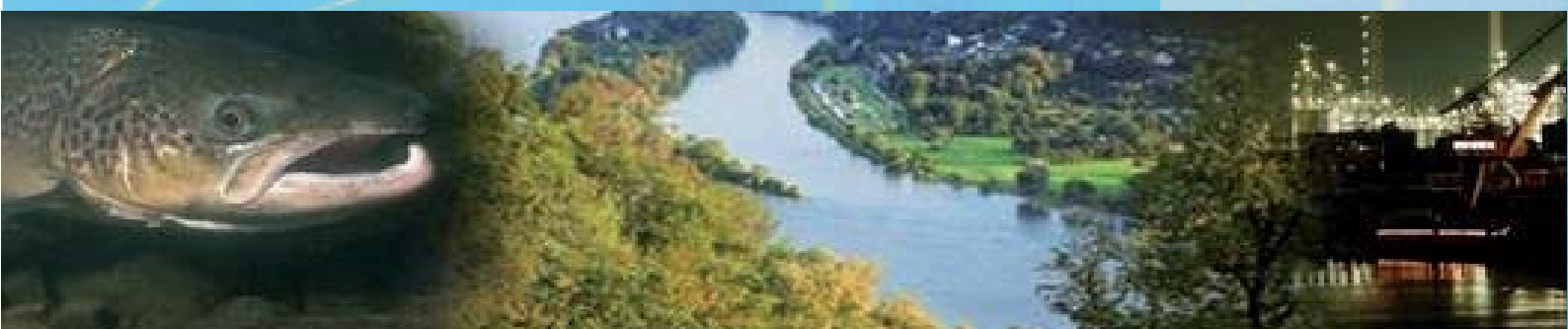
Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport Nr. 237

Instrument en methode voor de evaluatie van de verandering dan wel vermindering van het overstromingsrisico

- Technisch rapport -



Met de ondersteuning van:



HKV Hydrokontor
Aken

HKV Consultants/Lijn in water
Lelystad

ICBR-expertgroep HIRI

Hendrik Buiteveld (voorzitter)

HKV Hydrokontor / HKV Consultants/Lijn in water: Gesa Kutschera, Ton Botterhuis, Marit Zethof, Jan Stijnen

Wolfgang Zwach (DE-HE), Lennart Gosch (DE-BW), Jürgen Reich (DE-BW)
Holger Kugel (IKSMS)

Urs Nigg (CH), Markus Hostmann (CH)

Jean-Pierre Wagner (FR), Régis Creusot (FR)

Max Schropp (NL), Frank Alberts (NL)

Clemens Neuhold (AT), Andreas Kaufmann (AT), Gerard Huber (AT-V)

Emanuel Banzer (FL), Stephan Wohlwend (FL), Catarina Proidl (FL)

Reinhard Vogt, Sabine Siegmund (HWNG Rhein)

ICBR-secretariaat:

Anne Schulte-Wülwer-Leidig, Adrian Schmid-Breton,

Dominique Falloux, Isabelle Traue, Fabienne van Harten, Marianne Jacobs

Colofon

Uitgegeven door de

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland

Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland

Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

www.iksr.org

ISBN ???

© IKSr-CIPR-ICBR 2016

Inhoudsopgave

Inleiding	2
1. Methode voor de berekening van het overstromingsrisico	4
2. Methodes voor de beoordeling van het risico voor de gezondheid van de mens en de beschermingsdoelen milieu, cultureel erfgoed, economische bedrijvigheid, en algemene mogelijkheden van het instrument	7
2.1. Mens	7
2.2. Milieu	9
2.3. Cultureel erfgoed	13
2.4. Rekenformule voor milieu en cultureel erfgoed	14
2.5. Economie.....	16
2.6. Algemene mogelijkheden, aannames en grenzen van het instrument en de methodes	19
3. (Invoer)gegevens voor de toepassing van het instrument	20
3.1. Algemeen	20
3.2. Preciseringen bij de geleverde gegevens en de gegevensverwerking	23
3.2.1. CORINE-gegevens over landgebruik	23
3.2.2. Waterdieptes.....	24
3.2.3. Overschrijdingskansen en bescherming tegen overstromingen (zie ook hoofdstuk 4)	25
3.2.4. Gegevens voor de berekening van de schade aan de gezondheid van de mens en aan de beschermingsdoelen milieu, cultureel erfgoed en economie	26
4. Maatregelen en indicatoren	30
4.1. Algemeen	30
4.2. Indicatoren voor de gezondheid van de mens.....	33
4.3. Indicatoren voor het beschermingsdoel milieu	39
4.4. Indicatoren voor de beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed	42
4.4.1. Preventie (I)	42
4.4.2. Bescherming tegen overstromingen (II)	60
4.4.3. Paraatheid voor overstromingen (III)	62
4.4.4. Rampenpreventie en rampenbestrijding (III.2)	65
4.5. Combinatie van maatregelen.....	69
4.6. Opmerkingen over de toepassing van indicatoren, belangrijke aannames en grenzen aan het gebruik.....	69
4.7. Gevoeligheidsanalyse naar het theoretische effect van maatregelen op de reductie van het overstromingsrisico	71
4.7.1. Voorwoord	71
4.7.2. Bepaling van de bandbreedte van de resultaten.....	72
4.7.3. Onderzoek naar het effect van afzonderlijke maatregelen	74
5. Instrument voor de evaluatie van de reductie van het overstromingsrisico, stappen in de berekening en rekenvoorbeelden	75
5.1. Stappen in de berekening	75
5.2. Algemene opmerkingen over het instrument	76
5.3. Rekenvoorbeeld: toepassing van de tool "economie"	81
6. Conclusies en algemene aanbevelingen	84
Bijlagen	85
Bibliografie	117

Lijst van figuren

Figuur 1: Toegepaste werkwijze voor de risicoanalyse	6
Figuur 2: Aanpak voor de beoordeling van de gezondheid van de mens.....	8
Figuur 3: Voorbeeld van de weergave van het effect van IPPC-installaties op ecologische beschermingsdoelen.....	9
Figuur 4: Werkwijze voor de analyse van het risico op economische gevolgen rekening houdend met maatregelen	16
Figuur 5: Schadefuncties uit de Rijnatlas 2001	17
Figuur 6: Stroomschema met de indicatoren voor de gezondheid van de mens	38
Figuur 7: Weergave van de maatregel "technische bescherming van objecten" (I.3.2) met betrekking tot het beschermingsdoel milieu	40
Figuur 8: Weergave van de maatregel "ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen" (I.1.1)	45
Figuur 9: Weergave van de maatregel "vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik" (I.1.2)	47
Figuur 10: Weergave van de maatregel "waterrobuust plannen, bouwen en renoveren" (I.3.1)	50
Figuur 11: Verandering van de schadefunctie voor schade aan onroerende goederen (industrie) als gevolg van "bouwkundige voorzorgsmaatregelen" (I.3)	50
Figuur 12: Verandering van de schadefunctie voor schade aan roerende goederen (verstedelijkt gebied en industrie) als gevolg van "bouwkundige voorzorgsmaatregelen" (I.3)	51
Figuur 13: Weergave van de maatregel "technische bescherming van objecten" (I.3.2)	53
Figuur 14: Verandering van de schadefunctie voor schade aan onroerende en roerende goederen (verstedelijkt gebied en industrie) als gevolg van de maatregel "technische bescherming van objecten" (I.3.2)	54
Figuur 15: Weergave van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" (I.3.3)	56
Figuur 16: Verandering van de schadefunctie voor schade aan onroerende goederen (industrie) als gevolg van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" (I.3.3)	57
Figuur 17: Verandering van de schadefunctie voor schade aan roerende goederen (verstedelijkt gebied en industrie) als gevolg van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen"	57
Figuur 18: Stroomschema voor de indicator "overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten beschikbaar stellen en bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen" (I.4.1)	60

Figuur 19: Stroomschema voor de indicator “preventieve voorlichting, hoogwaterinformatie en verwachting” (III.1.1)	64
Figuur 20: Stroomschema voor de indicator “waarschuwing van de getroffen personen / alarm- en hulpverleningsplannen / oefeningen en opleidingen” (III.2.1)	68
Figuur 21: Verandering van het (economische) overstromingsrisico (toestand 2005) bij toepassing/berekening van verschillende varianten.....	73
Figuur 22: Risicoverandering in de berekeningen met afzonderlijke indicatoren vergeleken met de variant “toestand 2005 zonder maatregelen, met toename van de potentiële schade” [in %]	74
Figuur 23: Toolboxes/ModelBuilders in ArcGIS	76
Figuur 24: Voorbeeld van de ModelBuilder Damage Assessment inclusief helpfunctie	77

Lijst van tabellen

Tabel 1: Waterstandsklassen uit de Rijnatlas 2015	7
Tabel 2: Criteria voor de beoordeling van de ecologische gevoeligheid van watergerelateerde beschermingsdoelen	10
Tabel 3: Schaal en criteria voor de beschrijving van het effect op het beschermingsdoel milieu.....	12
Tabel 4: Risicomatrix	12
Tabel 5: Methode voor de beoordeling van de schade aan het milieu.....	13
Tabel 6: Cultureel belang van historisch cultureel erfgoed.....	14
Tabel 7: Methode voor de beoordeling van de culturele schade	14
Tabel 8: Noodzakelijke en geleverde gegevens	21
Tabel 9: Eenheid, schaal en formaat van de indicatoren	22
Tabel 10: Consumentenprijsindex/BBP en jaargemiddelde verandering	29
Tabel 11: Koopkrachtpariteiten van Duitsland en Oostenrijk (De koopkracht (KK) in 2013 in Duitsland (DE) wordt gelijkgesteld aan 100% (DE = 100%))	29
Tabel 12: Lijst van maatregelen en indicatoren	31
Tabel 13: Maximaal effect van de indicator "ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen" (I.1.1)	44
Tabel 14: Rekenvarianten.....	72
Tabel 15: Voorbeeld resultaat tabel gezondheid van de mens.....	78
Tabel 16: Voorbeeld resultaat tabel beschermingsdoel milieu	79
Tabel 17: Voorbeeld resultaat tabel beschermingsdoel cultureel erfgoed.....	79
Tabel 18: Voorbeeld resultaat tabel economische schade.....	81

Lijst van bijlagen

Bijlage 1 - Rijntrajecten.....	86
Bijlage 2 - Algemene structuur van het instrument en de berekeningen van de ICBR	87
Bijlage 3 - Overschrijdingskansen	88
Bijlage 4 - Schadefuncties en CLC-klassen	92
Bijlage 5 - Specifieke vermogenswaarden (€ / m ²) van 1995 tot 2020+	94
Bijlage 6 - Enquêteformulier en voorbeeld van een tabel voor de verzameling van gegevens in het kader van het ICBR-project over uitgevoerde en geplande maatregelen in verband met de indicatoren (zie hiervoor ook tabel 9 en 10)	98
Bijlage 7 - Demografische verandering	102
Bijlage 8 - Vergelijking tussen de CORINE-gegevens en de relatieve verandering van het oppervlak en de bevolking.....	103
Bijlage 9 - Voorbeeld van meerdere sjablonen voor gegevensinput en -output in verband met het economische risico (in het Engels)	104
Bijlage 10 - Overzicht van de geleverde gegevens, belangrijke opmerkingen en restricties	107
Bijlage 11 - Overzicht van de geleverde indicatorgegevens	108
Bijlage 12- Gedetailleerde weergave en aanvullende opmerkingen m.b.t. de geleverde nationale indicatorgegevens	111
Bijlage 13 - Afhankelijkheidsmatrix (bedijkt en niet-bedijkt)	112
Bijlage 14 - Toelichting bij de rekenmethode voor de gezondheid van de mens incl. maatregelen aan het voorbeeld van één cel	114
Bijlage 15 - Invloed van de grootte van de rastercellen	116

Status van het document

De **ICBR** heeft voor de evaluatie van de effecten van maatregelen op het overstromingsrisico een **methode** ontwikkeld, die in een **Geografisch Informatie Systeem (GIS)** geïmplementeerd is.

In het onderhavige **technische rapport** (ICBR-rapport 237, 2016) wordt een beschrijving gegeven van de werkwijze en rekenmethode in het ICBR-instrument voor de evaluatie van de verandering dan wel vermindering van het overstromingsrisico als gevolg van maatregelen. Het stelt het instrument en de bijbehorende methodes, gegevens, indicatoren en aannames voor aan toekomstige gebruikers, bijv. andere riviercommissies, en legt bijgevolg de toegepaste aanpak vast.

In het **syntheserapport** (ICBR-rapport 236, 2016) wordt een samenvatting gegeven van de methode en de resultaten van de berekeningen die met het instrument zijn uitgevoerd voor de evaluatie van de verandering dan wel vermindering van het overstromingsrisico aan de hoofdstroom van de Rijn als gevolg van maatregelen. Daarnaast bevat het een beoordeling van het effect van maatregelen en indicatoren, aanbevelingen voor het verdere gebruik van het instrument door de ICBR en derden alsmede regels voor het beschikbaar stellen van het instrument.

De methode en het GIS-instrument zijn in de periode 2013-2016 in het kader van de ICBR met de ondersteuning van het consortium HKV Hydrokontor & HKV Lijn in Water ontwikkeld en toegepast in berekeningen. De ICBR-expertgroep "Overstromingsrisicoanalyse" onder de werkgroep Hoogwater heeft de opdracht begeleid.

Opmerking over de beschikbaarstelling van het instrument aan derde gebruikers:

Het instrument en de gebruiksaanwijzing (users guide) kunnen beschikbaar worden gesteld en dit gebeurt in principe gratis (eventueel met onkostenvergoeding).

Toekomstige gebruikers werken op eigen verantwoordelijkheid met het instrument. Als tegenprestatie worden gebruikers verzocht om de ICBR op de hoogte te houden van de toepassing (inclusief eventuele resultaten) en mogelijke verdere ontwikkeling van het instrument.

Als het instrument verder wordt ontwikkeld, krijgt de ICBR een gratis kopie.

De invoergegevens voor de berekeningen en de uitvoergegevens (rekenresultaten) worden vrijgegeven na toestemming van de bronhouder.

Inleiding

De Rijnsoeverstaten hebben in 1998 in het Actieplan Hoogwater (APH, 1998) als een van de vier doelen vastgelegd om het hoogwaterschaderisico in 2005 met 10% en in 2020 met 25% te verminderen ten opzichte van 1995. Voor het APH heeft de ICBR tot dusver periodiek evaluaties uitgevoerd. Bij de evaluatie van de vermindering van het schaderisico in 2000 en 2005 is een veeleer kwalitatieve methode toegepast (zie ICBR-rapport 157).

Het belangrijkste doel van de in 2007 in werking getreden Richtlijn over overstromingsrisico's (ROR, richtlijn 2007/60/EG) is de vermindering van de negatieve gevolgen van overstromingen voor de gezondheid en het leven van de mens, het milieu, het cultureel erfgoed en de economische bedrijvigheid. In het kader van de regelmatige toetsing van het [overstromingsrisicobeheerplan van het internationaal stroomgebiedsdistrict Rijn \(ORBP Rijn deel A\)](#) en de implementatie van de ROR in zesjaarlijkse cycli zal er ook een evaluatie worden uitgevoerd. Analoog aan het APH zal de ICBR de ontwikkeling van het overstromingsrisico in de gehele hoofdstroom van de Rijn in de toekomst beoordelen rekening houdend met uitgevoerde ROR-maatregelen.

De ICBR heeft een evaluatie-instrument ontwikkeld dat zowel gebruikt kan worden voor de toetsing van het APH als voor het ORBP Rijn deel A. Met dit instrument kon de ICBR voor het eerst berekeningen uitvoeren voor de hoofdstroom van de Rijn. De resultaten hiervan worden voorgesteld in het synthesesrapport.

Het overstromingsrisico is het product van de potentiële schade en de overstromingskans. De ROR maakt een onderscheid tussen de gezondheid van de mens, het milieu, het cultureel erfgoed en de economische bedrijvigheid.

Voor de bepaling van het overstromingsrisico voor de vier beschermingsdoelen wordt er in de berekeningen gebruik gemaakt van de nationale informatie uit de ROR-overstromingsrisicokaarten die is verzameld voor het niveau van de Rijn (zie [Rijnatlas 2015](#)). Daarnaast wordt er rekening gehouden met theoretische, geplande of uitgevoerde maatregelen zoals ingedeeld in de ROR-categorieën (zie "[Guidance for Reporting under the Floods Directive \(2007/60/EC\)](#)"), waarbij het effect van deze maatregelen op de ontwikkeling van het risico wordt geschat.

Voor de gezondheid van de mens wordt als parameter het aantal mensen gebruikt dat door een hoogwater getroffen wordt.

Voor milieu en cultureel erfgoed wordt een andere werkwijze gekozen, waarbij een indeling gebruikt wordt op basis van de combinatie van waterdiepteklassen en een klasse-indeling voor de kwetsbaarheid van potentieel getroffen beschermde gebieden en het belang van culturele erfgoederen. Dit levert een matrix op waarmee de potentiële schade beoordeeld kan worden. Bij alle vier de beschermingsdoelen staan de directe gevolgen / de directe schade van hoogwatergebeurtenissen¹ centraal.

Voor het bepalen van het risico voor economische bedrijvigheid worden Corine Land Cover (CLC)-landgebruikskaarten en ROR-overstromingsgevaarkaarten (zie [Rijnatlas 2015](#)) gebruikt. Deze kaarten zijn beschikbaar voor de gehele hoofdstroom van de Rijn, echter de afzonderlijke landen gebruiken meestal meer gedetailleerde landgebruiksgegevens die nationaal beschikbaar is. Voor de economische bedrijvigheid wordt een monetair risico bepaald op basis van de overstromingsdiepte bij een bepaalde herhalingstijd en de aanwezige vermogenswaarden.

¹ Vervolgschade, bijvoorbeeld als gevolg van productieonderbrekingen, wordt dus niet ingeschat.

Maatregelen die invloed hebben op het overstromingsrisico kunnen worden onderverdeeld in maatregelen die effect hebben op de overstromingskans en maatregelen die invloed hebben op de potentiële negatieve gevolgen/schade.

In het kader van de ROR zijn op EU-niveau categorieën met maatregelen opgezet. Die categorieën worden hier gehanteerd met volgende hoofddeling: "preventie", "bescherming", "paraatheid". De twee categorieën "preventie" en "paraatheid" bevatten maatregelen die voornamelijk de potentiële gevolgen beperken, zoals bijv. niet-structurele initiatieven, bewustmaking, opstellen van verwachtingen, communicatie en crisismanagement. De maatregelen onder "bescherming" hebben vooral invloed op de verandering van de overstromingskans, door bijv. het verlagen van de waterstanden door de aanleg van retentiegebieden, het verleggen van dijken, enz.

Om de voortgang van de realisatie van de voorgenomen maatregelen te kunnen volgen, zijn er zogenaamde "indicatoren" gedefinieerd. Deze indicatoren

1. zijn representatief voor grotere groepen maatregelen en
2. zijn ook met de beschikbare databases meetbaar.

Per indicator is het verband tussen de realisatiegraad van maatregelen en de gevolgen gedefinieerd, waar mogelijk op basis van gekwantificeerde gegevens, maar ook op basis van expert judgement. Het effect van een maatregel is het resultaat van de combinatie van het maximaal mogelijke effect en de realisatiegraad van de maatregel per zichtjaar en gebied.

Geo-informatiesystemen (GIS) bieden goede mogelijkheden om verschillende soorten informatie en data te combineren en een risicoanalyse uit te voeren. In dit verband heeft de ICBR het consortium HKV Hydrokontor & HKV Lijn in Water de opdracht gegeven om een dergelijk instrument als GIS-applicatie te ontwikkelen.

Opmerking bij het doel en de structuur van het document

In het onderhavige technische rapport zijn de rekenmethode en de werkwijze op begrijpelijke wijze vastgelegd, zowel voor de ICBR als voor andere gebruikers van het instrument.

Er wordt een beschrijving gegeven van de rekenmethode - die verschilt per beschermingsdoel (mens, milieu, cultureel erfgoed, economische bedrijvigheid) - de noodzakelijke gegevens, de koppeling tussen maatregelen en vastgestelde indicatoren en de manier waarop het effect van maatregelen wordt berekend.

Opmerking bij de methode en de gegevensbasis: De specifieke methode voor de inschatting van het overstromingsrisico en het effect van maatregelen op de ontwikkeling van dit risico, en de gemeenschappelijke gegevensbasis op grote schaal die is gebruikt voor het Rijnstroomgebied kunnen afwijken van de nationale rekenmethodes en -resultaten, die uitgaan van nauwkeurigere databases (bijv. in het kader van de overstromingsrisicobeheerplannen).

Verder is er een **technisch handboek** opgesteld voor de **toepassing van het instrument in de praktijk**. Deze "users guide" zal ter beschikking worden gesteld aan toekomstige gebruikers.

Nog gedetailleerdere informatie is te vinden in het **interne eindrapport** van het consortium².

² Kan worden aangevraagd bij de ICBR.

Structuur van het rapport

In hoofdstuk 1 en 2 wordt een beschrijving gegeven van de algemene methode voor de berekening van het overstromingsrisico, de specifieke methode voor de beoordeling van de beschermingsdoelen mens, milieu, cultureel erfgoed en economie, en de gedane aannames met betrekking tot die methodes.

In hoofdstuk 3 wordt de scala aan gegevens voorgesteld die nodig zijn om het instrument te gebruiken en daarnaast worden er al enkele aanbevelingen gegeven in verband met de verzameling, formattering en omgang met deze gegevens.

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de maatregelen voor overstromingsrisicobeheer die in het instrument worden toegepast, op het gebruik van indicatoren om het effect van maatregelen op de vermindering van het risico weer te geven en te evalueren, op de verzamelde informatie, de vastgestelde rekenwijzen en de onderliggende aannames.

In hoofdstuk 5 wordt een gedetailleerde voorstelling gegeven van het instrument en een beschrijving van de manier waarop de gegevens erin zijn verwerkt. Ook worden de verschillende rekenmodules en weergavevormen voor resultaten (tabellen, kaarten, ...) beschreven. Als afsluiting wordt er een rekenvoorbeeld uitgewerkt. Een specifiek handboek (users guide), dat beschikbaar is bij de ICBR, vervolledigt dit hoofdstuk.

In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken in verband met het gebruik van het instrument, de hiermee verbonden rekenmethodes en de werkwijze. Er zij op gewezen dat de resultaten van de gerealiseerde berekeningen en specifieke aanbevelingen zijn opgenomen in een apart ICBR-syntheserapport (ICBR-rapport 236, 2016).

1. Methode voor de berekening van het overstromingsrisico

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de algemene methode voor de berekening van het overstromingsrisico, waarop het instrument is gebaseerd³. De berekening heeft als voornaamste doel het kwantificeren van de verandering van het overstromingsrisico als gevolg van maatregelen. Bij het APH gaat het om de beoordeling van uitgevoerde maatregelen. Het is ook mogelijk om geplande/toekomstige maatregelen te beoordelen, hetgeen de ICBR heeft gedaan voor de ROR.

De berekeningen van het overstromingsrisico worden uitgevoerd met een Geografisch Informatie Systeem (GIS). In het GIS-instrument⁴ wordt er gerekend op het niveau van rastercellen. In de evaluatie worden de resultaten van afzonderlijke rastercellen in een tabel geaggregeerd tot het gewenste niveau: bijv. Rijntraject (zie bijlage 1), gemeente, district, regio/deelstaat, staat of Rijn als geheel. Navolgend worden de berekeningen op het niveau van een rastercel weergegeven voor één gebeurtenis/zichtjaar. Na de afzonderlijke berekeningen kan er een vergelijkende berekening worden uitgevoerd tussen verschillende jaren om de verandering of vermindering van het risico als gevolg van theoretische of werkelijk uitgevoerde maatregelen te beoordelen. In de ICBR-berekeningen zijn, aansluitend bij het APH, de volgende zichtjaren gebruikt: 1995, 2005, 2015, 2020 en 2020+ (~2030).

³ De poster in bijlage 2 geeft een overzicht van de opbouw van het instrument met de vier modules (ModelBuilders) "Damage assessment", "Risk assessment", "Measure impact" en tot slot "Flood risk reduction".

⁴ De rekenmethode is door middel van toolboxes en ModelBuilders geïmplementeerd in de GIS-software ARC-GIS Desktop 10 (= HIRI-tool/instrument).

Het overstromingsrisico wordt algemeen gedefinieerd als het product van potentiële schade en een kans dat die schade optreedt (in figuur 1 wordt de methode weergegeven die is toegepast bij de risicoanalyse).

Algemene formule van het overstromingsrisico:

Overstromingsrisico (€/jaar of aantal/jaar)

= verwachte, potentiële schade (€ of aantal) x overstromingskans (1/jaar)

Formule in het kort: $R = S \times P$

waarin:

R = overstromingsrisico (€/a of aantal/a)

S = verwachte, potentiële schade bij overstroming (€ of aantal)

P = overstromingskans (1/a)

In het APH gaat het voornamelijk om de economische schade / het economische risico. Echter, volgens de ROR moeten ook de gezondheid van de mens, het milieu en het cultureel erfgoed worden beoordeeld. De gezondheid van de mens wordt uitgedrukt door het aantal getroffen personen. Het milieu en het cultureel erfgoed worden beoordeeld door middel van een gevoeligheidsmatrix met klassen (zie hoofdstuk 2). De toelichting in het onderhavige hoofdstuk gaat over de beoordeling van de economie.

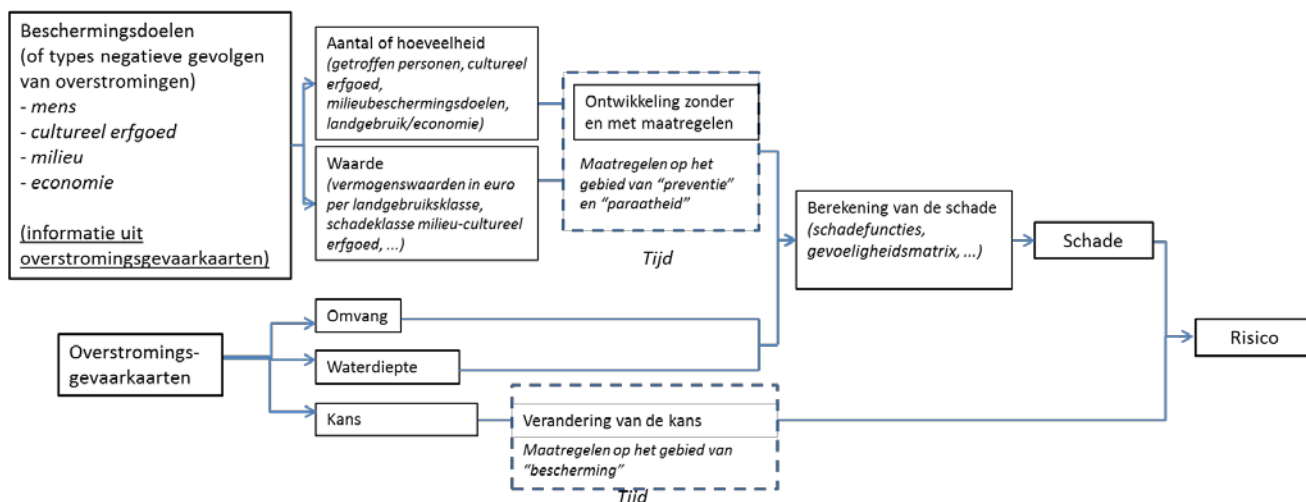
Bij overstromen wordt de hoogte van de schade bepaald door de overstromingsdiepte en het landgebruik/de objecten/beschermingsdoelen/waarden op de plek van de overstroming.

In het kader van de hier beschreven, grootschalige benadering is er geen rekening gehouden met de stroomsnelheid. Hier wordt nadere uitleg over gegeven bij de beschrijving van de afzonderlijke beschermingsdoelen.

In deze benadering is de ROR een belangrijk uitgangspunt. De overstromingsgevaarkaarten voor de drie overstromingskansen (HQ10, HQ100 en HQextreem; *in het onderhavige document ook aangeduid als "HQhigh", "HQmedium/med" en "HQextreme/HQext"*) die in het kader van de ROR tot stand zijn gebracht, vormen de basis voor de waterdiepte. Voor de berekening van de vermindering van het risico wordt er rekening gehouden met maatregelen op verschillende actieterreinen (preventie, bescherming en paraatheid), die invulling geven aan de thema's die zijn vastgelegd in de ROR (EU Common Implementation Strategy - CIS⁵). Voor de bepaling van (de ontwikkeling van) het landgebruik en de berekening van de economische schade zijn er verschillende datasets van Corine Land Cover gebruikt (CLC 1990 dan wel 2000 voor de zichtjaren 1995 en 2005, en CLC 2006 voor de zichtjaren 2015, 2020 en 2020+), omdat deze gegevensbank beschikbaar is voor heel Europa, behalve voor Zwitserland en Liechtenstein (afzonderlijke datasets). Voor de bepaling van het risico voor de gezondheid van de mens en voor de beschermingsdoelen milieu en cultureel erfgoed zijn de gegevens gebruikt die de staten in het kader van de implementatie van de ROR hebben opgenomen in hun nationale overstromingsrisicokaarten, d.w.z. de gegevens die zijn geaggregeerd in de Rijnatlas 2015.

⁵ Zie "Guidance for Reporting under the Floods Directive (2007/60/EC) - Guidance Document No. 29: A compilation of reporting sheets adopted by Water Directors", tabel 10.3.2 (link: <http://icm.eionet.europa.eu/schemas/dir200760ec/resources>) en gewijzigde LAWA-lijst LAWA http://www.lawa.de/documents/Empfehlungen_zur_Aufstellung_von_HWRMPL_mit_Anlagen_563.pdf.

Het overstromingsrisico kan op twee manieren worden beïnvloed: door de overstromingskans te veranderen (zie bijlage 3) en door de potentiële schade te beïnvloeden. De verandering van de overstromingskans door middel van waterstandverlagende maatregelen, zoals retentie- en rivierverruimende maatregelen, wordt beschreven in ICBR-rapport 229 (zie samenvatting in bijlage 3).



Figuur 1: Toegepaste werkwijze voor de risicoanalyse

De verandering van het overstromingsrisico wordt bepaald ten opzichte van het referentiejaar. In het geval van het APH is dit 1995.

Neem als voorbeeld een berekening in de tijd, meer bepaald tussen twee zichtjaren (hier: 2005 ten opzichte van het referentiejaar 1995). De verandering van het risico tussen 1995 en 2005 wordt dan als volgt berekend:

$$\Delta R_{2005/1995} = (R_{2005} - R_{1995}) / R_{1995}$$

Schade dient in dit verband in de ruimste zin te worden begrepen als economische schade, "schade" aan de gezondheid van de mens, cultureel erfgoed en het milieu. De economische schade wordt met de methode uit de Rijnatlas 2001 berekend op basis van schadefuncties en vermogenswaarden (zie bijlage 4 en 5). Om te voldoen aan de ROR-bepalingen dienen de gezondheid van de mens, het milieu en het cultureel erfgoed op een andere manier te worden geëvalueerd dan de economische bedrijvigheid. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

Verder zijn er voor elke categorie van maatregelen conform ROR indicatoren vastgesteld (zie hoofdstuk 4). Een indicator is een meetbaar verschijnsel, een maatstaf, dat de werkelijkheid versimpelt. Een indicator heeft een signalerende functie, en geeft inzicht in een bepaalde ontwikkeling. De indicatoren zijn gekozen om meetbaar representatief te zijn voor de verschillende categorieën van maatregelen: ze leveren zo objectief en kwantificeerbaar mogelijke informatie over de uitvoering van maatregelen. Per indicator bestaat er een verwacht effect, dat is geschat en vastgesteld op basis van literatuur en expert judgement. De verzamelde nationale gegevens over de uitvoering van maatregelen (uitgedrukt in indicatoren) leveren de realisatiegraad van een maatregel.

$$S_{\text{met maatregel}} = S_{\text{zonder maatregel}} \times (1 - \text{effect} \times \text{realisatie})$$

Voorbeeld: Als de schade zonder maatregel € 1.000 bedraagt en het product van effect en realisatie 20% is, dan wordt de schade met € 200 gereduceerd. Wat rest, is 80% schade, namelijk € 1.000 x (1-0,2) = € 800.

2. Methodes voor de beoordeling van het risico voor de gezondheid van de mens en de beschermingsdoelen milieu, cultureel erfgoed, economische bedrijvigheid, en algemene mogelijkheden van het instrument

In dit hoofdstuk worden de methodes voor de beoordeling van het risico voor mens, milieu, cultureel erfgoed en economie, en de gedane aannames met betrekking tot die methodes toegelicht.

De methode die hier wordt voorgesteld en die de basis vormt van het instrument is gericht op het uitvoeren van macroscopische/grootschalige analyses van het overstromingsrisico op het niveau van het Rijnstroomgebied (voor de vier genoemde onderwerpen) en van de potentiële nadelige gevolgen van verschillende overstromingsscenario's, hun ontwikkeling in de ruimte en de tijd, maar ook hun mogelijke vermindering als gevolg van de uitvoering van verschillende maatregelen.

De methode kan ook kleinschalig of lokaal worden toegepast, echter dienen dan de nodige gegevens overeenkomstig de gewenste, kleine schaal te worden aangepast.

De drie beschermingsdoelen gezondheid van de mens, cultureel erfgoed en milieu worden niet monetair beoordeeld; hun beoordeling wijkt af van de beoordeling van het beschermingsdoel economie en gaat uit van expert judgement en specifieke aannames. De ICBR heeft hiervoor **nieuwe (reken)methodes gedefinieerd**, waarmee het aantal potentieel **getroffen inwoners, beschermde gebieden of culturele erfgoederen** wordt bepaald op basis van de waterstandsklassen uit de Rijnatlas 2015⁶ (zie tabel 1). Deze methodes worden voorgesteld in hoofdstuk 2.2 t/m 2.4.

Tabel 1: Waterstandsklassen uit de Rijnatlas 2015

Schaal	Criterium
1	$h < 0,5 \text{ m}$
2	$0,5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$
3	$2 \text{ m} < h < 3 \text{ m}$
4	$3 \text{ m} < h < 4 \text{ m}$
5	$> 4 \text{ m}$

Het beschermingsdoel economische bedrijvigheid kan en wordt daarentegen monetair beoordeeld door verschillende economische gegevens te combineren met gegevens over waterdieptes (zie hoofdstuk 2.1).

2.1. Mens

De gezondheid van de mens wordt gekwantificeerd op basis van het aantal getroffen en/of bedreigde personen.

In het kader van het onderhavige project wordt er een tweetrapsaanpak gevolgd:

1. Weergave van alle getroffen personen, los van waterdiepte of andere parameters. Als aanvulling kan het aantal getroffen personen worden weergegeven voor de waterstandsklassen die zijn vastgesteld in het ICBR-project.

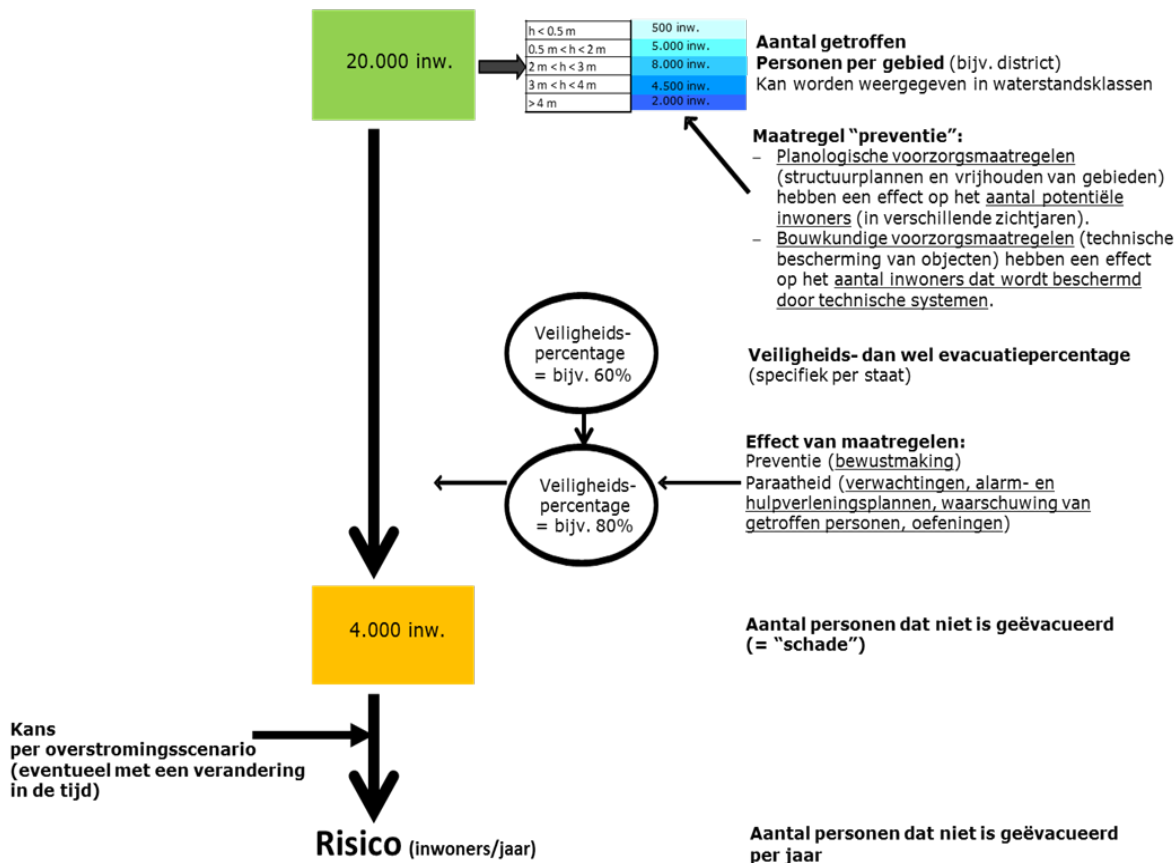
⁶ <http://www.iksr.org/nl/documentenarchief/rijnatlas/index.html>

- Bepaling van het aantal personen dat zich niet in veiligheid kan/wil brengen of geëvacueerd kan/wil worden door toepassing van een nationaal of regionaal veiligheidspercentage.

Het risico wordt als volgt berekend:

$$\text{Risico mens} = \text{aantal getroffen} \times (1 - \text{veiligheidspercentage}) \times \text{kans [aantal / jaar]}$$

De voorgestelde aanpak is grafisch weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Aanpak voor de beoordeling van de gezondheid van de mens

De inwonertallen die zijn bepaald voor het zichtjaar 2015 (actualisering van de Rijnatlas) worden als basis genomen en omgerekend naar de andere zichtjaren (scenario's), gebruikmakend van de relatieve veranderingen voor specifieke gebieden overeenkomstig de tabel in bijlage 7, zodat er rekening wordt gehouden met de demografische ontwikkeling in de periode 1995 t/m 2020+ (zie bijlage 8).

Het totale aantal getroffen inwoners per overstromingsscenario in 2015 is het resultaat van de berekeningen die de (deel)staten hebben uitgevoerd en aangeleverd bij de totstandbrenging van de Rijnatlas 2015.

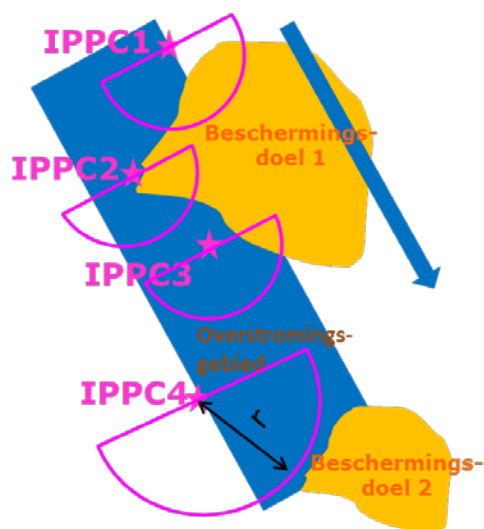
De gegevens over door overstroming getroffen personen (Rijnatlas) zijn helaas niet zo ruimtelijk gedetailleerd dat ze direct gebruikt kunnen worden. Er is daarom gekozen voor een realistische ruimtelijke verdeling passend bij het detail van de Corine Land Cover-gegevens, waarbij personen uitsluitend in de bebouwde gebieden worden gelokaliseerd.

Hierdoor kunnen er significante verschillen ontstaan ten opzichte van het aantal getroffen personen dat is vastgesteld in het kader van de nationale

overstromingsrisicobeheerplannen. Voor een regionale analyse op kleine schaal moet er vanuit vakkundig oogpunt gebruik worden gemaakt van de gedetailleerdere informatie uit de regionale/nationale overstromingsrisicobeheerplannen.

2.2. Milieu

Het uitgangspunt van deze nieuwe methode voor de beoordeling van risico's van overstromingen voor het milieu⁷ is dat niet de overstroming zelf, maar de negatieve gevolgen van een overstroming schade berokkenen aan oppervlaktewaterlichamen die in een goede of zeer goede ecologische toestand verkeren en aan beschermingsdoelen/beschermde gebieden zoals bedoeld in bijlage IV, nummer 1, sub i en v van richtlijn 2000/60/EG⁸. Negatieve gevolgen zijn door overstromingen veroorzaakte waterverontreinigingen vanuit IPPC-installaties, SEVESO-bedrijven en rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's). Met mogelijke schade door directe effecten van overstromingen op het milieu is in het onderzoek geen rekening gehouden.



Vanwege de voor de onderhavige, grootschalige analyse gedane aanname dat een beschermingsdoel alleen schade kan ondervinden als het zich benedenstrooms van een ondergelopen gevaarlijke installatie bevindt, berokkenen de gevaarlijke installaties IPPC 1 en IPPC 2 wel schade aan beschermingsdoel 1 en installatie IPPC 4 niet, omdat IPPC 4 zelf benedenstrooms van beschermingsdoel 1 ligt. Ook op beschermingsdoel 2 heeft installatie IPPC 4 geen effect, omdat de effectafstand (roze cirkel) beschermingsdoel 2 niet raakt.

Figuur 3: Voorbeeld van de weergave van het effect van IPPC-installaties op ecologische beschermingsdoelen

Deze vereenvoudigde werkwijze voor de inschatting van het overstromingsrisico op grote schaal wijkt ook bij het beschermingsdoel milieu deels duidelijk af van de analyses van het overstromingsrisico die voor dezelfde installaties zijn uitgevoerd in het kader van de nationale/regionale overstromingsrisicobeheerplannen.

Zoals in de methode voor de beoordeling van het beschermingsdoel cultureel erfgoed (zie hieronder) wordt het beschermingsdoel milieu beoordeeld met behulp van een matrix. Hierboven is al uitgelegd dat de beïnvloedende parameter niet alleen wordt beschreven door de overstroming zelf, d.w.z. de waterdiepte, maar door het gevaar dat uitgaat van de aangewezen installaties en rwzi's (zie tabel 3).

⁷ Deze vereenvoudigde werkwijze voor de inschatting van het overstromingsrisico op grote schaal wijkt deels duidelijk af van de analyses van het overstromingsrisico die voor dezelfde installaties zijn uitgevoerd in het kader van de overstromingsrisicobeheerplannen.

⁸ Gebieden die zijn aangewezen voor de onttrekking van voor menselijke consumptie bestemd water; gebieden die voor de bescherming van habitats of soorten zijn aangewezen (...) met inbegrip van de relevante (...) Natura 2000-gebieden. Met bijlage IV, nummer 1, sub iii is hier geen rekening gehouden.

Als aanvulling op de informatie over natuur- en drinkwaterbeschermingsgebieden gebruikt de ICBR gegevens over rwzi's (shapefile).

De navolgende tabellen zijn voorbeelden om de door de ICBR ontwikkelde methode te beschrijven.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de schaal en criteria voor de bepaling van de ecologische gevoeligheid en het regeneratievermogen van een milieubeschermingsdoel:

In overleg met de werkgroep Ecologie van de ICBR is aan de gevoeligheid van de drie beschermingsdoelen het volgende relatieve gewicht toegekend (1 = kleinste en 3 = grootste gevoeligheid, zie tabel 2):

- Drinkwaterbeschermingsgebieden en beschermde bronnen: grootste gevoeligheid (= 3). Reden: deze gebieden zijn in de eerste plaats relevant voor de drinkwatervoorziening, d.w.z. voor de gezondheid van de mens.
- Waterafhankelijke habitatgebieden: gemiddelde gevoeligheid (= 2). Reden: deze gebieden zijn belangrijke habitats voor van het water afhankelijke fauna en flora. In deze gebieden heeft waterverontreiniging gevolgen voor meer soorten dan in vogelbeschermingsgebieden;
- Waterafhankelijke vogelbeschermingsgebieden: lage gevoeligheid (= 1). Reden: de negatieve gevolgen van waterverontreiniging zijn hier grotendeels beperkt tot vogelsoorten (anders dan in habitatgebieden);
- KRW-oppervlaktewaterlichamen (c.q. ecologische toestand van de wateren): gemiddelde gevoeligheid (= 2). In de KRW zijn er vijf toestandsklassen vastgelegd, maar hier wordt alleen rekening gehouden met oppervlaktewaterlichamen die in een goede of zeer goede ecologische toestand verkeren, omdat overstromingen van IPPC-installaties er bij deze waterlichamen voor zorgen dat de in de KRW vereiste goede toestand niet wordt gehaald;
- Overige: diverse andere, niet-gedefinieerde milieubeschermingsdoelen. Hiervoor wordt de laagste gevoeligheidsklasse gekozen (= 1).

Tabel 2: Criteria voor de beoordeling van de ecologische gevoeligheid van watergerelateerde beschermingsdoelen

Schaal		Criterium voor de gevoeligheid	Milieubeschermingsdoelen
Kwantitatief	Kwalitatief		Beschrijving
1	laag	Lage ecologische gevoeligheid	Waterafhankelijke vogelbeschermingsgebieden, overige (diverse andere, niet-gedefinieerde milieubeschermingsdoelen)
2	gemiddeld	Gemiddelde ecologische gevoeligheid	Waterafhankelijke habitatgebieden, oppervlaktewaterlichamen (KRW)
3	hoog	Hoge ecologische gevoeligheid	Drinkwaterbeschermingsgebieden en beschermde bronnen

Hier zij nogmaals opgemerkt dat de ontwikkelde methode en de bijbehorende aannames zijn gebaseerd op expert judgement. Deze vereenvoudigde werkwijze voor de analyse op grote schaal verschilt deels van de werkwijzen in het kader van de nationale/regionale

overstromingsrisicobeheerplannen (zie onderstaand kader). Voor een regionale analyse is het zinvol om eventueel rekening te houden met aanvullende informatie en zienswijzen uit regionale of kleinschalige overstromingsrisicobeheerplannen.

Voorbeeld Baden-Württemberg:

In de Duitse deelstaat Baden-Württemberg is er bij de analyse van de effecten van ondergelopen IPPC-installaties geen onderscheid gemaakt op basis van de gevoeligheid van potentieel getroffen beschermde gebieden, omdat ervan wordt uitgegaan dat in het bijzonder ook grond die voor landbouwdoeleinden wordt gebruikt zal moeten worden gesaneerd. De specifieke gevoeligheid van Natura 2000-gebieden voor hoogwatergebeurtenissen is door technische diensten los van de effecten van ondergelopen IPPC-installaties geanalyseerd. Daarbij is duidelijk geworden dat er in een deel van de gebieden ook zonder bijzondere verontreinigingen met schadelijke stoffen een verhoogd risico bestaat, omdat levensgemeenschappen in hoge mate worden verstoord (voorbeeld: vlinderfamilie van de blauwtjes). Dit risico kan worden verminderd door middel van Natura 2000-maatregelen.

Het effect, dat kan worden beschreven door de waterdiepte, maar ook door de risicoklassen van de IPPC-richtlijn en het verontreinigingspotentieel (de toxiciteit) van de stoffen in de installaties, is in tabel 3 verdeeld in vier klassen. Bij de IPPC-installaties wordt van de zes hoofdcategorieën van installaties conform IPPC-richtlijn slechts één klasse gebruikt. Dit wordt aangevuld met twee klassen voor bedrijven die zijn geregeld in de SEVESO-richtlijn (hogedrempelinrichting Seveso 2 en lagedrempelinrichting Seveso 1, zie bijlage I van deze richtlijn) en één klasse voor rwzi's (zonder onderscheid van ontwerpcapaciteit of inwonerequivalent), wat het totaal brengt op vier types van installaties (zie tabel 3).

Het risico wordt beschreven aan de hand van een schaal, maar in de praktische implementatie in de tool worden de "effecten" van installaties over de beschermingsdoelen gelegd. Naar analogie van modellen voor de verspreiding en het transport van verontreinigende stoffen worden de effecten in stroomrichting gedefinieerd via een effectafstand (afstand tussen de bron van het gevaar en het beschermingsdoel). De verspreiding van schadelijke stoffen bij een overstroming hangt vooral af van de eigenschappen van de stoffen, de verpakking, de opslagomstandigheden en het falen van de beschermingsvoorzieningen. Om redenen van eenvoud wordt algemeen aangenomen dat los van hydraulische eigenschappen, concentratiegradiënt en verontreinigingen geldt: hoe hoger de schaal, hoe groter de effectafstand. De effectafstand is door de ICBR vastgesteld op basis van een theoretische inschatting van het potentiële, algemene, ecologische gevaar. Daarbij is aangenomen dat SEVESO-bedrijven gevaarlijker zijn dan IPPC-installaties. Met de (hoeveelheden van) stoffen die in afzonderlijke gevallen voorkomen, wordt hier geen rekening gehouden. Dit is een inschatting die de ICBR weliswaar als realistisch beschouwt, maar die (nog) niet is onderbouwd door wetenschappelijk onderzoek.

Tabel 3: Schaal en criteria voor de beschrijving van het effect op het beschermingsdoel milieu

Schaal (verontreinigingspotentieel)		Criterium	
Kwantitatief	Kwalitatief	Type installatie	Effectafstand, km
2	gemiddeld	IPPC	10
3	hoog	SEVESO1	20
4	zeer hoog	SEVESO2	50
2	gemiddeld	Rioolwaterzuiveringsinstallatie	10

Omdat zowel de waterdiepte als het verontreinigingspotentieel⁹ van de stoffen in gevaarlijke installaties bepalend zijn voor het effect op de beschermingsdoelen wordt er een risicomatrix (zie tabel 4) gevormd uit tabel 3 (verontreinigingspotentieel) en tabel 1 (waterstandsklassen: fysisch effect).

Tabel 4: Risicomatrix

Verontreinigingspotentieel	Fysisch effect (waterdieptes)				
	1 h < 0,5 m	2 0,5 m < h < 2 m	3 2 m < h < 3 m	4 3 m < h < 4 m	5 > 4 m
1	1	1,5	2	2,5	3
2	1,5	2	2,5	3	3,5
3	2	2,5	3	3,5	4
4	2,5	3	3,5	4	4,5
5	3	3,5	4	4,5	5

De beoordeling van de ecologische schade (zie tabel 5) wordt, rekening houdend met de stroomrichting, afgeleid uit de risicomatrix (zie tabel 4) en de ecologische gevoeligheid (zie tabel 2)¹⁰.

⁹ Ter herinnering: Het "verontreinigingspotentieel" komt overeen met de kwantitatieve schaal in tabel 3.

¹⁰ Ter herinnering: Het verontreinigingspotentieel van installaties is bepaald op basis van tabel 3 en de gevoeligheid van beschermde gebieden op basis van tabel 2. Door de som van verontreinigingspotentieel en fysisch effect te delen door twee wordt de risicowaarde verkregen. Bijv.: verontreinigingspotentieel = 3 en waterdiepte = 2 geeft som = 5, gedeeld door 2 = 2,5.

Tabel 5: Methode voor de beoordeling van de schade aan het milieu

Verontreinigingspotentieel		Installaties	Waterstandsklassen	
1 (laag)			1	$h < 0,5 \text{ m}$
2		IPPC, rwzi	2	$0,5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$
3		SEVESO1	3	$2 \text{ m} < h < 3 \text{ m}$
4		SEVESO2	4	$3 \text{ m} < h < 4 \text{ m}$
5 (hoog)			5	$> 4 \text{ m}$

Schaal voor het ecologische belang		Bedreiging*				
		laag → hoog				
Ecologische gevoeligheid	Type beschermd gebied	1	2	3	4	5
laag	Waterafhankelijke vogelbeschermingsgebieden, overige (diverse andere, niet-gedefinieerde milieubeschermingsdoelen)	1	1,5	2	2,5	3
gemiddeld	Waterafhankelijke habitatgebieden, oppervlaktewaterlichamen (KRW)	1,5	2	2,5	3	3,5
hoog	Drinkwaterbeschermingsgebieden en beschermde bronnen	2	2,5	3	3,5	4

* Bedreiging = (verontreinigingspotentieel + waterstandsklassen) / 2

Schadeklasse (SK)	laag	gemiddeld	hoog
-------------------	------	-----------	------

2.3. Cultureel erfgoed

In overeenstemming met de Rijnatlas 2015 zijn er gegevens beschikbaar gesteld voor **vier verschillende types van materieel cultureel erfgoed**, te weten UNESCO-werelderfgoed, historische monumenten, beschermde gebieden / beschermde zones in steden en overige (voor meer informatie, zie toelichtingen in het [achtergronddocument bij de atlas van 2015](#)). De ICBR heeft een methode voor de beoordeling van het beschermingsdoel cultureel erfgoed ontwikkeld die is gebaseerd op het belang en de kwetsbaarheid van deze types. De methode richt zich naar de werkwijze die is ontwikkeld in het kader van het door het Duitse ministerie van Onderwijs en Onderzoek gesubsidieerde onderzoeksproject XtremRisk (Dassayanake, 2012). Aangezien er in het onderhavige project wordt gewerkt met een geaggregeerde gegevensbasis voor de inschatting van het overstromingsrisico op grote schaal, is de methode vereenvoudigd.

De selectie van culturele erfgoederen en de classificatie van hun "belang" kan daarom deels aanzienlijk afwijken van de werkwijze die wordt gevolgd in de nationale/regionale overstromingsrisicobeheerplannen¹¹. Voor een regionale analyse moet er vanuit vakkundig

¹¹ Zo worden in de Duitse deelstaat Baden-Württemberg archieven beschouwd als cultureel erfgoed. De objecten hierin zijn doorgaans erg gevoelig voor hoogwater en kunnen niet of alleen met grote inspanningen worden gerestaureerd. Ook voor het verwoeste stedelijk archief van Keulen alleen al wordt er uitgegaan van 6.000 à 6.500 mensjaren die nodig zijn om de niet volledig vernielde archiefstukken te restaureren (voor meer informatie zie <http://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/kultur/historisches-archiv/der-wiederaufbau-der-bestaende>).

oogpunt gebruik worden gemaakt van de gedetailleerdere informatie uit de overstromingsrisicobeheerplannen.

In tabel 6 wordt een overzicht gegeven van het kwalitatieve en kwantitatieve belang van de verschillende types van cultureel erfgoed met betrekking tot het beoordelingscriterium dat uitgaat van het ruimtelijke belang.

Tabel 6: Cultureel belang van historisch cultureel erfgoed

Beschrijving	Belang		Criterium
	Kwantitatief	Kwalitatief	
UNESCO-werelderfgoed	3	hoog	Internationaal belang
Beschermde gebied / beschermde zone in steden	2	gemiddeld	Nationaal belang
Historisch monument	1	laag	Lokaal belang
Overige			

De classificatie en de criteria voor de bepaling van de fysische effecten van hydrostatische opstuwning (waterdiepte) en lage stroomsnelheden (< 2 m/s) zijn enigszins aangepast overgenomen uit Dassayanake (2012).

De combinatie van het belang van cultureel erfgoed (zie tabel 6) en de waterdiepte (zie tabel 1) resulteert in de matrix voor de beoordeling van de schade aan cultureel erfgoed (zie tabel 7). Terwijl een beperkt cultureel belang gecombineerd met waterstanden < 2 m weinig schade oplevert, is de schade bij hogere waterstanden vanaf 2 m gemiddeld of hoog.

Tabel 7: Methode voor de beoordeling van de culturele schade

Schaal voor het culturele belang	Schaal voor het fysische effect (waterstand)				
	1 h < 0,5 m	2 0,5 m < h < 2 m	3 2 m < h < 3 m	4 3 m < h < 4 m	5 > 4 m
1 lokaal belang (historische monumenten, overige)	1	1,5	2	2,5	3
2 nationaal belang (beschermde gebied / beschermde zone in steden)	1,5	2	2,5	3	3,5
3 internationaal belang (UNESCO-werelderfgoed)	2	2,5	3	3,5	4

Schadeklasse (SK)	laag	gemiddeld	hoog
-------------------	------	-----------	------

2.4. Rekenformule voor milieu en cultureel erfgoed

De schade aan milieu en cultureel erfgoed wordt geëvalueerd per schadeklasse. Bij wijze van voorbeeld wordt hieronder de formule weergegeven voor de berekening van de totale culturele schade per schadeklasse (SK). De ecologische schade wordt analoog berekend:

$$S_{sum_cult} = \sum_{i=1}^k AC_i \times S_{cult(i)}$$

waarin:

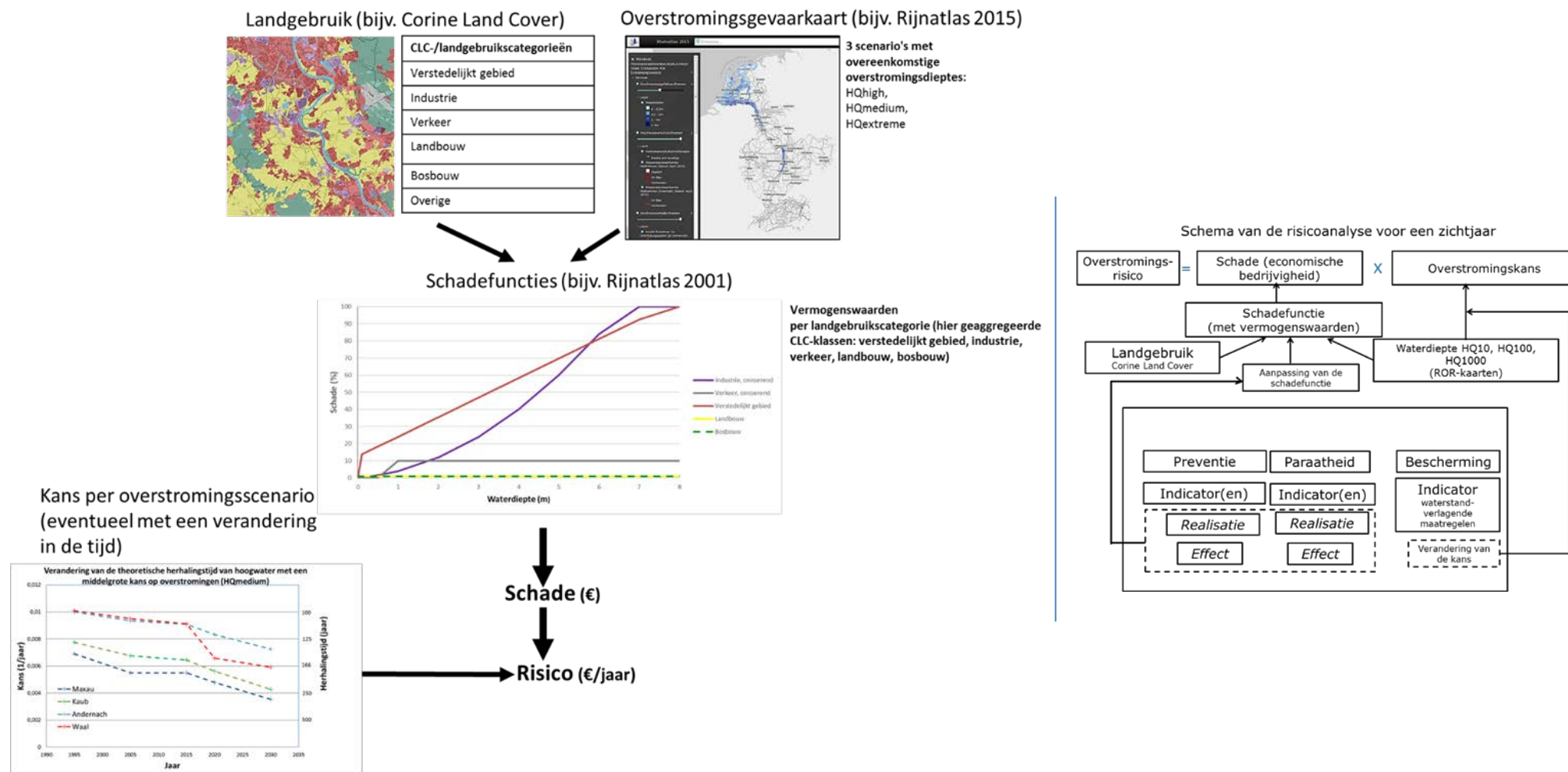
S_{sum_cult} = totale culturele schade

i = nummer van de cel die is gebonden aan een gemeente/onderzocht gebied

AC_i = aantal cellen (i) met culturele schade die in een gemeente liggen

$S_{\text{cult}(i)}$ = culturele schade per cel (i) die in een gemeente ligt. Op dezelfde manier wordt ook de totale culturele schade over alle schadeklassen berekend. De berekening van de culturele schade met maatregelen en het culturele risico gebeurt conform de bovenstaande definities.

2.5. Economie

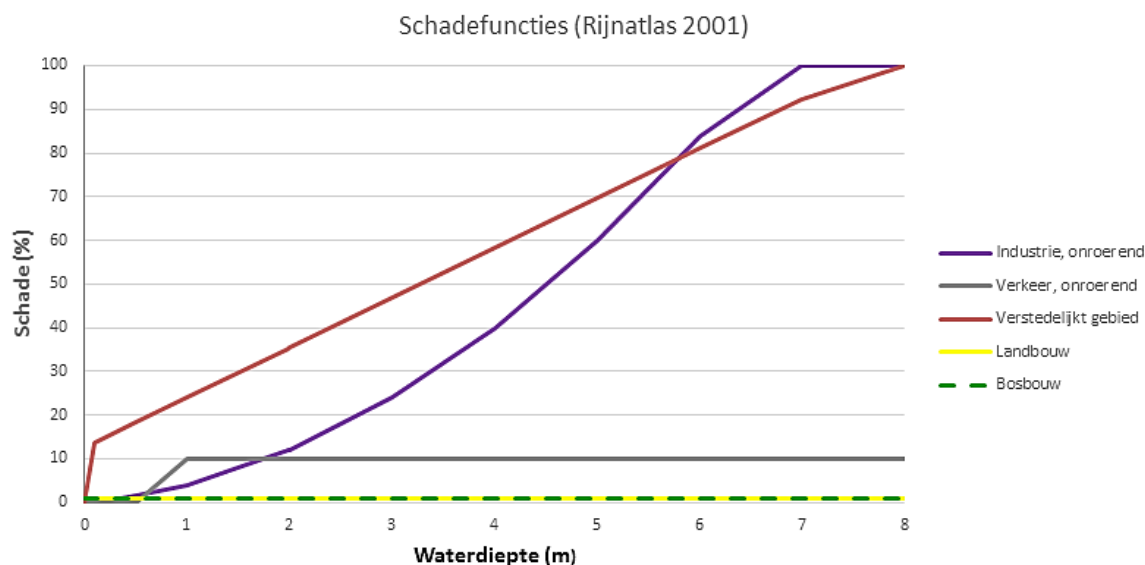


Figuur 4: Werkwijze voor de analyse van het risico op economische gevolgen rekening houdend met maatregelen

Bij de bepaling van de **potentiële economische schade** wordt er uitgegaan van de kennis over het verband tussen de waterdiepte en de hieruit resulterende schade, de zogenaamde schadefuncties. In het kader van de ICBR wordt de directe potentiële economische schade berekend zoals in de Rijnatlas 2001, teneinde een vergelijkbaarheid met de vroegere rekenresultaten te verkrijgen. Er wordt dus geen rekening gehouden met economische schade als gevolg van productieverlies in getroffen bedrijven of als gevolg van de onderbreking van de toeleveringsketen. In bijvoorbeeld de autosector kan deze schade vele malen groter zijn dan de directe potentiële schade. De gegevens die nodig zijn voor dergelijke beschouwingen zijn niet beschikbaar voor de analyse van het overstromingsrisico op grote schaal, zoals die in dit project wordt uitgevoerd. Als de basiswerkwijze wordt toegepast op kleinere schaal moet er vanuit vakkundig oogpunt rekening worden gehouden met dit aspect.

Gelet op het voorgaande dient er bij regionale analyses gebruik te worden gemaakt van de veel gedetailleerdere gegevens die voor deze schaal doorgaans beschikbaar zijn. Zo wordt bijvoorbeeld in verschillende (deel)staten een berekening van de potentiële schade uitgevoerd op basis van specifieke/gedetailleerde landgebruiksgegevens of gebruiksinformatie voor afzonderlijke gebouwen. Hierdoor kunnen er veel gedetailleerdere uitspraken worden gedaan.

De overstromingsdieptes zijn de invoerparameter voor de toepassing van de schadefuncties die zijn vastgesteld voor de gebruiksfuncties. De schadefuncties uit de Rijnatlas 2001, die als formule zijn opgenomen in bijlage 4 en grafisch zijn weergegeven in de onderstaande figuur, worden onveranderd overgenomen voor de landgebruikscategorieën.



Figuur 5: Schadefuncties uit de Rijnatlas 2001

De specifieke vermogenswaarden uit de Rijnatlas 2001 (zie bijlage 4) voor de afzonderlijke zichtjaren worden op regionaal niveau (staten dan wel deelstaten) aangepast op basis van de economische groei c.q. de consumentenprijsindex (zie hoofdstuk 3.2.4).

De **economische schade** wordt per rastercel berekend met de volgende formule:

potentiële schade = *vermogenswaarde (per landgebruikscategorie; €/m²)* x *schadefunctie "waterdiepte-schade" (per landgebruikscategorie)* x *rastercel (overstromingsgebied voor drie overstromingsscenario's en bijbehorende waterdiepte-informatie)*

Formule in het kort: $S_{cel} = V_{sp}(LG) \times Y(WD, LG) \times RC$

waarin:

S_{cel} = potentiële schade per rastercel bij overstroming (€ of aantal)

$V_{sp}(LG)$ = specifieke vermogenswaarde per landgebruik (LG) (€/m²) (bijlage 5)

$Y(WD, LG)$ = relatieve schadefunctie (%), functie van (WD) waterdiepte en (LG) landgebruik (bijlage 4)

RC = oppervlak van de rastercellen, in dit geval 100 m x 100 m

De toewijzing van de specifieke vermogenswaarden en schadefuncties gebeurt op basis van de CORINE-gegevens over het landgebruik. De afzonderlijke landgebruikstypes worden vastgesteld overeenkomstig de categorieën in de Rijnatlas 2001 (zie bijlage 4). Door de hydraulische, financiële en economische informatie te combineren in een geografisch informatiesysteem (GIS) en hierop schadefuncties toe te passen, kan de potentiële schade worden weergegeven in €/m², en het totaalbedrag worden berekend.

Het **effect van maatregelen** wordt via een verandering van de schadefunctie opgenomen in de berekening. Afhankelijk van de maatregel kan de schadefunctie afhankelijk van de waterdiepte of onafhankelijk van de waterdiepte via een standaardfactor worden veranderd. Hoe de schadefunctie als gevolg van een maatregel verandert, wordt in hoofdstuk 4 uitgelegd per maatregel.

Het **risico** wordt dan apart berekend voor de drie scenario's (grote, middelgrote en kleine kans) en voor alle zichtjaren (1995, 2005, 2015, 2020 en 2020+).

De formule voor de berekening van het overstromingsrisico wordt beschreven in hoofdstuk 1: *overstromingsrisico (€/a) = potentiële schade (€) x overstromingskans (1/a)*.

Daarnaast wordt het zogenaamde **integrale risico of de jaarlijkse verwachtingswaarde** berekend. Voor deze berekening worden de voor de drie herhalingstijden berekende schades gecombineerd tot een jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade (JVS, dit is het gemiddelde risico per jaar over een langere periode). Daarbij worden de afzonderlijk berekende risico's in de drie scenario's niet bij elkaar geteld, maar wordt er een aparte (extra) berekening uitgevoerd met behulp van de onderstaande wiskundige formule.

$$JVS = \frac{1}{T_{HQext}} * SHQext + \left(\frac{1}{T_{HQmed}} - \frac{1}{T_{HQext}} \right) * \frac{SHQmed + SHQext}{2} + \left(\frac{1}{T_{HQhigh}} - \frac{1}{T_{HQmed}} \right) * \frac{SHQhigh + SHQmed}{2}$$

(bron: HKV, 2006)

waarin:

JVS = jaarlijks verwachte schade

T^x = herhalingstijd bij afvoer HQ_x

HQ_{high} = afvoer van de frequente gebeurtenis

HQ_{med} = afvoer van de gemiddelde gebeurtenis

HQ_{ext} = afvoer van de extreme gebeurtenis

SHQext, med, high = schade in de drie overstromingssscenario's

Zoals bij de aparte risicoberekening kan de **verandering van het risico** worden bepaald op basis van het verschil tussen de JVS in het referentiejaar (1995) en de verdere zichtjaren.

2.6. Algemene mogelijkheden, aannames en grenzen van het instrument en de methodes

Opmerking over de algemene mogelijkheden, aannames en grenzen van het instrument en over de onderliggende methodes (details zijn te vinden in de desbetreffende hoofdstukken):

- Met het instrument, dat is ontwikkeld voor hoogwatergerelateerde analyses op grote schaal en stroomgebiedniveau, kunnen de potentiële schade en het risico voor de vier beschermingsdoelen worden berekend per overstromingsscenario en als integraal risico. Het biedt de mogelijkheid deze berekeningen uit te voeren met of zonder effect(en) van één of meer maatregelen. Als de berekeningen voor verschillende zichtjaren worden uitgevoerd, dan kan met de uitvoergegevens van het instrument een ontwikkeling of verandering van de potentiële schade of het risico worden berekend. De output van het instrument bestaat uit kaarten of tabellen.
- Het instrument en de methodes staan in nauw verband met de eisen van de ROR: gezondheid van de mens, milieu, cultureel erfgoed en economische bedrijvigheid, de drie gedefinieerde overstromingsscenario's, types van maatregelen zoals preventie, bescherming en paraatheid, wat betekent dat hiervoor de nodige gegevens moeten worden verzameld.
- In het instrument is een beperkt aantal maatregelen voor overstromingsrisicobeheer geïmplementeerd. Deze maatregelen worden ingevoerd door middel van indicatoren, wat betekent dat er niet met alle afzonderlijke maatregelen rekening kan worden gehouden. Er zijn specifieke methodes en informatie over de indicatoren met veel op expert judgement gebaseerde aannames (zie hoofdstuk 4).
- Het monetaire risico voor economische bedrijvigheid is gebaseerd op landgebruik, schadefuncties "waterdiepte-schade", vermogenswaarden, consumentenprijsindex. Als er andere parameters worden berekend, moet de informatie bij de invoergegevens (bijv. in verband met het landgebruik) worden aangepast. Specifiek ontwikkelde methodes voor mens, milieu en cultureel erfgoed zijn deels sterk gebaseerd op expert judgement, en worden niet monetair berekend. Het is niet mogelijk om andere rekenmethodes te gebruiken in het instrument, maar waarschijnlijk kunnen er andere/afwijkende invoergegevens worden gebruikt, zoals bijv. andere landgebruiksgegevens en schadefuncties. Er zijn specifieke gegevens nodig, zoals cultureel erfgoed, IPPC-installaties, natuurgebieden, ...
- Het instrument doet geen kosten-batenanalyse, maar de uitvoergegevens die door het instrument worden gegenereerd kunnen wel voor een kosten-batenanalyse worden gebruikt.
- De voorbereiding van de invoergegevens en de nabewerking van de uitvoergegevens gebeuren buiten het instrument en vragen specifieke GIS-kennis.
- De toepassing van het instrument vergt ArcGIS met Spatial Analyst en GIS-kennis plus begrip van de door de ICBR ontwikkelde methodes.

3. (Invoer)gegevens voor de toepassing van het instrument

In het onderhavige hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van (het formaat van) de noodzakelijke gegevens, en worden eerste aanwijzingen gegeven voor de verwerking van de gegevens voor de tool. Voor externe gebruikers is deze ICBR-gegevensverwerking een voorbeeld van hoe invoergegevens kunnen worden verwerkt. In het kader van het ICBR-project zijn er gegevens verzameld voor de drie overstromingsscenario's HQ10, HQ100 en HQextreem en voor de zichtjaren 1995, 2005, 2014/2015, 2020, 2020+ (~2030). Bijlage 10 bevat een overzichtstabel met details over de geleverde gegevens, belangrijke opmerkingen en informatie over restricties.

De nodige gegevens over de maatregelen/indicatoren worden hier weliswaar ter sprake gebracht, maar pas gedetailleerd uitgelegd in het volgende hoofdstuk. Ook de indicatoren worden in hoofdstuk 4 gedefinieerd.

3.1. Algemeen

Tabel 8 bevat de lijst van de digitale gegevens die worden gebruikt in de tool. Wat de gegevensformaten betreft, heeft de BfG in het kader van de actualisering van de Rijnatlas (Rijnatlas 2015) gegevenssjablonen opgesteld (zie ICBR-document GIS(3)13-04-02 en WasserBLiCK-systeem) waarin de structuur en de attributen van de gegevens zijn vastgelegd. Deze vastgestelde sjablonen en shapefiles/gegevensformaten kunnen ook worden toegepast door derden en maken het instrument daarom gemakkelijker in het gebruik (geen nieuwe gegevensformattering). Een voorbeeld van een dergelijke shapefile is te vinden in bijlage 9.

Veel gegevens in het ICBR-project komen uit het gegevensbestand dat is verzameld voor de atlas van 2015. De rest is overgenomen uit eigen ICBR-gegevensbanken (schadefuncties en vermogenswaarden; zie bijlagen 4 en 5), Europese (bijv. landgebruik CLC, rwzi's) of nationale gegevensbanken (bijv. bevolkingsstatistieken, consumentenprijsindex). Gebieden zijn risicogebieden als ze officieel conform ROR als zodanig zijn aangewezen (zie ICBR-rapportages over de implementatie van de ROR op <http://www.iksr.org/nl/overstromingsrichtlijn>).

Alle geogegeraden zijn weergegeven in het coördinatenstelsel GSC_WGS_1984, d.w.z. dat de geleverde gegevens eventueel moesten worden geprojecteerd en/of getransformeerd.

Tabel 8: Noodzakelijke en geleverde gegevens

Noodzakelijke en geleverde gegevens		
Gegevens	Relevant voor ...	Wie/waar?
Algemeen	Overzicht	
Topografische gegevens		ICBR
Bestuurlijke/politieke grenzen		ICBR
Kilometrerings van de Rijn		ICBR
Overstromingsdiepte en overschrijdingskans		
Overstromingsgrids drie scenario's, zichtjaar 2015	Schadepotentieel	WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Overstromingspolygonen drie scenario's, zichtjaar 2015	Schadepotentieel	WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Overschrijdingskans - van de Alpenrijn tot Iffezheim	Schaderisico	ICBR
Overschrijdingskans - van Iffezheim tot Lobith	Schaderisico	ICBR-HVAL
Overschrijdingskans - van Lobith tot de Rijndelta	Schaderisico	ICBR-HVAL
Landgebruik		
CORINE Land Cover 1990, 2000, 2006	Schadepotentieel	ICBR/EMA, CH + LI - in de toekomst direct uit WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Beschermingsdoel economie	Schadepotentieel, economisch	
Economische groei scenario 2020/2020+		(Deel)staten
Schadefuncties Rijnatlas 2001		ICBR
Specifieke vermogenswaarden Rijnatlas 2001		ICBR
Beschermingsdoel mens	Schadepotentieel, psychosociaal	
Inwoners drie scenario's, zichtjaar 2013/2014		WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Demografische verandering/prognose		Bureaus voor statistiek van de (deel)staten
Evacuatiepercentages		(Deel)staten
<i>Schadefunctie bevolking (niet gebruikt)</i>		HKV
Beschermingsdoel cultureel erfgoed	Schadepotentieel, cultureel	
Cultureel erfgoed (shapefiles)		WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Beschermingsdoel milieu	Schadepotentieel, ecologisch	
Drinkwaterbeschermings- en drinkwateronttrekkingsgebieden (shapefiles)		ICBR (KRW)/WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Vogelbeschermingsgebieden		ICBR (KRW)/WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Habitatgebieden		ICBR (KRW)/WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
IPPC-installaties (shapefiles) en/of Seveso-bedrijven (shapefiles)		ICBR (KRW)/WasserBLiCK/Rijnatlas 2015
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (shapefiles)		ICBR/EMA (of nationale gegevensbanken)
Maatregelen/indicatoren		
Effecten van maatregelen		Literatuur/ICBR/HKV
Niet-waterstandverlagende maatregelen met realisatiefactoren, gegeorefereerd	Schadepotentieel/schaderisico	(Deel)staten
Beschermingsvoorzieningen tegen overstromingen	Schaderisico	WasserBLiCK/Rijnatlas 2015

In verband met gegevens over maatregelen en indicatoren: In tabel 9 is aangegeven in welke eenheden, op welk niveau, voor welke zichtjaren en in welke formaten de gegevens over de maatregelen (indicatoren) dienen te worden aangeleverd. De bijbehorende rondvraag is opgenomen in bijlage 6. De gegevens over maatregelen worden als Excel-tabel of direct als shapefile voor de verschillende zichtjaren geleverd. Voorbeelden van Excel-tabellen of indicator-shapefiles kunnen worden aangevraagd bij het secretariaat (zie bijlage 9).

Tabel 9: Eenheid, schaal en formaat van de indicatoren

Indicatoren	Eenheid van de indicatoren	Eenheid	Voorkeursformaat	Schaal/orde van grootte
Bouwvoorschriften/bestemmingsplannen waarin regels voor de bescherming tegen overstromingen zijn opgenomen (waterrobuust bouwen)	Oppervlak van het gebied waarin stedenbouwkundige plannen waterrobuust bouwen voorschrijven [m ²] resp. procentueel aandeel van het oppervlak van gemeenten waarvoor stedenbouwkundige plannen met dit type voorschriften bestaan	m ²	Polygoon-shapefile (alternatief: % in een tabel)	Gemeente of hoger niveau
Verandering van de gegevens over het landgebruik (CLC-gegevens) binnen en buiten de bekeken overstromingsgebieden op overstromingsgevaarkaarten	Verandering van het landgebruik [m ²]	m ²	Corine Land Cover-gegevens of gedetailleerdere gegevens over het landgebruik CLC: schaal/orde van grootte: 100 * 100 m raster	
Uitgevoerde maatregelen voor waterrobuust bouwen	Eenheid van de indicator: uitgevoerde maatregelen in %	% (realisatie)	Polygoon-shapefile of tabel	Gemeente of hoger niveau
Gebieden die zijn beschermd door technische voorzieningen of mobiele systemen	Eenheid van de indicator: polygoon met het oppervlak dat wordt beschermd door technische voorzieningen of mobiele systemen [m ²]	m ²	Polygoon-shapefile (alternatief: % in een tabel)	Gemeente of hoger niveau
Installaties die zijn beschermd door technische structuren, voorzieningen en/of mobiele systemen	Eenheid van de indicator: lijst van installaties die (niet) zijn beschermd	Per installatie: beschermd / niet-beschermd	Punt-shapefile (alternatief: tabel met gegeolokaliseerde informatie over de installaties)	IPPC, Seveso-installaties (informatie uit de atlas 2015) en rwzi-gegevens
Beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen	Eenheid van de indicator: aantal huishoudens (als percentage van de getroffen huishoudens) dat olietanks heeft beveiligd of verplaatst naar een hogere verdieping (per gemeente) (enquêteresultaten Bubeck)	% (realisatie)	Polygoon-shapefile of tabel	Gemeente of hoger niveau
Beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen	Eenheid van de indicator: lijst van installaties waar olietanks zijn beveiligd en schadelijke stoffen zijn opgeslagen op hogere verdiepingen	Per installatie: beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen: JA/NEE	Punt-shapefile (alternatief: tabel met gegeolokaliseerde informatie over de installaties)	IPPC, Seveso-installaties (informatie uit de atlas 2015) en rwzi-gegevens
(Update)frequentie van voorlichtingscampagnes	Eenheid van de indicator: Updatefrequentie van voorlichtingscampagnes (in jaren)	diverse	Polygoon-shapefile of tabel	Gemeente of hoger niveau
Verandering van de kans (informatie van de ICBR-expertgroep HVAL)		Verandering van de kans en lokalisatie	Lijn-, punt-, polygoon-shapefile	Riviertraject/meetpunt
Voor deze maatregelen wordt ook een kans aangegeven: procentuele ontwikkeling/verandering van de overstromingskans tussen 1995 en nu door de verbetering van de bescherming		Lokalisatie, renovaties, verandering van de kans als gevolg van de verbetering van de bescherming (%)		Riviertraject
		Lokalisatie, renovaties, verandering van de kans als gevolg van de verbetering van de bescherming (%)		Riviertraject
Verbetering van de hoogwaterverwachting binnen een vastgestelde periode	Eenheid van de indicator: verwachtingstermijn in uren/dagen en andere aspecten	diverse	Polygoon-shapefile of tabel	(Deel)staat
Bestaan van alarm- en hulpverleningsplannen en frequentie van actualisering van deze plannen Aantal waarschuwingssystemen (waarschuwingroutes en communicatiemiddelen) Informatie over rampenoefeningen inclusief frequentie	Eenheid van de indicator: aantal systemen en frequentie van actualisering	diverse	Polygoon-shapefile of tabel	Gemeente of hoger niveau

3.2. Preciseringen bij de geleverde gegevens en de gegevensverwerking

Hier wordt nadere informatie gegeven over de verwerking van de gegevens in het ICBR-project ten behoeve van de berekening van de zichtjaren 1995, 2005, 2014/2015, 2020 en 2020+. Dit kan ook relevant zijn als voorbeeld voor externe gebruikers van het instrument. In de bijlagen 10 en 12 worden de gegevens beoordeeld en wordt er gewezen op desbetreffende/specifieke aannames en restricties.

3.2.1. CORINE-gegevens over landgebruik

De CORINE-gegevens zijn gedownload van de website van het Europees Milieuagentschap (<http://www.eea.europa.eu/>). Er zijn drie datasets in verschillende formaten (GeoTIFF of shapefile) beschikbaar voor de zichtjaren 1990, 2000 en 2006¹². In de bestanden zitten gegevens voor het gehele Rijnstroomgebied, behalve Zwitserland en Liechtenstein (ontbreekt alleen in de dataset van 1990).

Voor Zwitserland en Liechtenstein zijn er landgebruiksgegevens aangeleverd die aanleunen bij de werkwijze en nomenclatuur die is gebruikt bij de bepaling van het landgebruik voor de CORINE-gegevens.

Gegevensverwerking

De projectie en nomenclatuur van de geleverde gegevens over het landgebruik zijn gecontroleerd en geuniformiseerd, zodat ze per zichtjaar (1990, 2000 en 2006) konden worden samengevoegd tot één totaalbestand.

Bij de totstandbrenging van het bestand van 1990 is er geen gebruik gemaakt van de dataset uit Liechtenstein, omdat die te laat was ingediend. In plaats daarvan zijn de rastercellen uit de dataset van 2000 verwerkt in de dataset van 1990 en later vergeleken met het alsnog geleverde gegevensbestand. Omdat er amper iets was veranderd in het Rijnstroomgebied van Liechtenstein, zijn er geen verdere veranderingen toegepast.

Het resultaat van de bewerking van de CORINE-gegevens zijn drie sets van rastergegevens (1990, 2000 en 2006) voor het Rijnstroomgebied met een uniforme projectie en een rasterbreedte van 100 m.

Opmerking: Bij de evaluatie van de gegevens is duidelijk geworden dat de vergelijking van de zichtjaren 1995, 2005 en 2015 is bemoeilijkt door de verschillende CORINE-datasets die zijn gebruikt (de CLC 1990-gegevens lijken van slechtere kwaliteit te zijn dan de CLC 2000-gegevens, en de CLC 2000-gegevens zijn vermoedelijk minder goed dan de CLC 2006-gegevens). Daarom heeft de ICBR na afloop van het contract met HKV een aanvullende analyse van de ontwikkeling van de schade en het risico voor alle zichtjaren uitgevoerd met de CORINE-dataset van 2006. Dankzij de andere kwaliteit van de registratiemethodes zijn rekenartefacten voorkomen en zodoende kon het doelbereik van het APH (actiedoel 1) worden beoordeeld.

¹² Opmerking: Niet de geaggregeerde CLC 2006-dataset van de Rijnatlas 2015 is gebruikt (zie bijlage ...), maar wel de ruwe CLC 2006-dataset van het EMA.

3.2.2. Waterdieptes

De BfG heeft de waterdiepterasters voor de huidige toestand (2014/2015) in de drie scenario's in het kader van de Rijnatlas 2015 ontwikkeld op basis van de gegevens van de (deel)staten en vervolgens ter beschikking gesteld aan de ICBR.

Deze rasters zijn gebruikt voor de berekeningen van de gevoeligheidsanalyse (zie hoofdstuk 4.7). Bij de analyse van de resultaten viel op dat de gegevens op twee manieren inconsistent zijn: zowel de rasterbreedte van getroffen gebieden (bijv. Area HQ100 < Area HQ20) als de waterdieptes (bijv. WT HQ20 > WT HQ100) vertonen ongerijmdheden. Dit kan enerzijds worden verklaard door fouten in de afzonderlijke, nationale datasets van de (deel)staten en anderzijds door fouten bij de samenvoeging van de afzonderlijke rasters tot een totaalraster voor het Rijnstroomgebied. HKV heeft in opdracht van Rijkswaterstaat nieuwe waterdiepterasters gegenereerd op basis van de nationale gegevensbestanden (HKV, 2015).

Gegevensverwerking

In een eerste stap zijn de nationale datasets van de (deel)staten geanalyseerd met betrekking tot de eenheden waarin de waterdieptes zijn uitgedrukt, de ruimtelijk resolutie, het gegevensformaat, de gebruikte projectie en het gegevenstype.

In een tweede stap is er met behulp van ArcMap eenheid gebracht in de specifieke gegevenssets van de (deel)staten door ze, zoals afgesproken en gelet op het feit dat ze later nog verder zouden worden verwerkt, in een uniform formaat op te slaan.

Eerst zijn de vectorgegevens van Frankrijk (FR), Liechtenstein (FL) en Zwitserland (CH) geconverteerd naar rastergegevens met een voorlopige ruimtelijk resolutie van 20x20 m, wat overeenkomt met de resolutie waarin de andere (deel)staten hun gegevens hebben geleverd.

Vervolgens zijn de waterdiepterasters van alle (deel)staten, behalve die van Nederland (NL) en Hessen (DE-HE), die niet hoefden te worden omgerekend, uitgedrukt in een uniforme eenheid (cm).

In het waterdiepteraster voor het scenario HQext dat door Oostenrijk (AT) is aangeleverd, moesten de *NoData*-waarden (value=999) worden gewist door alle pixels met de waarde "999" aan te wijzen als *NoData* en zodoende de bandbreedte van de dataset te reduceren tot de waarden 0-100.

In de dataset van Noordrijn-Westfalen (DE-NW) is de projectie veranderd van ETRS 89 / UTM 32N (EPSG: 25832) in ETRS 89 / ETRS-LAEE (EPSG: 3035). Verder is in deze set, net zoals in de gegevensset van Baden-Württemberg (DE-BW), het gegevenstype omgezet van *floatingpoint* in *integer*, teneinde ongewenste artefacten weg te werken die het gevolg waren van de cijfers na de komma, die door de omrekening van de eenheden niet meer nodig waren.

Na deze noodzakelijke voorverwerking zijn de datasets van de afzonderlijke (deel)staten, rekening houdend met de drie scenario's HQhigh, HQmedium en HQextreme, samengevoegd om een totaalraster te maken voor het Rijnstroomgebied als geheel.

Daarna zijn de waterdieptes van 0 cm geëlimineerd en de waarden van de desbetreffende pixels op *NoData* gezet.

Eventuele inconsistenties in de waterdiepte en overstromingsomvang zijn weggehaald door de waterdiepterasters met elkaar te vergelijken door middel van differentieberekening en bij een negatieve afwijking (d.w.z. waterdiepte van HQhigh > waterdiepte van HQmedium) de waterdiepte van HQhigh met behulp van de functie "Mosaik to New Raster" op te nemen in het raster van HQmedium. Deze stap is op vergelijkbare wijze uitgevoerd met de waterdiepterasters van de scenario's HQmedium en HQextreme. Op deze manier kon worden gegarandeerd dat zowel de waterdiepte als de overstromingsomvang van zeldzamere gebeurtenissen steeds groter of ten minste even groot, maar zeker niet kleiner is dan bij de minder zeldzame gebeurtenissen.

In een derde stap zijn de drie scenario's voor het Rijnstroomgebied geresampled naar een resolutie van 100x100 m, waarbij er gebruik is gemaakt van de ruimtelijke omvang van de CORINE-landgebruiksgegevens¹³.

Tot slot zijn de deels door de zee beïnvloede waterdieptes buiten geselecteerde dijkringen in Nederland geschrapt.

Het resultaat zijn, wat de eenheid van de waterdieptes, de ruimtelijke resolutie, de gebruikte projectie en het gegevenstype betreft, eenvormige rasterdatasets voor de waterdieptes in het Rijnstroomgebied met een ruimtelijke resolutie van 100x100 m en zonder inconsistenties tussen de waterdiepte en overstromingsomvang in de drie scenario's HQhigh, HQmedium en HQextreme.

3.2.3. Overschrijdingskansen en bescherming tegen overstromingen (zie ook hoofdstuk 4)

De waterstandverlagende maatregelen uit het APH (ICBR-rapporten 199 en 200) en het ORBP zorgen voor een verlaging van de overstromingskansen (ICBR-rapport 229) en daarmee voor een vermindering van het overstromingsrisico. In bedijkte gebieden kan de overstromingskansen ook worden verminderd door aanpassing van het beschermingsniveau.

De ICBR heeft de overschrijdingskansen die voortvloeien uit retentiemaatregelen bepaald voor de drie scenario's HQ10, HQ100 en HQextreem in de waterbouwkundige toestanden 1995, 2005, 2010, 2020 en 2020+ op het Rijntraject van Maxau tot de monding in de Noordzee. Voor het Rijntraject van Maxau tot Lobith is de analyse gerelateerd aan meetpunten, voor het traject benedenstrooms van de monding van de Sieg (meetpunten Keulen, Lobith en de drie Rijntakken in de delta) is de analyse gerelateerd aan trajecten (zie ICBR-rapport 229 op www.iksr.org). De verdere onderverdeling van de Rijntrajecten is opgenomen in bijlage 1. Bovenstrooms van Maxau is geen verandering in de overschrijdingskansen vastgesteld. De overschrijdingskansen voor de drie scenario's en de verschillende zichtjaren zijn opgenomen in de berekeningen (zie bijlage 3).

(Door dijken) beschermde gebieden: Informatie over welke gebieden beschermd zijn door technische voorzieningen is nodig om het effect van maatregelen te kunnen berekenen. De gegevens uit de Rijnatlas 2015 zijn aangeleverd in lijn-shapefiles en geconverteerd naar polygoon-shapefiles. Voor Nederland was deze stap niet nodig, omdat de polygoon-shapefiles van de dijkringen direct klaar waren voor gebruik. De gegenereerde shapefile voor het Rijnstroomgebied wordt voor alle zichtjaren gebruikt.

¹³ Resampling is het proces waarbij pixelwaarden worden geïnterpoleerd tijdens de transformatie van een rastergegevensset. Dit wordt bijv. gedaan als de in- en uitvoer niet exact overeenstemmen of als de pixelafmetingen veranderen.

Gegevensverwerking

In een eerste stap zijn de Rijntrajecten gedefinieerd (zie bijlage 1) naar analogie van de zienswijze in ICBR-rapport 157. Vervolgens zijn de aan Rijnkilometers gerelateerde trajecten opgenomen in een polygoon-shapefile, omdat er zoals bij de dijkringen in Nederland gesloten oppervlakte-eenheden nodig zijn voor de berekening van het overschrijdingsrisico, d.w.z. vlakken die een gedefinieerde kans vertonen. De grenzen van de vlakken zijn met behulp van detailkaarten gedefinieerd op basis van de heersende topografische omstandigheden (breuklijnen).

In Nederland zijn de grenzen van de dijkringen herzien, zodat ook de buitendijkse gebieden in de polygoon kwamen te liggen (hiervoor zijn de grenzen van de dijkringen verschoven van de kruin van de dijk naar de oever van de rivier).

Tot slot is er voor elk zichtjaar (2005, 2010, 2020 en 2020+) een shapefile gemaakt, waaraan de overschrijdingskansen van de drie scenario's (HQ10, HQ100, HQextreem) zijn toegevoegd (zie gedetailleerde attribuuttabel in bijlage 3).

In Nederland is er alleen rekening gehouden met de dijkringen waarin de overschrijdingskansen worden beïnvloed door de Rijn. Dijkkringen die worden beïnvloed door de zee zijn niet meegenomen in de berekeningen. De invloed van de Rijn stopt en de invloed van de Noordzee begint rond Rijnkilometer 938. Dat betekent dat alle dijkringen ten westen van de dijkringen 44, 43 en 41 buiten beschouwing zijn gelaten in de berekeningen.

3.2.4. Gegevens voor de berekening van de schade aan de gezondheid van de mens en aan de beschermingsdoelen milieu, cultureel erfgoed en economie

Voor de berekening van de schade aan de gezondheid van de mens en aan de beschermingsdoelen milieu, cultureel erfgoed en economie zijn de volgende gegevens aangeleverd, die door de BfG zijn verzameld en verwerkt in het kader van de totstandbrenging van de Rijnatlas 2015:

- Getroffen personen in de drie scenario's HQ10, HQ100, HQextreem in het zichtjaar 2014 (punt-shapefile en polygoon-shapefile);
- Cultureel erfgoed (punt-shapefile);
- IPPC/Seveso-installaties (punt-shapefile). Informatie over rwzi's en gegevens die niet uit de Rijnatlas 2015 komen, zijn aangeleverd door het secretariaat van de ICBR en omgevormd tot een shapefile;
- Watergerelateerde beschermde gebieden (polygoon-shapefiles);
- (Door dijken) beschermde gebieden (lijn-shapefile).

Daarnaast zijn er basisgegevens ter beschikking gesteld in verband met

- Rijnkilometrerings (punt-shapefile);
- Bestuurlijke grenzen (polygoon-shapefile);

en informatie uit het eerste stroomgebiedbeheerplan van het internationaal Rijndistrict over de goede en de zeer goede ecologische toestand van waterlichamen conform KRW. De schadefuncties en specifieke vermogenswaarden zijn (aangepast) overgenomen uit de Rijnatlas van 2001 (ICBR, 2001).

Gegevensverwerking voor de gezondheid van de mens

De punt-shapefile uit de Rijnatlas 2015, waarin de getroffen personen voor de drie scenario's in het zichtjaar 2015 zijn weergegeven, is op basis van de bestuurlijke grenzen via de GIS-functie JOIN geconverteerd naar een polygoon-shapefile en aangevuld met twee attribootvelden voor de veiligheidspercentages 1995 en 2020+.

Bij de indeling van de getroffen personen bij de gemeenten deed zich het probleem voor dat de gemeenten niet altijd duidelijk van elkaar zijn afgebakend. Echter, gelet op de schaal van het Rijnstroomgebied wordt deze fout onbeduidend geacht.

De absolute inwonertallen zijn overgenomen uit de officiële, nationale statistieken. De waarden voor 2015, 2020 en 2020+ zijn prognoses. In Zwitserland en Duitsland worden de resultaten van verschillende scenario's gepubliceerd; de waarden in de tabel in bijlage 7 komen overeen met een scenario van gemiddelde demografische ontwikkeling.

Zoals is uitgelegd in hoofdstuk 2 wordt de demografische ontwikkeling op regionaal niveau bekeken (deelstaat, regio, kanton, provincie). De onderverdeling in regionale niveaus volgt de shapefile van de bestuurlijke grenzen in het Rijnstroomgebied die beschikbaar is gesteld door de BfG. De afzonderlijke (deel)staten zijn opgebouwd uit verschillende bestuurlijke niveaus (bijv. in Duitsland: deelstaat, districtsregering, district), die niet allemaal even gedetailleerde informatie opleveren. De tabellen in bijlage 7 en 8 geven de absolute en de relatieve demografische ontwikkeling weer in de zichtjaren die relevant zijn voor het ICBR-project. Terwijl er in Duitsland zowel toenames als afnames worden verwacht, wordt er in alle andere staten uitgegaan van een bevolkingsgroei (uitzonderingen: Bludenz (AT) en Limburg (NL)). De bron van de gegevens is opgenomen in de Excel-tabel.

De shapefiles voor de zichtjaren 1995, 2005, 2020 en 2020+ zijn gegenereerd op basis van de shapefile voor 2014 en de demografische ontwikkeling.

Voor de berekening van de getroffen personen per waterdiepteklasse is er een dbf-tabel gemaakt.

Uitweiding: Demografische ontwikkeling op basis van de verandering van de CORINE-gegevens (bijlage 7 en 8)

Naast een analyse van de statistische gegevens over de demografische ontwikkeling is er een analyse uitgevoerd van de CORINE-gegevens over kunstmatige oppervlakken ("aaneengesloten verstedelijkte gebieden" en "niet-aaneengesloten verstedelijkte gebieden"), waarbij het regionale verband van de demografische ontwikkeling is aangehouden. Er zijn CORINE-gegevens voor het Rijnstroomgebied (met uitzondering van Zwitserland en Liechtenstein, die achteraf zijn aangevuld) voor de jaren 1990, 2000 en 2006.

Behalve in Vorarlberg en in het district Speyer nemen de kunstmatige oppervlakken van 1990 tot 2000 en 2006 in alle gebieden toe.

De resultaten van de analyse van de CORINE-gegevens en de statistische demografische ontwikkeling kunnen niet direct met elkaar worden vergeleken, omdat de gegevens zijn gerelateerd aan verschillende zichtjaren. Daarom is de relatieve ontwikkeling van de kunstmatige oppervlakken van 1990 tot 2006 vergeleken met de demografische ontwikkeling van 1995 tot 2005 (laatste kolom van de tabel in bijlage 8). Op twee uitzonderingen na is het quotiënt van de relatieve demografische ontwikkeling en de relatieve ontwikkeling van de oppervlakken altijd kleiner dan

100%, wat betekent dat de oppervlakken relatief gezien meer groeien dan de bevolking. Dit zou kunnen worden verklaard door de bekeken periode, die voor de ontwikkeling van de oppervlakken langer is dan voor de demografische ontwikkeling (vijftien jaar tegenover tien jaar), en door het feit dat huishoudens steeds kleiner worden (het aantal personen per huishouden neemt af).

De inschatting is dat de statistische bevolkingsgegevens het beste uitgangspunt vormen voor de berekening van het aantal personen dat wordt getroffen door een overstroming, omdat er dan gebruik wordt gemaakt van cijfers van de nationale bureaus voor statistiek, waarvan de "onzekerheidsfactor" als zeer laag wordt beoordeeld. Bovendien zijn de bevolkingscijfers beschikbaar voor alle zichtjaren die worden bekeken in het project.

Gegevensverwerking voor het beschermingsdoel milieu

In een eerste stap is er een polygoon-shapefile voor watergerelateerde beschermingsdoelen samengesteld uit de verschillende datasets voor de Rijnatlas 2015 (drinkwaterbeschermingsgebieden, vogelbeschermingsgebieden en habitatgebieden). Omdat de ecologische toestand conform KRW hierin nog ontbrak, zijn in een tweede stap alle waterlichamen die in een goede of zeer goede ecologische toestand verkeren geselecteerd en toegevoegd aan de shapefile. De enige waterlichamen in het Rijnstroomgebied die aan de criteria voldoen, zijn het Bodenmeer en de Sauer, een zijrivier van de Moezel op de grens tussen Duitsland en Luxemburg (in het Frans heet deze rivier "Sûre"), maar laatstgenoemd lichaam ligt buiten het overstromingsgebied. Aangenomen is dat de Sauer 9 m breed is (gemeten op basis van luchtfoto's in de buurt van het Luxemburgse dorp Rombach-Martelange). Aan de KRW-oppervlaktewaterlichamen is gevoeligheid 2 toegekend, zoals weergegeven in tabel 2.

Vervolgens zijn de shapefiles van de overschrijdingskansen aangepast door de vlakken overeenkomstig de kilometrering van de Rijn onder te verdelen in deelvlakken (om de 5 km), aangezien gevaarlijke installaties alleen een mogelijk negatief effect hebben op benedenstrooms gelegen beschermingsdoelen (zie figuur 3).

De shapefile van de gevaarlijke installaties is uitgebreid met rioolwaterzuiveringsinstallaties. De informatie uit de Excel-tabel is eerst gegeoreferereerd en vervolgens gekoppeld aan de attributen verontreinigingspotentieel (toxiciteit) en effectafstand, zoals weergegeven in tabel 3.

De tabellen uit hoofdstuk 2 zijn omgevormd tot dbf-tabellen.

Gegevensverwerking voor het beschermingsdoel cultureel erfgoed

De aangeleverde shapefiles voor culturele objecten konden onveranderd worden gebruikt. De dbf-tabellen zijn gemaakt overeenkomstig de informatie in hoofdstuk 2.

Gegevensverwerking voor het beschermingsdoel economie

Voor de schadefuncties en specifieke vermogenswaarden zijn de gegevens van de Rijnatlas van 2001 bewerkt, zodat ze als dbf-tabellen beschikbaar zijn voor de berekeningen. De schadefuncties worden uitgedrukt in promille en zijn afhankelijk van de waterdiepte (cm), de specifieke vermogenswaarden zijn verwerkt tot polygoon-shapefiles (onderverdeeld in (deel)staten) voor de zichtjaren 2005, 2010, 2020 en 2020+. Hiervoor is er gebruik gemaakt van de consumentenprijsindices.

Het onderzoek naar de consumentenprijsindex dan wel het bruto binnenlands product (BBP, in Nederland) heeft uitgewezen dat deze informatie in Duitsland wordt

onderhouden op deelstaatniveau en in de andere staten op nationaal niveau. In Nederland is de jaargemiddelde verandering het grootst, in Zwitserland het kleinst. In het kader van het ICBR-project is er besloten om de consumentenprijsindex te gebruiken als index van de economische groei op nationaal niveau (en, indien beschikbaar, ook op regionaal niveau).

Op basis van deze gegevens kan er een prognose (extrapolatie) worden gemaakt van de jaargemiddelde verandering in toekomstige zichtjaren.

Tabel 10: Consumentenprijsindex/BBP en jaargemiddelde verandering

SHNONAMN1	SHN1NAMN1	Consumentenprijsindex				Jaargemiddelde verandering		
		1995	2001	2005	2010	1995-2001	2001-2005	2005-2010
Duitsland	Baden-Württemberg	100	107,00	112,40	119,90	1,17	1,35	1,50
Duitsland	Beieren	100	106,80	112,70	120,70	1,13	1,48	1,60
Duitsland	Hessen	100	106,80	111,20	117,90	1,13	1,10	1,34
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	100	107,20	112,30	119,20	1,20	1,28	1,38
Duitsland	Rijnland-Palts	100	106,80	111,80	118,30	1,13	1,25	1,30
Frankrijk	-	100	106,80	114,30	122,10	1,13	1,88	1,56
Nederland	-	100	112,50	120,40	128,40	2,08	1,98	1,60
Oostenrijk	-	100	108,50	115,70	125,20	1,42	1,80	1,90
Zwitserland	-	100	107,70	110,30	115,70	1,28	0,65	1,08

Ook is er besloten om voor de economische groei rekening te houden met de verschillende nationale/regionale indices en niet met EUROSTAT-gegevens (die niet 100% geschikt zijn voor de ICBR-berekeningen).

Omdat de Rijnatlas van 2001 geen specifieke vermogenswaarden bevat voor de Duitse deelstaat Beieren, Oostenrijk en Liechtenstein, is er voor Beieren gebruik gemaakt van de waarden van Baden-Württemberg en zijn er voor Liechtenstein en Oostenrijk waarden bepaald door middel van een vergelijking van de nationale koopkrachtpariteiten. De vergelijking van de koopkrachtpariteiten van Duitsland, Liechtenstein en Oostenrijk is weergegeven in de onderstaande tabel. Aan het eind van het project is evenwel gebleken dat de consumentenprijsindex (en de specifieke vermogenswaarden) voor Liechtenstein, die zijn berekend op basis van de koopkrachtpariteiten, zeer hoog zijn vergeleken met die van Zwitserland (gemeenschappelijke economische ruimte) en Oostenrijk, en dat deze waarden dus fout zijn. Daarom zijn de economische resultaten voor Liechtenstein niet meegenomen in de berekeningen. De gegevens zullen later opnieuw worden berekend met correcte parameters.

Tabel 11: Koopkrachtpariteiten van Duitsland en Oostenrijk (De koopkracht (KK) in 2013 in Duitsland (DE) wordt gelijkgesteld aan 100% (DE = 100%))

(Deel)staat	Koopkrachtpariteiten	
	KK 2013 [€/a]	KKP (DE = 100%)
Duitsland	20621	1,000
Oostenrijk	21295	1,033

De specifieke vermogenswaarden van alle (deel)staten zijn op een rij gezet in dit rapport (zie bijlage 5).

4. Maatregelen en indicatoren

In hoofdstuk 4 worden de maatregelen voor overstromingsrisicobeheer voorgesteld die zijn gebruikt in het instrument evenals de aannames en rekenmethodes die zijn vastgesteld voor de indicatoren die horen bij de maatregelen. Daarnaast wordt in het onderhavige hoofdstuk uitleg gegeven over een uitgevoerde gevoeligheidsanalyse naar het effect van maatregelen.

Om het werk en de implementatie in het instrument te vereenvoudigen, is er een code/nummer afgesproken, bestaande uit de hoofdcategorie van maatregelen conform ROR (I. preventie, II. bescherming, III. paraatheid) en de specifieke maatregel/indicator (in Arabische cijfers). Bijv. ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen = maatregel I.1.1.

De indicatoren verschillen afhankelijk van de vier potentiële negatieve gevolgen per ROR-beschermingsdoel (gezondheid van de mens, milieu, cultureel erfgoed en economische bedrijvigheid). Na een algemeen hoofdstuk over indicatoren (4.1) worden in hoofdstuk 4.2 en 4.3 de indicatoren in verband met "gezondheid van de mens" en "milieu" voorgesteld voor de drie categorieën preventie, bescherming en paraatheid, terwijl in hoofdstuk 4.4 wordt gekeken naar de maatregelen/indicatoren die zijn gedefinieerd voor de beschermingsdoelen "economische bedrijvigheid" en "cultureel erfgoed". In bijlage 11 en 12 wordt de beschikbaarheid van indicatorgegevens nader gepreciseerd. In bijlage 13 is een matrix opgenomen met de combinaties van de effecten van maatregelen/indicatoren (zie toelichtingen in hoofdstuk 4.5). Immers, bepaalde maatregelen kunnen elkaars werking versterken of opheffen. In hoofdstuk 4.6 worden er algemene opmerkingen gemaakt over de toepassing van indicatoren en een toelichting gegeven bij belangrijke aannames en grenzen aan het gebruik. Hoofdstuk 4.7 sluit af met de gevoeligheidsanalyse naar het theoretische effect van maatregelen op de reductie van het overstromingsrisico, en de bevindingen hiervan.

4.1. Algemeen

Indicatoren worden gebruikt om informatie over de uitvoering van maatregelen te kwantificeren. Indicatoren kunnen monetair, kwantitatief of kwalitatief zijn.

Toelichting: Voor de berekening van de vermindering van het risico wordt er rekening gehouden met maatregelen op verschillende actierterreinen (preventie, bescherming en paraatheid), die invulling geven aan de thema's die zijn vastgelegd in de ROR (EU Common Implementation Strategy - CIS). Voor elke categorie van maatregelen conform ROR zijn er indicatoren vastgesteld. Een indicator is een meetbaar verschijnsel, een maatstaf, dat de werkelijkheid versimpelt. Een indicator heeft een signalerende functie, en geeft inzicht in een bepaalde ontwikkeling. De indicatoren zijn meetbaar representatief voor de verschillende categorieën van maatregelen: ze leveren zo objectief en kwantificeerbaar mogelijke informatie over de uitvoering van maatregelen. Per indicator bestaat er een verwacht effect, dat is geschat en vastgesteld op basis van literatuur en expert judgement. De verzamelde nationale gegevens over de uitvoering van maatregelen (uitgedrukt in indicatoren) leveren de realisatiegraad van een maatregel.

Elke indicator is dus de combinatie van het effect en de realisatiegraad. Aan de verschillende indicatoren is een aantal eigenschappen gekoppeld.

Effect: Het effect is de reductie van de potentiële schade per rastercel en scenario als de maatregel is gerealiseerd.
Het effect wordt aangegeven/geïmplementeerd in de tool.

Realisatieparameter/-graad: De realisatieparameter/-graad drukt uit in hoeverre een maatregel, gemeten via de indicator, is uitgevoerd. De realisatie wordt extern geïnventariseerd (bijv. in de ICBR) en dient als input voor de tool.

Het effect is een parameter in het instrument die op basis van literatuur of expert judgement is geschat. De realisatiegraad van de indicatoren moet via een inventarisatie worden verkregen en is dan invoer in de berekening. De realisatiegraad zelf geeft als functie van de tijd ook al kwalitatieve informatie over de voortgang.

In tabel 12 wordt een overzicht gegeven van de maatregelen en indicatoren die zijn geïmplementeerd in het instrument en de berekeningen. Enkele maatregelen zijn gelet op hun onbeduidende betekenis voor het Rijnstroomgebied geschrapt dan wel samengevoegd.

Tabel 12: Lijst van maatregelen en indicatoren

Nr.	Type van maatregelen	Indicator
I	Preventie	
I.1.1	Ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen	Bouwvoorschriften/bestemmingsplannen waarin regels voor de bescherming tegen overstromingen zijn opgenomen (waterrobuust bouwen)
I.1.2	Vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik	Verandering van de gegevens over het landgebruik (CLC-gegevens) binnen en buiten de bekeken overstromingsgebieden op overstromingsgevaarkaarten
I.3.1	Waterrobuust plannen, bouwen en renoveren	Uitgevoerde maatregelen voor waterrobuust bouwen
I.3.2 - beschermingsdoelen "economische bedrijvigheid/cultureel erfgoed"	Technische bescherming van objecten in huishoudens/gemeentes	Gebieden die zijn beschermd door technische voorzieningen of mobiele systemen
I.3.2 - beschermingsdoel "milieu"	Technische bescherming van objecten bij gevaarlijke installaties (IPPC-installaties, SEVESO-bedrijven, rwzi's)	Installaties die zijn beschermd door technische structuren, voorzieningen en/of mobiele systemen
I.3.3 - beschermingsdoelen "economische bedrijvigheid/cultureel erfgoed"	Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen in huishoudens/gemeentes	Beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen
I.3.3 - beschermingsdoel "milieu"	Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen bij gevaarlijke installaties (IPPC-installaties, SEVESO-bedrijven, rwzi's)	Beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen

I.4.1	Overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten beschikbaar stellen / bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen	(Update)frequentie van voorlichtingscampagnes
II	Bescherming tegen overstromingen	
II.2	Retentiemaatregelen	Verandering van de overstromingskans (ICBR-rapport 229)
II.3	Dijken, dammen, keermuren, mobiele beschermingsvoorzieningen, ...	Voor deze maatregelen wordt ook een kans aangegeven: procentuele ontwikkeling/verandering van de overstromingskans tussen 1995 en nu door de verbetering van de bescherming
II.5	Onderhoud/vernieuwing van technische voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen	
III	Paraatheid	
III.1.1	Hoogwaterinformatie en verwachting	Verbetering van de hoogwaterverwachting binnen een vastgestelde periode
III.2.1	Alarm- en hulpverleningsplannen (incl. wederopbouw) / waarschuwing van getroffen personen / oefeningen / opleidingen	Bestaan van alarm- en hulpverleningsplannen en frequentie van actualisering van deze plannen; aantal waarschuwingssystemen (waarschuwingssystemen en communicatiemiddelen); informatie over rampenoefeningen inclusief frequentie

In hoofdstuk 4 (tabel 12) en in de samenvattende tabel 9 wordt per indicator het volgende beschreven:

- Verklaring van de indicator;
- Op welk beschermingsdoel heeft de indicator effect (eerst worden de indicatoren voor de gezondheid van de mens en het milieu voorgesteld, daarna komen de beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed);
- Toepassing van de indicator in de berekening en rekenmethode, dus de implementatie in de tool;
- Voor de realisatie: de eenheid of orde van grootte van de indicator¹⁴;
- In welke vorm en voor welke zichtjaren moeten er gegevens worden geleverd;
- Hoe groot is het maximale, verwachte effect en op welke aannames is dit effect gebaseerd;
- Informatie over de realisatiegraad van de indicator.

In dit hoofdstuk wordt ook ingegaan op combinaties van afzonderlijke indicatoren (zie ook bijlage 13).

¹⁴ Het effect van indicatoren staat niet in de bovenstaande tabellen, maar wordt in het onderhavige hoofdstuk behandeld in de paragrafen over de verschillende indicatoren.

Voor meer informatie over de gegevens in verband met maatregelen en indicatoren die zijn aangeleverd voor het ICBR-project en over de noodzakelijke werkzaamheden voor gegevensverwerking wordt verwezen naar het syntheserapport (ICBR-rapport 236, 2016).

4.2. Indicatoren voor de gezondheid van de mens

(zie details over de indicatoren in hoofdstuk 4.4)

Ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen (I.1.1) en vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik (I.1.2)

De twee planologische voorzorgsmaatregelen (structuurplannen I.1.1 en vrijhouden van gebieden I.1.2) hebben een effect op het aantal potentiële inwoners, waarbij I.1.1 alleen de toename van het aantal bedreigde personen beïnvloedt. Het maximale effect dient dus kleiner te zijn dan 100%. De indicator is het aantal inwoners in overstromingsgebieden (drie scenario's en integraal risico in de bekeken zichtjaren (rekening houdend met de demografische ontwikkeling op basis van gegevens van de bureaus voor statistiek)). Bij de gezondheid van de mens dient het maximale effect van de indicator "planologische voorzorgsmaatregelen" dynamisch te worden ingevuld, zoals dat ook het geval is bij de beoordeling van het beschermingsdoel economie (zie hoofdstuk 4.4).

Bouwkundige voorzorgsmaatregelen (I.3) en technische bescherming van objecten (I.3.2)

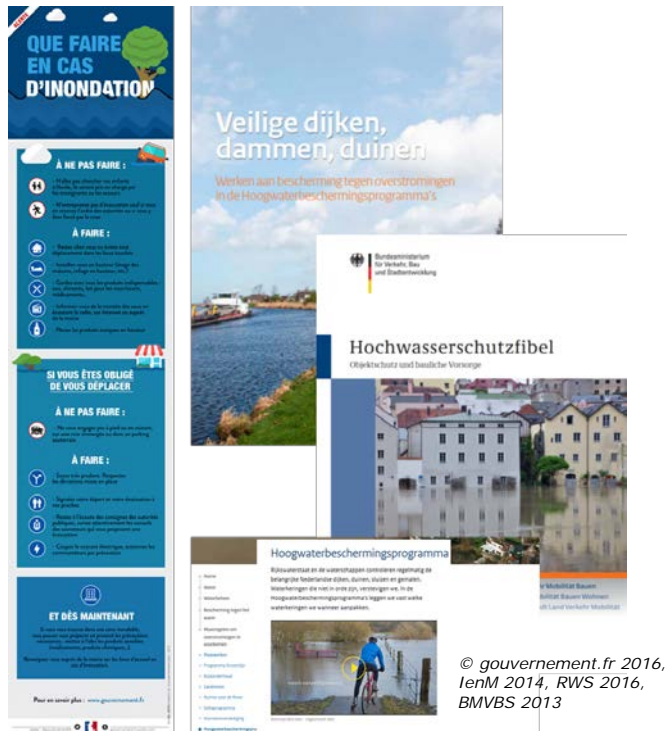
Bij de bouwkundige voorzorgsmaatregelen (I.3) heeft alleen de technische bescherming van objecten (I.3.2) een effect op het beschermingsdoel mens. Als het technische systeem niet overstroomt en er geen kwel optreedt, bedraagt het effect 100% ($h < 2$ m). De indicator is het aantal inwoners dat wordt beschermd door het technische systeem.



Gevarenkaart Bazel-stad (zie <http://www.stadtplan.bs.ch/geoviewer/index.php?theme=320>)

Overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten beschikbaar stellen en bewustwording (I.4.1) evenals paraatheid voor overstromingen (III)

Het beschikbaar stellen van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten (I.4.1) en het nemen van voorzorgsmaatregelen tegen overstromingen (III) hebben een effect op het veiligheidspercentage. Aangenomen wordt dat het uitvoeren van deze maatregelen het veiligheidspercentage kan verhogen (effect). De procedure voor de berekening van het effect wordt hieronder uitgelegd. De indicatoren zijn dezelfde als bij het beschermingsdoel economie.



© gouvernement.fr 2016,
IenM 2014, RWS 2016,
BMVBS 2013

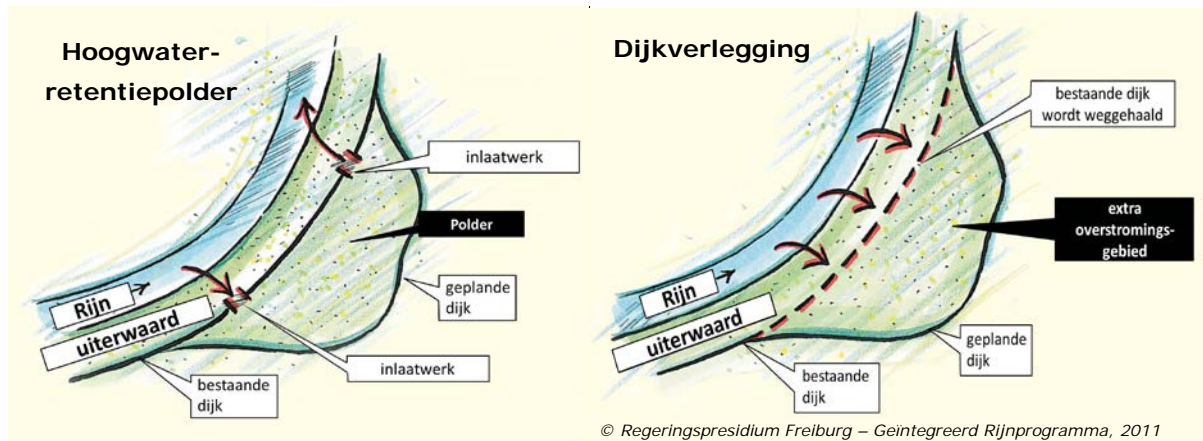
Voorlichtingsmiddelen



Uittreksel uit de Rijnatlas 2015 met overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten (op basis van nationale kaarten)

Bescherming tegen overstromingen: verandering van de overstromingskans (II)

Met maatregelen ter bescherming tegen overstromingen wordt rekening gehouden bij de berekening van de verandering van de kansen (in het kader van de ICBR bepaald door de EG HVAL). De indicator is dus de verandering van de overstromingskans.



Voorbeelden van waterstandverlagende maatregelen aan de Rijn

In het onderstaande stroomschema is de implementatie van de indicatoren “overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten beschikbaar stellen en bewustwording” (I.4.1) evenals “paraatheid voor overstromingen” (III) in de tool weergegeven. Het stroomschema en het bijbehorende puntensysteem zijn gebaseerd op ICBR-aannames en -expert judgement, waarbij ervan wordt uitgegaan dat meer bewustmaking en voorlichting van potentieel getroffen personen het bewustzijn voor en waarneming van het risico versterkt. Een voorbeeld van hoe punten worden gescoord is hieronder te vinden bij “Noodzakelijke gegevens en berekening” en gedetailleerd uitgelegd in bijlage 14.

De berekening van het effect begint met de volgende informatie, die de ICBR beschikbaar stelt:

Noodzakelijke gegevens en berekening:

- Informatie over het veiligheidspercentage (in %) voor het referentiejaar 1995 en de bekeken gebieden (bijv. op het niveau van gemeenten, dijkringen) door in de staten na te vragen welk aandeel van de mensen per regio vóór een eventuele overstroming kan worden geëvacueerd en bijgevolg niet meer is blootgesteld aan gevaar. Het gaat hier om het veiligheidspercentage zonder ROR-maatregelen. Andere maatregelen die op dit moment al waren genomen, kunnen het veiligheidspercentage beïnvloeden. Het “veiligheidspercentage” kan worden verbeterd d.m.v. maatregelen zoals bewustmaking, verwachting, waarschuwing en crisisbeheersing.
- Informatie over het maximaal te bereiken veiligheidspercentage (2020+) in het bekeken gebied. Deze waarde is in grote mate afhankelijk van het karakter van het gebied. Terwijl er in vlakke gebieden met lage waterdieptes een hoog maximaal veiligheidspercentage kan worden bereikt, is dit niet het geval in laag gelegen polders, waar de beschermingsvoorziening plots kan falen, het water hoog kan komen te staan en de verkeerscapaciteit beperkt is.

- Voor de bekeken zichtjaren 2005, 2015 en 2020 wordt het veiligheidspercentage berekend aan de hand van het stroomschema. Hiervoor is er per gebied een polygoon-shapefile nodig met de volgende attributen:
 - Bestaan van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten inclusief updatefrequentie in jaren;
 - Organisatie van voorlichtingscampagnes inclusief frequentie in jaren;
 - Informatie over hoogwaterverwachtingen (III.1.1) conform hoofdstuk 4.2.3;
 - Informatie over alarm- en hulpverleningsplannen inclusief updatefrequentie;
 - Informatie over waarschuwingssystemen inclusief aantal waarschuwingroutes;
 - Informatie over rampenoefeningen inclusief frequentie.

Op basis van de bovenstaande informatie kan in een eerste stap aan de hand van het stroomschema het aantal punten per scenario en zichtjaar worden berekend. Het maximale aantal punten bedraagt 48. Hierbij is er rekening gehouden met de factoren in de oranje vakjes die worden gebruikt om de afzonderlijke maatregelen te wegen. Terwijl er aan de maatregelen “verwachting” en “voorlichting” veel gewicht wordt toegekend (factor 3), wordt het belang van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten eerder als gering beoordeeld (factor 1). (De reden voor deze verschillende factoren is de aanname dat hoogwaterverwachting de belangrijkste maatregel is. Kaarten zonder verwachtingsinformatie zijn niet echt van nut bij een evacuatie). Alle andere maatregelen krijgen de factor 2.

Vervolgens kan uit het verschil tussen het veiligheidspercentage in het referentiejaar (S_{ref}) en het maximale veiligheidspercentage (S_{max}) het maximale verbeteringspotentieel (V_{max}) worden berekend:

$$V_{max} = S_{max} - S_{ref}$$

Na de berekening van het aantal punten kan met de onderstaande formule het relatieve aandeel van het effect worden bepaald:

$$\text{effect}_{rel} = \text{bereikte aantal punten} / \text{maximaal aantal punten}$$

Door het relatieve effect van de maatregel te vermenigvuldigen met het maximale verbeteringspotentieel wordt de verbetering verkregen die in het bekeken zichtjaar is bereikt ten opzichte van het referentiejaar (V_{ber}):

$$V_{ber, \text{jaar } i} = \text{effect}_{rel, i} * V_{max}$$

Tot slot wordt het veiligheidspercentage in het bekeken jaar (S_i) berekend door het veiligheidspercentage in het referentiejaar en de verbetering bij elkaar op te tellen:

$$S_i = S_{ref} + V_{ber}$$

Door de opgave van het veiligheidspercentage in het referentiejaar en het maximale veiligheidspercentage kan er indirect rekening worden gehouden met de vraag of het gaat om een bedijkt of een niet-bedijkt gebied.

In het stroomschema worden bij wijze van voorbeeld 50% als veiligheidspercentage in het referentiejaar en 95% als maximaal veiligheidspercentage aangegeven. De gegevens die de ICBR voor een bepaald zichtjaar heeft verstrekt, zijn groen omrand (in het voorbeeld wordt aangenomen dat deze informatie geldt voor het jaar 2015). Op basis van deze informatie kan direct het aantal punten en het relatieve effect worden berekend.

$$\text{Verbeteringspotentieel} = 95\% - 50\% = 45\%$$

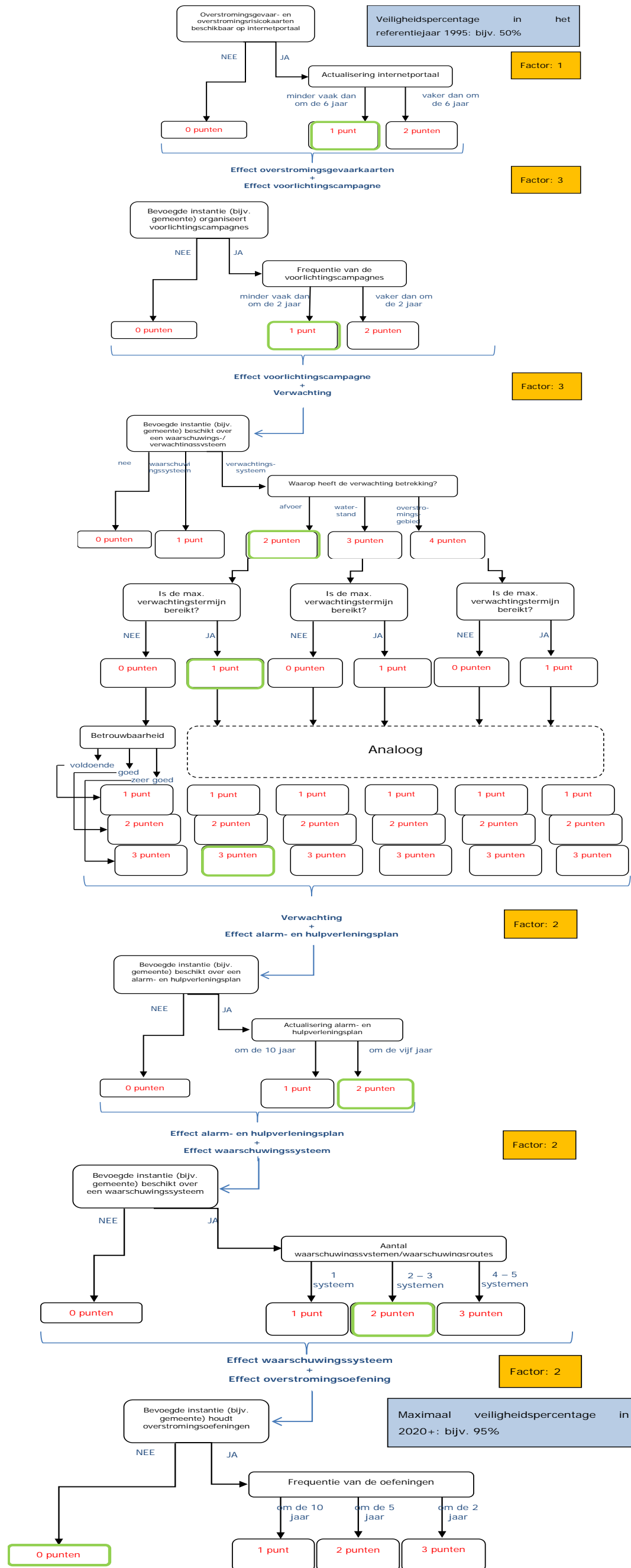
$$\text{Behaald aantal punten}_{2014} = 1*1 + 1*3 + (2+1+3)*3 + 2*2 + 2*2 + 0*2 = 30$$

$$\text{Effect}_{\text{rel, 2014}} = 30/48 = 0,625$$

$$V_{2014} = 0,625 * 45\% = 28,125\%$$

$$\underline{S_{2014} = 50 + 28,125 = 78,125\%}$$

In bijlage 14 wordt de implementatie in de tool uitgelegd aan de hand van een voorbeeld.



Figuur 6: Stroomschema met de indicatoren voor de gezondheid van de mens

4.3. Indicatoren voor het beschermingsdoel milieu

Voor de maatregelen “technische bescherming van objecten” (I.3.2) en “aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen” (I.3.3) worden er indicatoren in verband met het beschermingsdoel milieu gedefinieerd die aanleunen bij de indicatoren van de beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed (zie hoofdstuk 4.4), maar die worden aangepast rekening houdend met de methode voor de berekening van de potentiële schade aan het beschermingsdoel milieu (zie hoofdstuk 2). In deze methode worden watergerelateerde beschermingsdoelen begrepen als drinkwater- en Natura 2000-gebieden.

Technische bescherming van objecten (in overstromingsgebieden) (I.3.2)

Indicator:

Installaties die zijn beschermd door technische structuren, voorzieningen en/of mobiele systemen (IPPC, Seveso, rwzi)



Mobiele kering: Bayer AG, Leverkusen

Toelichting:

Met mobiele systemen worden bedrijven en hun opslagterreinen beschermd tegen overstroming. Hierdoor wordt voorkomen dat het overstromingswater verontreinigd geraakt, zodat er geen of minder negatieve gevolgen zijn voor het beschermingsdoel milieu. Deze maatregelen zijn alleen doeltreffend tot een waterdiepte van maximaal 2 m, als de systemen niet worden overstroomd.

Effect van maatregelen:

De technische bescherming van objecten heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden.

Maximaal 90% per scenario en rastercel als de maatregel voorkomt dat objecten onder water komen te staan.

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- Expert judgement

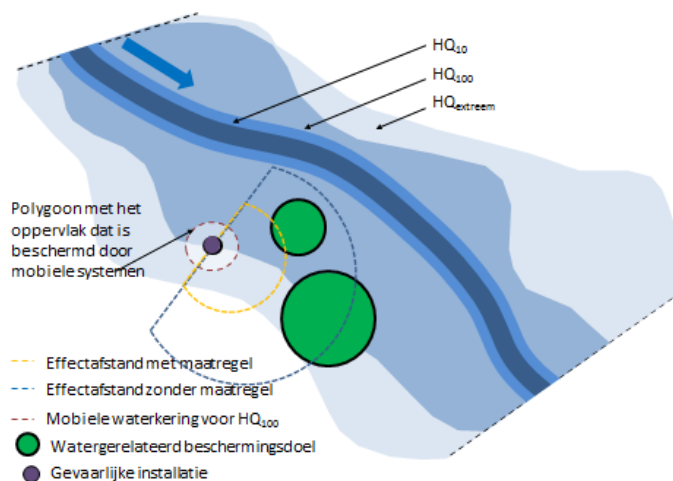
Aangenomen wordt dat de bescherming van gevaarlijke installaties (IPPC-installaties, SEVESO-bedrijven en rioolwaterzuiveringsinstallaties) door middel van mobiele systemen ervoor zorgt dat er geen of veel minder water het terrein van deze installaties binnendringt, waardoor de negatieve gevolgen voor watergerelateerde beschermingsdoelen (de verontreiniging die wordt veroorzaakt door deze installaties) kunnen worden voorkomen.

Het afdichten van gebouwen met verschillende systemen is, voor zover de systemen bestand zijn tegen de waterdruk, een van de meest efficiënte maatregelen om schade te voorkomen. Omdat er afhankelijk van het toegepaste systeem een zekere hoeveelheid water kan doorsijpelen of als gevolg van bijv. tegendruk uit de riolering in het gebouw kan dringen, wordt er een maximaal percentage van 90% aangenomen. Voor de beoordeling van het beschermingsdoel milieu wordt er een eenvoudigere procedure toegepast dan voor de beoordeling van het beschermingsdoel economie en cultuur, omdat de afzonderlijke beschermingsdoelen worden berekend aan de hand van de zoekafstand. Voor alle gevaarlijke installaties die zonder maatregel maximaal 2 m onder water zouden komen te staan, wordt de zoekafstand 90% verkleind. Hierdoor verandert het getroffen oppervlak van de afzonderlijke, watergerelateerde beschermingsdoelen.

Berekening:

Het effect van de maatregel komt tot uitdrukking in de verkleining van de zoekafstand (zie figuur 7: gele stippellijn ten opzichte van blauwe stippellijn). Terwijl in het scenario zonder maatregel beide watergerelateerde beschermingsdoelen vrijwel volledig binnen de invloedssfeer liggen, wordt na de verkleining van de zoekafstand met 90% nog slechts een gering deel van het oppervlak van het kleinste beschermingsdoel getroffen.

Bij de technische bescherming van objecten wordt aangenomen dat de schade wordt verminderd los van de vraag of een gebied is bedijkt of niet. De informatie over het beschermingsniveau, d.w.z. op welk scenario de maatregel een effect heeft, is cruciaal. Het effect wordt berekend per rastercel en scenario.



Figuur 7: Weergave van de maatregel "technische bescherming van objecten" (1.3.2) met betrekking tot het beschermingsdoel milieu

Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen (I.3.3)

Indicator:

Beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen bij gevaarlijke installaties



Opslag in vaste tanks

Toelichting:

Door olietanks te beveiligen of watergevaarlijke stoffen op hogere verdiepingen op te slaan, kan de schade aan watergerelateerde beschermde gebieden duidelijk worden verminderd.

Effect van maatregelen:

Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden.

Maximaal 50% per scenario en rastercel

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- ICBR (2006): potentiële schade aan onroerend goed in DE en CH (alleen niet-bedijkt) 90% ($h < 0,5$ m), 90% ($h < 2$ m), 50% of 0% in CH ($h > 2$ m).
- ICBR (2002): 30-40% door aangepast gebruik; de omvang van de schade neemt toe als gevolg van stookolie (200 tot 300%); bij bedrijven zorgt de opslag van gevaarlijke stoffen op hogere verdiepingen voor een reductie met 50-75%, bij opslag buiten het overstromingsgebied gaat het om 100%.
- Kreibich et al. (2005): 53% door aangepast gebruik.
- Expert judgement

Berekening:

Het effect van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" wordt voor de drie scenario's berekend zoals uitgelegd voor de maatregel "technische bescherming van objecten" (I.3.2), en weergegeven in figuur 7. De zoekafstand wordt als gevolg van deze maatregel met 50% verkleind.

4.4. Indicatoren voor de beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed

4.4.1. Preventie (I)

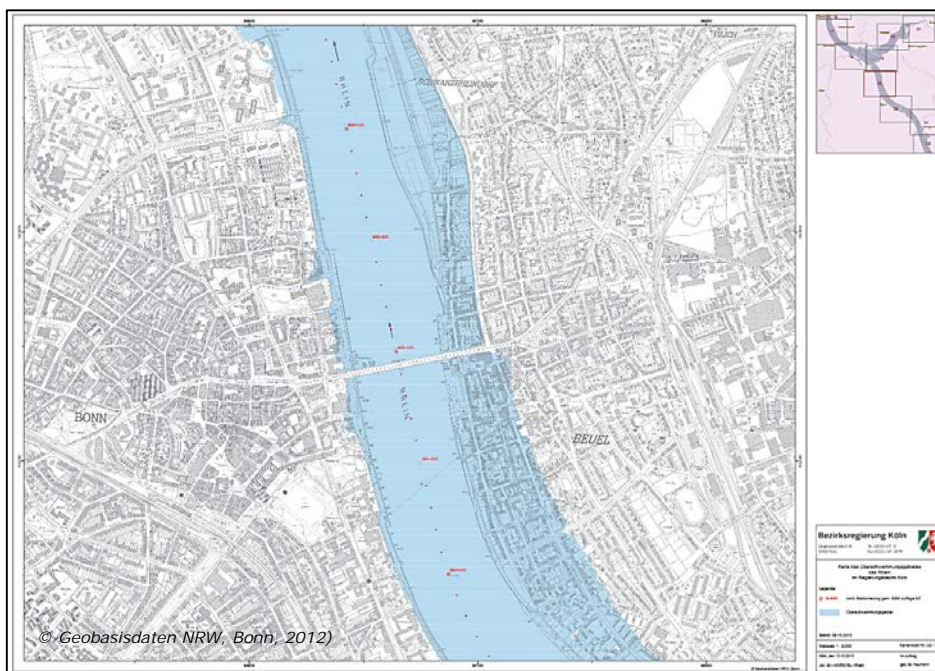
Planologische voorzorgsmaatregelen (I.1)

Bij planologische voorzorgsmaatregelen wordt de uitvaardiging van wetsvoorschriften beoordeeld¹⁵. Dit heeft geen betrekking op het bestaande landgebruik en de verandering daarvan, maar wel op het toekomstige gebruik. Hierbij is van belang dat de referentietoestand in het jaar 1995 ligt, wat betekent dat het vanuit hedendaags perspectief mogelijk is dat het risico in het verleden verandert (bijv. in het zichtjaar 2005).

Ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen (I.1.1)

Indicator:

Bouwvoorschriften/bestemmingsplannen waarin regels voor de bescherming tegen overstromingen zijn opgenomen (bijv. waterrobuust bouwen)



Aangewezen overstromingsgebieden in Bonn (zie <http://www.bezreg-koeln.nrw.de>)

Toelichting:

In structuurplannen worden voorschriften in verband met ruimtelijke ordening geconcretiseerd en aangevuld.

Met technische informatie uit het waterbeheer wordt bijv. rekening gehouden door gebieden te markeren en te bestemmen voor geplande maatregelen ter bescherming tegen overstromingen.

Door het opstellen van structuurplannen wordt de stedelijke ontwikkeling beperkt (aangepast) of verhinderd, waardoor de potentiële schade (in de toekomst) niet of in beperkte mate groeit. Het effect van de maatregel is het schadeverschil tussen het actuele

¹⁵ Bestemmingsplannen en het vrijhouden van overstromingsgebied (in Duitsland zijn er wettelijk aangewezen overstromingsgebieden, in Frankrijk zijn er gebieden aangewezen in de overstromingsrisicopreventieplannen).

landgebruik en de situatie nadat stedenbouwkundige plannen en structuurplannen in werking zijn getreden (preventie van schade). Het voorgaande betekent dat er in de toekomst ook bij aangepast gebruik weliswaar schade kan worden aangericht, maar dat die schade veel minder groot zal zijn.

De maatregel "ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen" (I.1.1) en de hiervoor voorgestelde indicator verwijzen naar op grond van wettelijke bepalingen (bouwvoorschriften) aangepaste bebouwing, die kan ontstaan als er wordt voldaan aan de bepalingen. Een voorbeeld zou bebouwing zonder kelder kunnen zijn of een hoger gelegd beganegrondniveau. De maatregel heeft in de eerste plaats betrekking op nieuwe bouwgronden en bijgevolg op de toekomstige potentiële schade. Hoewel bouwvoorschriften in principe ook mogelijk zijn in bestaande woongebieden, als er verbouwingswerkzaamheden worden uitgevoerd of gaten worden gedicht in de bestaande bebouwing, wordt ervan uitgegaan dat dit een geringer aandeel inneemt, die in het kader van de onderhavige beschouwing op grote schaal kan worden verwaarloosd.

Bij de maatregel wordt er geen onderscheid gemaakt tussen verschillende bevoegdheden en types van maatregelen, wat betekent dat het meenemen van overstromingsgebieden in bestemmingsplannen op dezelfde manier wordt beoordeeld als een stedenbouwkundig plan waarin is bepaald dat de drempel van een huis 1 m boven het beganegrondniveau moet liggen. Het daadwerkelijke effect van de genoemde voorbeelden verschilt ongetwijfeld, maar kan alleen bij benadering worden geschat, zowel gelet op de aanpak op macroschaal als vanuit het oogpunt van de gegevensinwinning.

Effect van maatregelen:

In ICBR (2002) wordt er voor de potentiële schade uitgegaan van een jaarlijkse groei van 1 à 2%. Voor bebouwing in Duitsland kan deze orde van grootte ook worden afgeleid op basis van opgedane ervaringen bij energetische renovatie (zie o.a. BMVBS (2013)¹⁶). Door de uitvoering van de maatregel "ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen" (I.1.1) kan de groei van de potentiële schade worden verminderd. Gelet op de beperking van de bebouwing in overstromingsgevoelig gebied (vooral in Duitsland door de aanwijzing van overstromingsgebieden) is de inschatting dat een groeipercentage van 1% te hoog is. Daarom wordt voor de berekeningen van de zichtjaren een **dynamisch maximaal effect** van 0,5% ten opzichte van het referentiejaar vastgesteld voor het gehele Rijnstroomgebied.

Deze sterk vereenvoudigde werkwijze kan alleen worden gebruikt als indicator I.1.2 "vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik" niet van toepassing is, omdat het vrijhouden van HQ100-gebied anders meermaals zou worden meegenomen.

Daarnaast moet er als gevolg van de toepassing van realisatieparameters rekening worden gehouden met het volgende:

- overstromingsgebieden zijn doorgaans stapsgewijs aangewezen;
- overstromingsgebieden c.q. structuurplannen zijn nagenoeg uitsluitend voor HQ100-gebied vastgesteld. Hier kan onder meer als gevolg van bouwvoorschriften, effecten van voorlichting over HQ100-situaties en gewoonlijk hogere

¹⁶ http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON032013.pdf?__blob=publicationFile&v=5

verzekeringspremies worden uitgegaan van een kleinere groei van de potentiële schade. Voor het gebied tussen HQ100 en HQextreem lijkt een vermindering van de groei onrealistisch. In de Duitse deelstaat Baden-Württemberg worden bijvoorbeeld voor het gebied buiten de HQ100-zone normaal gesproken geen voorschriften uitgevaardigd. Aangenomen wordt dat bewustmaking in dit gebied een veeleer gering effect heeft. Dat geldt ook voor beschermde gebieden. Hier is in de praktijk vaak zelfs sprake van een bijzonder grote toename van de potentiële schade. Daarom zou er in deze gebieden moeten worden uitgegaan van een nagenoeg onbeïnvloede groei van de potentiële schade.

Een realistischere aanpak - met name voor een actualisering - zou inhouden dat er wordt onderscheiden tussen de groei van de potentiële schade aan de bebouwing in HQ100-gebied als gevolg van renovatie/vernieuwbouw enerzijds en een toename van de potentiële schade die minstens overeenkomt met het regionale groeipercentage anderzijds. Dit kan in het onderhavige model op grote schaal niet worden weergegeven.

Tabel 13: Maximaal effect van de indicator "ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen" (I.1.1)

	1995	2005	2014	2020	2020+
Groei van de potentiële schade als de maatregel volledig is gerealiseerd [%] ¹⁷	0	5	9,5	12,5	17,5

De tabel bevat dus een lineaire afname van de potentiële schade c.q. een toename in de vermindering van de groei van de potentiële schade ten opzichte van een situatie zonder bouwvoorschriften.

Uit de tabel blijkt ook dat na 200 jaar alle gebouwen in theorie één keer zijn gerenoveerd (of zelfs niet eens meer zijn gebouwd), waardoor er geen sprake meer is van potentiële schade, aangezien alle in de toekomst aanwezige gebouwen waterrobuust zullen zijn gebouwd.

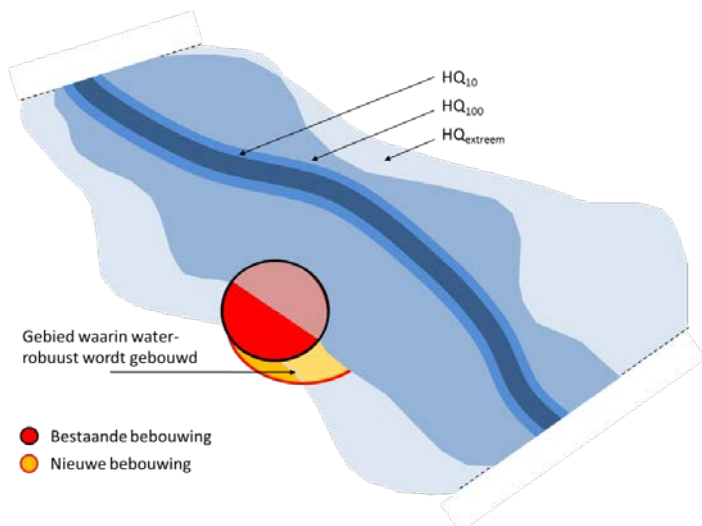
Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- Eigen inschatting (HKV en ICBR)
- ICBR (2002)
- Informatie van Baden-Württemberg (zie HKV-eindrapport)

Berekening:

De beschreven rekenprocedure kan met de onderstaande figuur worden geïllustreerd. Weergegeven zijn de drie overstromingsscenario's (blauw), het bestaande bebouwde gebied (rood) en de nieuwe bebouwing buiten het HQ100-gebied, waar waterrobuust moet worden gebouwd (lichtgeel). Kijkend naar het overstromingsgebied van HQextreem kan worden gesteld dat er in ca. 80% van het getroffen, bebouwde gebied (rood) niet waterrobuust is gebouwd en in ca. 20% (lichtgeel) wel.

¹⁷ Meer informatie over de aannames in verband met het maximale effect en de bron van het effect van deze en andere indicator(en)/maatregel(en) is te vinden in het interne eindrapport over het project (HKV-eindrapport). In dit verband dient als algemeen punt te worden onderstreept dat de aannames in verband met de indicatoren deels in hoge mate zijn gebaseerd op **(ICBR-)expert judgement**.

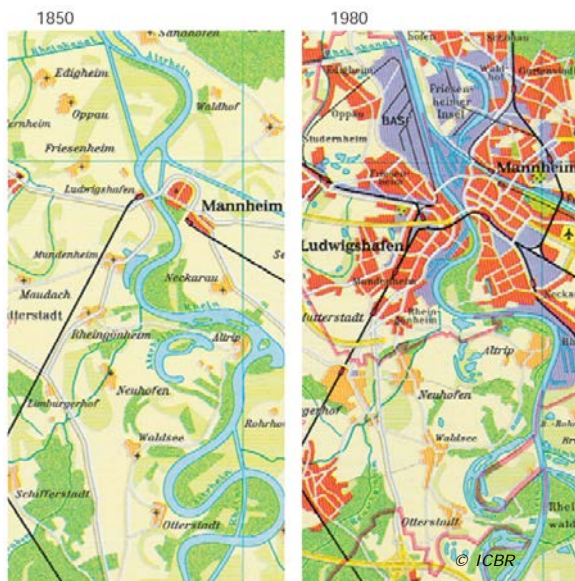


Figuur 8: Weergave van de maatregel “ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen” (I.1.1)

Vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik (I.1.2)

Indicator:

Verandering van de gegevens over het landgebruik (CLC-gegevens) binnen en buiten de bekeken overstromingsgebieden conform de drie scenario's die zijn weergegeven op de overstromingsgevaarkaarten



Voorbeeld van de verandering van het landgebruik in de tijd

Toelichting:

Door de aanwijzing van overstromingsgebieden wordt de benutting door bebouwing in deze gebieden beperkt dan wel verboden (in Duitsland op grond van de wet op de waterhuishouding (WHG) en de waterwetten van de deelstaten (LWG's) voor hoogwater met een kans van 1 op 100; in Frankrijk voor hoogwater met een kans van 1 op 100 of voor het grootste bekende hoogwater). Bouwvergunningen worden (alleen bij wijze van uitzondering) verleend, rekening houdend met het overstromingsrisico (aangepast bouwen en technische maatregelen ter bescherming tegen overstromingen). Het effect

van de maatregel is het schadeverschil dat ontstaat als er bij het actuele landgebruik maatregelen worden uitgevoerd (preventie van schade). Uit de vergelijking van de stedelijke ontwikkeling binnen en buiten overstromingsgebieden wordt duidelijk hoe bebouwing zich met en zonder maatregelen ontwikkelt.

Bij de maatregel "vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik" (I.1.2) ligt de nadruk op het bouwverbod in overstromingsgebieden, waardoor toename van het bebouwde gebied in de toekomst wordt voorkomen (de potentiële schade groeit niet als gevolg van nieuwbouw). Hier wordt aangenomen dat de uitzonderingen verwaarloosbaar zijn (bijv. bedrijven mogen zich onder bepaalde voorwaarden vestigen in een gebied om de economische positie ervan te garanderen). In bestaande bebouwde gebieden zal de potentiële schade toenemen als gevolg van de economische groei en als gevolg van renovatie/opwaardering van de gebruiksfuncties van bestaande bebouwing (zie I.1.1).

Effect van maatregelen:

Het vrijhouden van overstromingsgebieden heeft een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden. Op de uitgestrektere HQextreem-gebieden wordt geen effect verwacht, omdat er daar per definitie geen bij wet aangewezen overstromingsgebieden zijn.

Effect: 100% per scenario en rastercel

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

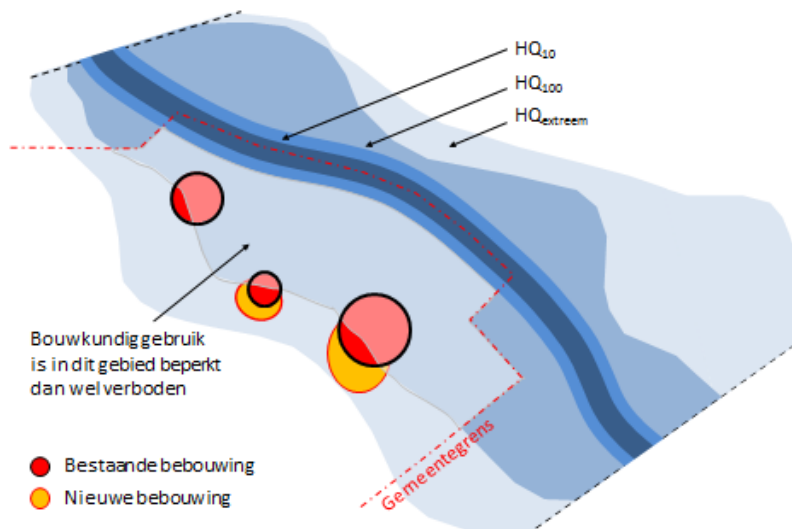
- Eigen inschatting (HKV en ICBR)
- ICBR (2006)

Berekening:

Zoals bij de vorige maatregel wordt de berekening van de maatregel beschreven aan de hand van een figuur (zie figuur 9).

Dankzij de maatregel "vrijhouden van gebieden" neemt het bebouwde gebied alleen buiten de vastgestelde overstromingsgebieden (HQ100) toe (gele zones). In de roze gebieden wordt bouwkundig gebruik verboden, waardoor ook de potentiële schade in deze gebieden niet groeit.

Gelet op de beschikbaarheid van CORINE-gegevens kan het effect van de maatregel alleen worden berekend voor de jaren 2005 en 2014. Als er in de toekomst nog meer en recentere CORINE-datasets of andere landgebruiksgegevens beschikbaar komen, zal het effect van de maatregel ook kunnen worden berekend voor de jaren 2020 en 2020+. Echter, dan moet er wel een vergelijking worden gemaakt met indicator I.1.1 (zie hierboven).



Figuur 9: Weergave van de maatregel "vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik" (I.1.2)

Bouwkundige voorzorgsmaatregelen (I.3)

De maatregelen waterrobuust bouwen (I.3.1) en technische bescherming van objecten in overstromingsgebied (I.3.2) worden van elkaar onderscheiden op basis van de volgende aannames:

De technische bescherming van objecten in overstromingsgebied (afscherming) is in tegenstelling tot waterrobuust bouwen (bouwkundige voorzorg) geen permanente maatregel, maar vergt actief optreden in geval van hoogwater. Bij een overstroming wordt voorkomen dat een gebouw onderloopt door bijv. openingen (deuren, ramen, schachten) af te dichten (zie onderstaande figuur).

In het geval van waterrobuust bouwen wordt er niet voor gezorgd dat het water het gebouw niet kan bereiken, maar wordt er aangepast gepland en gebouwd om de schade zoveel mogelijk binnen de perken te houden (bijv. door deuren en tegels te gebruiken die bestand zijn tegen de waterdruk).



© BMVBS, 2013



© BMVBS, 2013

Voorbeelden van "waterrobuust bouwen" (I.3.1) (links) en "technische bescherming van objecten" (I.3.2) (rechts) (zie <http://www.bmub.bund.de>, Hochwasserschutzfibel = technisch handboek voor de bescherming tegen overstromingen)

Waterrobuust plannen, bouwen en renoveren (I.3.1)

Indicator:

Aantal uitgevoerde maatregelen voor waterrobuust bouwen

Toelichting:

Door waterrobuust te bouwen kan schade worden verminderd tot een waterdiepte van 2 m. Omdat er schadefuncties voor verstedelijkt gebied worden toegepast, wordt er een onderscheid gemaakt tussen schadereductie voor opstal en voor inboedel. Een andere onderverdeling heeft betrekking op de soort maatregel, zogenaamde natte voorzorgsmaatregelen (het aangepast gebruiken en uitrusten van gebouwen) en droge voorzorgsmaatregelen (afschermen, afdichten, versterken). Echter, deze onderverdeling wordt niet toegepast in de tool, waaruit volgt dat de schatting van de realisatie betrekking heeft op alle bouwkundige voorzorgsmaatregelen.

De maatregel "waterrobuust plannen, bouwen en renoveren" (I.3.1) berust, anders dan de maatregel "ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen" (I.1.1), op vrijwilligheid en wordt door eigenaars (kan bijv. ook de gemeente zijn) uitgevoerd om schade in geval van hoogwater te verminderen of te voorkomen. Verder wordt er met deze maatregel in eerste instantie gemikt op bestaande bebouwing, d.w.z. de vormgeving/bouwwijze van objecten die te maken krijgen met hoogwater (voorbeeld: aangepast gebruik van kelders, geen waardevolle voorwerpen in de kelder); echter, met deze maatregel kan ook rekening worden gehouden bij de planning van nieuwe bebouwing.

Effect van maatregelen:

Waterrobuust plannen en bouwen (I.3.1) heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden. Bovendien wordt hier onderscheiden tussen bedijkt en niet-bedijkt gebied (allebei in de vorm van polygonen/polylijnen en niet per gemeente geleverd en aangegeven). Bij de opgave van de realisatiefactoren moet er zeker rekening mee worden gehouden dat de effectiviteit erg kan verschillen, afhankelijk van de overstromingsdieptes in de verschillende overstromingsszenario's. In niet-bedijkt gebied kunnen opstal en inboedel vaker worden geteisterd door overstromingen (HQhigh en HQmedium). Er mag niet worden aangenomen dat maatregelen ook bij HQextreme effectief zijn.

Inboedel: Als de maatregel volledig wordt gerealiseerd, bedraagt de verlaging van de schade maximaal 40% (bedijkt) dan wel 55% (niet-bedijkt) ten opzichte van de waarde vóór de uitvoering van de maatregel bij $h < 2$ m per scenario en rastercel. Bij $h > 2$ m is er geen effect.

Opstal: Maximaal 30% (bedijkt); 60% (niet-bedijkt) bij $h < 2$ m (in kelders 80%) per scenario en rastercel. Bij $h > 2$ m is er geen effect.

Voor de berekeningen wordt een gemiddelde gekozen uit ICBR (2002) en Kreibich et al. (2005) voor inboedel en opstal met 35% in bedijkte en 55% in niet-bedijkte gebieden bij $h < 2$ m (geen verschil tussen $<$ of $>$ 1 m) (zie onderstaande details).

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- ICBR (2002): inboedel tot 40% en opstal 60-100% ($h < 1$ m); *niet toegepast: 15-35% als er in gebouwen gebruik wordt gemaakt van materialen die ongevoelig zijn voor water; 75-85% voor het waterdicht maken van kelders.*
- Kreibich et al. (2005): 24% voor gebouwen zonder kelder ($h < 1$ m); bij waterrobuust bouwen 36-53% voor opstal en 48-53% voor inboedel ($h < 2$ m).

Bij de twee waarden voor het effect op inboedel geldt de laagste voor bedijkt gebied en de hoogste voor niet-bedijkt gebied. Op deze manier is er rekening gehouden met de hypothese dat de bevolking in niet-bedijkte gebieden ervaringsdeskundiger is (zie onderstaande toelichting).

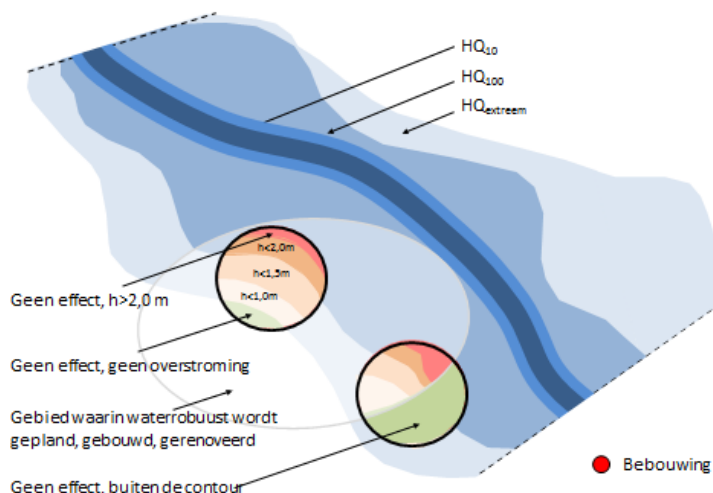
Bij de reductiefactoren voor schade aan opstal (schade aan onroerend goed) is de bandbreedte van de effecten groter dan bij inboedel. Omdat aangepaste uitrusting (permanente maatregel; anders dan het beschermen van objecten, dat in geval van hoogwater actief optreden vergt) hier een cruciale rol speelt en duidelijk wordt beïnvloed door het hoogwaterbewustzijn is het verschil tussen bedijkte en niet-bedijkte gebieden groter dan bij inboedel. Gelet op het feit dat er in het kader van de ICBR een analyse op macroschaal wordt uitgevoerd en er geen onderscheid wordt gemaakt tussen de afzonderlijke bouwkundige voorzorgsmaatregelen (afdichting kan schade bijv. geheel voorkomen) is er voor niet-bedijkte gebieden en bedijkte gebieden een maximaal effect van respectievelijk 60% en 30% gekozen.

Het effect van de maatregel is een gemiddelde van de aangegeven literatuur, gedifferentieerd naar bedijkt en niet-bedijkt gebied. Er wordt van uitgegaan dat het reducerend effect op de potentiële schade aan roerende goederen (inboedel) in niet-bedijkt gebied groter is als gevolg van de ervaringsdeskundigheid van de betrokkenen (vaker overstromingen dan in bedijkt gebied).

Het effect van een maatregel is afhankelijk van de waterdiepte (maximaal 2 m). Hoe kleiner de waterdiepte hoe groter het effect.

Berekening:

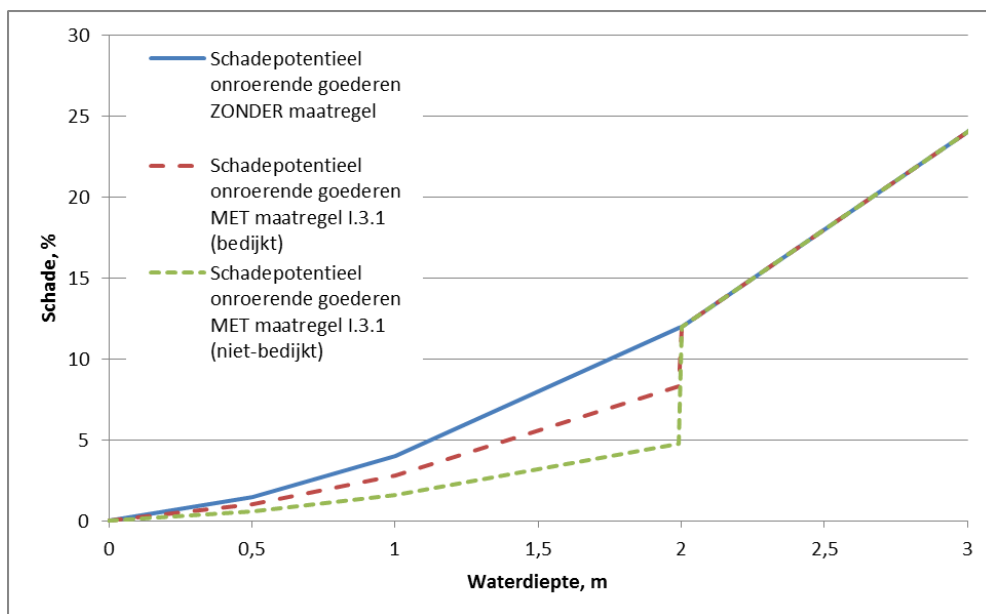
De rekenprocedure wordt met de onderstaande figuur voor het scenario HQextreem geïllustreerd. Dankzij de uitgevoerde maatregel wordt de potentiële schade binnen de weergegeven contouren in een van de waterdiepte afhankelijke mate gereduceerd, zolang het water niet hoger stijgt dan 2 m. De schadefunctie wordt naargelang van de waterdiepte zowel in bedijkt als niet-bedijkt gebied veranderd overeenkomstig de hierboven gedane aannames in verband met het maximale effect. Het effect van de maatregel wordt berekend per rastercel en scenario.



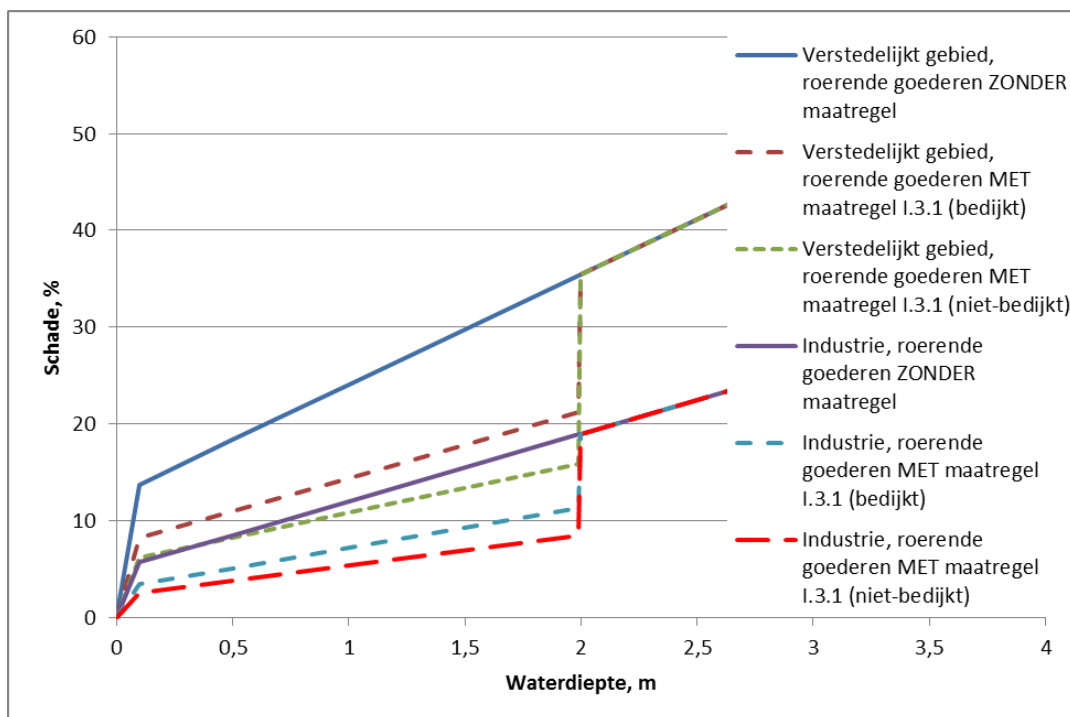
Figuur 10: Weergave van de maatregel “waterrobuust plannen, bouwen en renoveren” (I.3.1)

Groen zijn de gebieden waar de maatregel niet wordt uitgevoerd of waar geen sprake is van overstroming. Rood zijn de gebieden waar de maatregel weliswaar wordt uitgevoerd, maar waar als gevolg van de waterdiepte ($h > 2\text{ m}$) geen reductie wordt bereikt. In de gebieden met een gradatie van rood en oranje komt het effect van de maatregel overeen met de veranderde schadefunctie.

De als gevolg van bouwkundige voorzorgsmaatregelen toegepaste verandering in de schadefuncties voor de categorieën verstedelijkt gebied en industrie (roerend en onroerend) ziet er in concreto uit als volgt:



Figuur 11: Verandering van de schadefunctie voor schade aan onroerende goederen (industrie) als gevolg van “bouwkundige voorzorgsmaatregelen” (I.3) in bedijkt en niet-bedijkt gebied (gebruikte functie (voorbeeld zonder maatregelen): “Industrie, onroerend”: $y=2 \cdot x^2+2x$)



Figuur 12: Verandering van de schadefunctie voor schade aan roerende goederen (verstedelijk gebied en industrie) als gevolg van "bouwkundige voorzorgsmaatregelen" (I.3) in bedijkt en niet-bedijkt gebied (gebruikte functies (voorbeeld zonder maatregelen): "Verstedelijk gebied, roerend (35% economie, 60% wonen, 5% staat)": $y=11,4*x+12,625$ en "Industrie, roerend": $y=7*x+5$)

In de schadefuncties is direct te zien dat de maatregelen slechts effect sorteren tot een waterdiepte van 2 m, overeenkomstig de informatie in ICBR (2002) en Kreibich et al. (2005). Als het water hoger stijgt, verandert de potentiële schade niet.

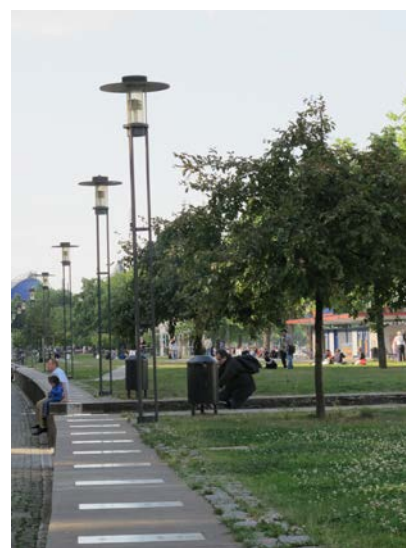
De berekende schadereductie hangt af van de effectiviteit en de realisatie van de maatregel. Neem als voorbeeld een gemeente met duizend huizen in overstromingsgebied (bedijkt en niet-bedijkt). In een enquête geven honderd huiseigenaren aan waterrobuust te hebben gebouwd, d.w.z. dat de realisatiefactor 10% bedraagt. Het effect van de maatregel in bedijkt gebied bedraagt dan 3,5% (effect = maximaal effect * realisatie = 35% * 10%).

In het kader van de grootschalige inschatting van het overstromingsrisico kon er geen gedetailleerde gegevensinwinning gebeuren, waarbij niet alleen het bestaan van dergelijke bouwkundige maatregelen wordt geïnventariseerd, maar ook hun effectiviteit in de verschillende overstromingsscenario's. De vastgestelde realisatiefactoren zijn dus slechts een ruwe raming. In de regel dient er te worden uitgegaan van een nauw verband tussen de overstromingskansen en de realisatiefactor. Ook bij een regionale inschatting van het overstromingsrisico zullen hier doorgaans alleen zeer ruwe ramingen mogelijk zijn. Gelet op het voorgaande zou steeds moeten worden gecontroleerd of deze indicator kan komen te vervallen, en worden vervangen door indicator I.1.

Technische bescherming van objecten (in overstromingsgebieden) (I.3.2)

Indicator:

Gebieden die zijn beschermd door technische voorzieningen of mobiele systemen



Keermuren in Keulen



Lage dijken

Toelichting:

Met mobiele systemen worden gebouwen beschermd tegen overstroming, waardoor zowel de potentiële schade aan roerende als onroerende goederen wordt verminderd. Deze maatregelen zijn alleen doeltreffend tot een waterdiepte van maximaal 2 m, als de systemen niet worden overstroomd (*zie onderstaande toelichtingen*). *Effect van maatregelen:*

Als de maatregel volledig wordt gerealiseerd en voorkomt dat objecten onder water komen te staan (d.w.z. als het water niet hoger stijgt dan 2 m of er een bescherming is tot 2 m), kan de potentiële schade met maximaal 90% per scenario en rastercel worden verlaagd.

De technische bescherming van objecten heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden.

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

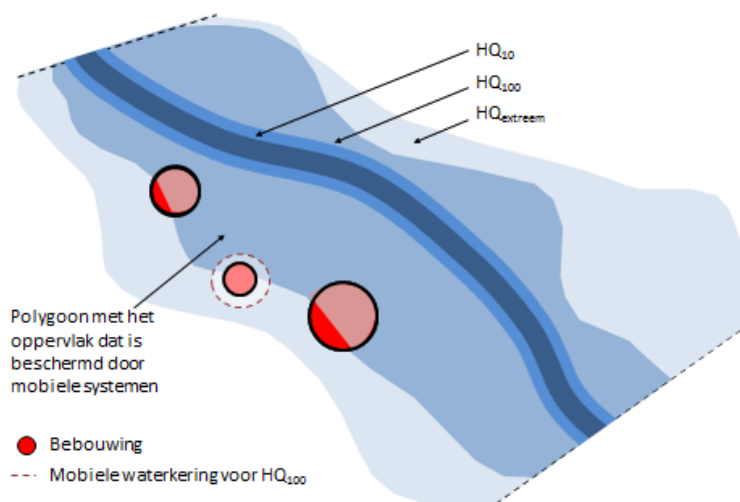
- ICBR (2006): verstedelijkt gebied en industriegebied (onroerend = roerend) in DE en CH (alleen niet-bedijkt) 90% ($h < 0,5$ m), 50% ($h < 2$ m), 10% ($h > 2$ m) (*zie onderstaande gedetailleerde toelichting bij de keuze van deze reducties in de berekeningen en schadefuncties*).

- ICBR (2002): 50-80% schadereductie particuliere gebouwen, met afdichting van kelders zelfs 100%; bij gebruik door industrie en bedrijven 25-100%.
- Kreibich et al. (2005): 30% schadereductie aan particuliere gebouwen.

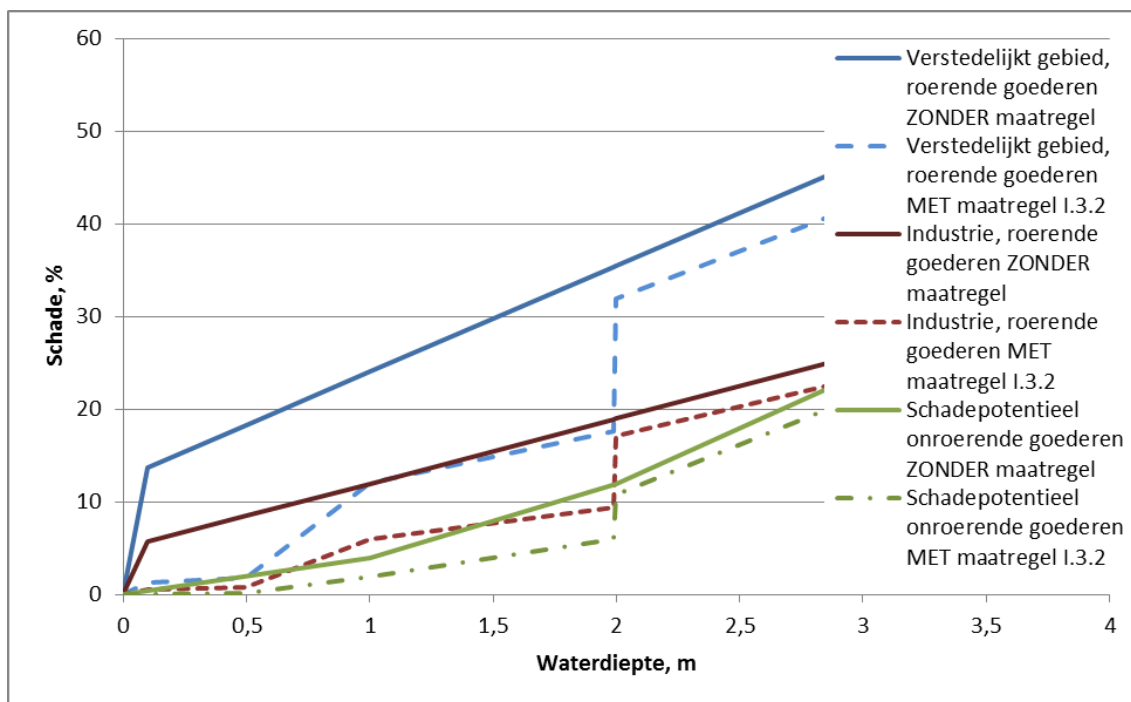
In de twee ICBR-documenten wordt het effect van de technische bescherming van objecten (afscherming) vrij gedetailleerd beschreven, maar er wordt niet specifiek aangegeven op welke gebeurtenissen en gegevens dit effect is gebaseerd (uitzondering: voorbeeld van het zakenpand in Luzern in Zwitserland). Het afdichten van gebouwen met verschillende systemen is, voor zover de systemen bestand zijn tegen de waterdruk, een van de meest efficiënte maatregelen om schade te voorkomen. Daarom geven de effectpercentages voor verschillende waterdieptes uit ICBR (2006) volgens ons een realistisch beeld (en zijn ze ook opgenomen in de schadefuncties, zie figuur 14). Bij een waterdiepte van minder dan 0,5 m kan ervan worden uitgegaan dat schade (zowel aan roerend als aan onroerend goed) vrijwel geheel kan worden vermeden. Omdat er afhankelijk van het toegepaste systeem een zekere hoeveelheid water kan doorsijpelen of als gevolg van bijv. tegendruk uit de riolering in het gebouw kan dringen, wordt er een maximaal percentage van 90% aangenomen. Hoe hoger het waterpeil, hoe minder efficiënt de maatregel. Bij waterdieptes vanaf 2 m wordt er nog uitgegaan van een kleine verlaging van de potentiële schade.

Berekening:

De maatregel heeft een lokaal effect in de zones binnen het overstromingsgebied die zijn beschermd door technische maatregelen (zie figuur 13, roze zones vertonen het beschermingsniveau voor een HQ100). De bescherming kan van toepassing zijn op een afzonderlijk gebouw of, zoals weergegeven in figuur 13, op een groep van gebouwen of stadsgebieden. Binnen het beschermde gebied daalt de schade conform de gewijzigde schadefunctie (zie figuur 14) naargelang van de waterdiepte. Bij de technische bescherming van objecten wordt aangenomen dat de schade wordt verminderd los van de vraag of een gebied is bedijkt of niet. De informatie over het beschermingsniveau, d.w.z. op welk scenario de maatregel een effect heeft, is cruciaal. Het effect wordt berekend per rastercel en scenario.



Figuur 13: Weergave van de maatregel "technische bescherming van objecten" (I.3.2)



Figuur 14: Verandering van de schadefunctie voor schade aan onroerende en roerende goederen (verstedelijk gebied en industrie) als gevolg van de maatregel "technische bescherming van objecten" (I.3.2) (gebruikte functies (voorbeeld zonder maatregelen): "Verstedelijk gebied, roerend": $y=11,4*x+12,625$, "Industrie, roerend": $y=7*x+5$ en "Industrie, onroerend": $y=2*x^2+2x$) (hier zijn de reductiepercentages uit de ICBR-publicatie (2006) geïmplementeerd; zie bovenstaande informatie onder "Bron van de informatie over het effect van maatregelen")

Zoals voor indicator I.3.1 geldt dat er in het kader van de grootschalige inschatting van het overstromingsrisico geen gedetailleerde gegevensinwinning kon gebeuren, waarbij niet alleen het bestaan van dergelijke bouwkundige maatregelen wordt geïnventariseerd, maar ook hun effectiviteit in de verschillende overstromingsscenario's. De vastgestelde realisatiefactoren zijn dus slechts een ruwe raming. In de regel dient er te worden uitgegaan van een nauw verband tussen de overstromingskans en de realisatiefactor. Ook bij een regionale inschatting van het overstromingsrisico zullen hier doorgaans alleen zeer ruwe ramingen mogelijk zijn. Gelet op het voorgaande zou steeds moeten worden gecontroleerd of deze indicator kan komen te vervallen, en worden vervangen door indicator I.1.

Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen (I.3.3)

Indicator:

Beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen



Voorbeeld van een verankerde tank

Toelichting:

Door olietanks te beveiligen of watergevaarlijke stoffen op hogere verdiepingen op te slaan, kan de schade duidelijk worden verminderd.

De berekende schadereductie hangt dus af van de effectiviteit en de realisatie van de maatregel. Neem als voorbeeld een gemeente met duizend huizen in overstromingsgebied (bedijkt en niet-bedijkt). In een enquête geven vijfhonderd huiseigenaren aan beveiligingsmaatregelen te hebben genomen, d.w.z. dat de realisatiefactor 50% bedraagt. Het effect van de maatregel in bedijkt gebied bedraagt dan 15% (= 30% x 50%).

Effect van maatregelen:

Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden.

Maximaal 30% (bedijkt) - 50% (niet-bedijkt, d.w.z. grotere overstromingsdiepte en eventueel groter aandeel niet-voorbereide personen) per scenario en rastercel.

Voor de berekeningen wordt - op basis van ICBR-expert judgement - een gemiddelde van ICBR en Kreibich et al. voor bedijkt en niet-bedijkt gebied berekend en geselecteerd (zie onderstaande details).

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- Expert judgement
- ICBR (2006): potentiële schade aan onroerend goed in DE en CH (alleen niet-bedijkt) 90% (h < 0,5 m), 90% (h < 2 m), 50% of 0% in CH (h > 2 m).
- ICBR (2002): 30-40% door aangepast gebruik; de omvang van de schade neemt toe als gevolg van stookolie (200 tot 300%); bij bedrijven zorgt de opslag van gevaarlijke stoffen op hogere verdiepingen voor een reductie met 50-75%, bij opslag buiten het overstromingsgebied gaat het om 100%.
- Kreibich et al. (2005): 53% door aangepast gebruik.

De informatie over het effect van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" heeft zowel betrekking op de beveiliging van stookolietanks in particuliere woningen als op beveiligings- en voorzorgsmaatregelen in MKB's en industriële bedrijven. In ICBR (2002) wordt het voorbeeld genoemd van een tankstation in Vallendar dat na de overstroming van de Rijn in 1993 werd beschermd met mobiele elementen, omdat het tijdens de overstroming 14 dagen lang tot 1,3 m onder water stond.

Dit voorbeeld leidt tot zeer hoge reductiefactoren, net als de opslag van watergevaarlijke stoffen buiten het overstromingsgebied (effect = 100%). Omdat er in het kader van het ICBR-project gebruik wordt gemaakt van de enquêteresultaten van Bubeck, die uitsluitend betrekking hebben op particuliere huishoudens, wordt er uitgegaan van een maximaal reductiepercentage van 50 dan wel 30%, aangezien de effectiviteit van deze maatregel bij particulieren naar schatting lager is. Dit wordt ook onderbouwd door de resultaten van Kreibich et al. (2005). Het onderscheid tussen het effect in bedijkt en niet-bedijkt gebied resulteert, zoals uitgelegd in hoofdstuk I.3.1, uit de ervaringsdeskundigheid van de bevolking. D.w.z. dat ervan wordt uitgegaan dat het reducerend effect in niet-bedijkt gebied groter is als gevolg van de ervaringsdeskundigheid van de betrokkenen (vaker overstromingen dan in bedijkt gebied).

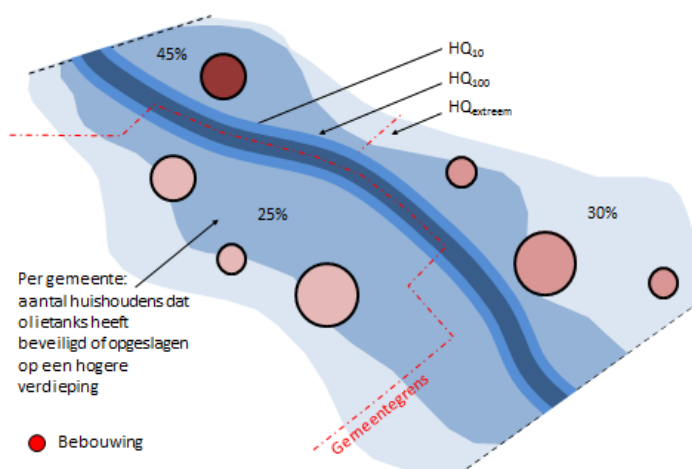
Zoals voor indicator I.3.1 geldt dat er in het kader van de grootschalige inschatting van het overstromingsrisico geen gedetailleerde gegevensinwinning kon gebeuren, waarbij niet alleen het bestaan van dergelijke bouwkundige maatregelen wordt geïnventariseerd, maar ook hun effectiviteit in de verschillende overstromingsscenario's. De vastgestelde realisatiefactoren zijn dus slechts een ruwe raming. In de regel dient er te worden uitgegaan van een nauw verband tussen de overstromingskans en de realisatiefactor. Ook bij een regionale inschatting van het overstromingsrisico zullen hier doorgaans alleen zeer ruwe ramingen mogelijk zijn.

Berekening:

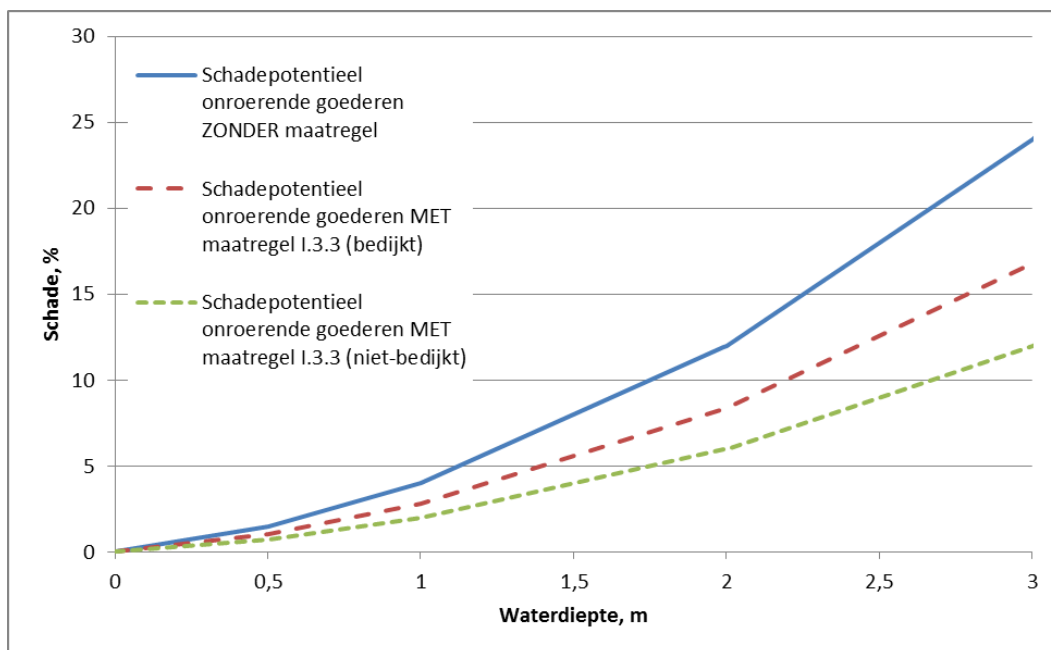
Het effect van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" wordt voor de drie scenario's berekend zoals weergegeven in de onderstaande figuur 15. Op gemeentelijk niveau daalt de potentiële schade met het product van het maximale effect en de realisatiegraad in de woongebieden. De rekenformule ziet eruit als volgt:

schade met maatregelen = 0,30 x realisatiefactor x schade zonder maatregelen (voor bedijkte gebieden)

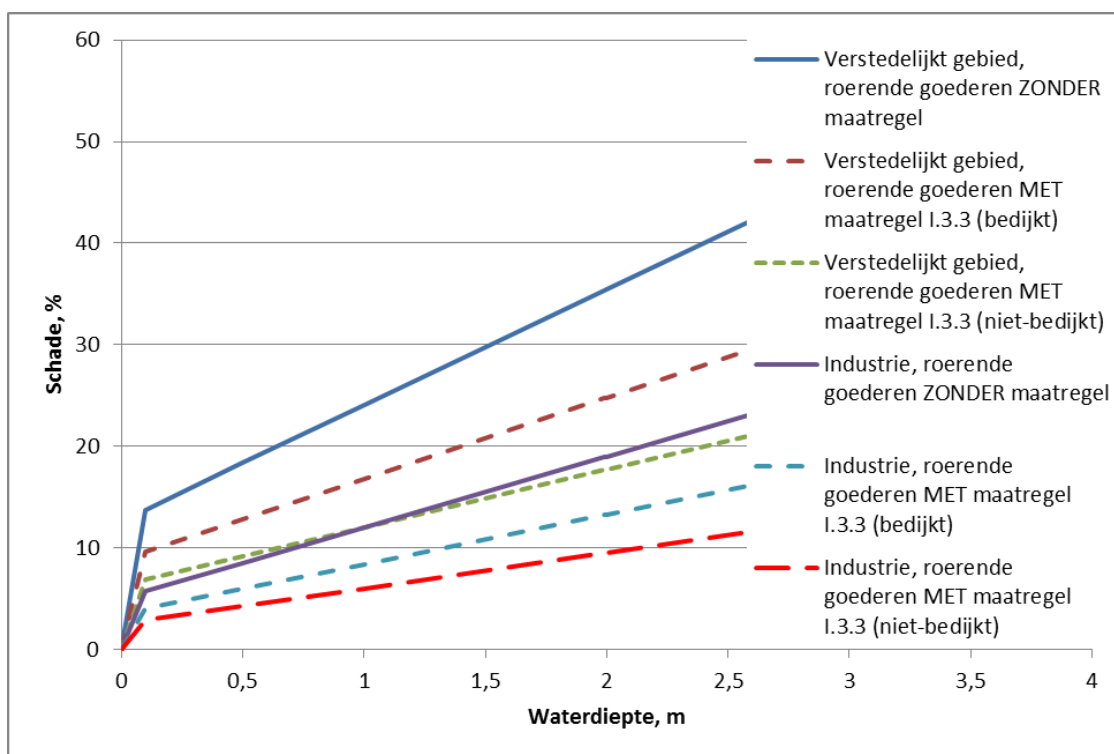
De potentiële schade kan ook worden berekend via de verandering van de schadefunctie voor verstedelijkt gebied (onroerend en roerend) en industriegebied (onroerend en roerend) (de verandering is onafhankelijk van de waterdiepte, zie figuur 16 en figuur 17) en de vermenigvuldiging met de realisatiefactor.



Figuur 15: Weergave van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" (I.3.3)



Figuur 16: Verandering van de schadefunctie voor schade aan onroerende goederen (industrie) als gevolg van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" (1.3.3) in bedijkt en niet-bedijkt gebied (gebruikte functies (voorbeeld zonder maatregelen): "Industrie, onroerend": $y=2*x^2+2x$)



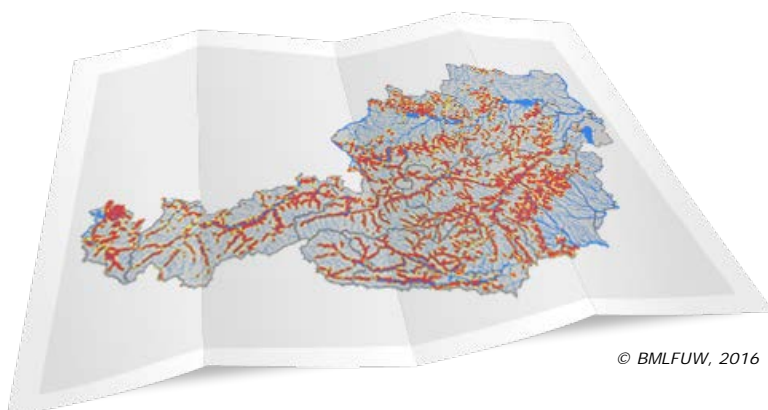
Figuur 17: Verandering van de schadefunctie voor schade aan roerende goederen (verstedelijk gebied en industrie) als gevolg van de maatregel "aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen" in bedijkt en niet-bedijkt gebied (gebruikte functies (voorbeeld zonder maatregelen): "Verstedelijk gebied, roerend": $y=11,4*x+12,625$ en "Industrie, roerend": $y=7*x+5$)

Overige voorzorgsmaatregelen (I.4)

Overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten beschikbaar stellen en bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen (I.4.1)

Indicator:

Frequentie van voorlichtingscampagnes (incl. beschikbaarheid/bestaan van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten)



Overstromingskaarten (zie www.naturgefahren.at)



HKC-infomobiel (Hochwasser Kompetenz Centrum; zie <http://www.hkc-online.de/de/projekte/hkc-infomobil/index.html>): mobiel voorlichtingsteam

Toelichting en berekening:

Bewustwording is een belangrijke voorwaarde voor het handelen van de getroffen en in geval van hoogwater. Pas wanneer het gevaar en de handelingsopties bekend zijn, kunnen er daadwerkelijk maatregelen worden genomen. De publicatie van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten vormt hiervoor een goede basis. Ander materiaal kan bijv. beschikbaar worden gesteld via flyers of andere media (bijv. technisch handboek voor de bescherming tegen hoogwater van het Duitse ministerie van Verkeer, Bouw en Stedelijke Ontwikkeling). Er kunnen ook informatiebijeenkomsten en workshops worden georganiseerd, hoogwaterpartnerschappen worden gevormd, enz.

Door objecten naar hogere verdiepingen te brengen (verticale evacuatie) of door auto's enz. uit het overstromingsgebied te rijden, kan de potentiële schade aan roerend goed duidelijk worden verminderd.

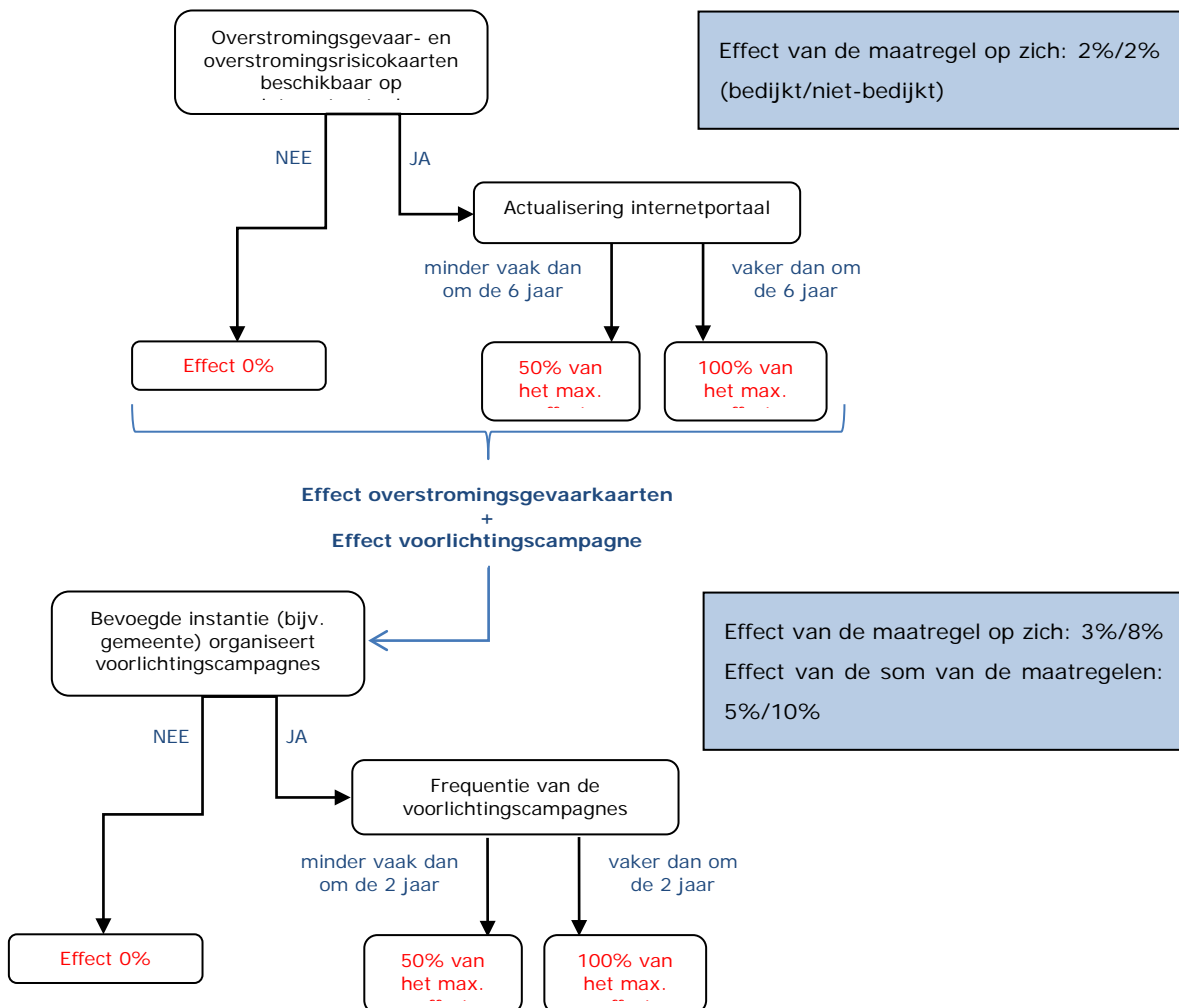
Deze reductie van de potentiële schade kan alleen worden bereikt als het gevaar of de getroffen gebieden bekend zijn (overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten).

Het stroomschema geeft de implementatie van de indicator in de tool weer. Als er overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten bestaan, is het effect in de eerste plaats afhankelijk van de actualisering van de kaarten. In een vervolgstap wordt er gekeken of er voorlichtingscampagnes worden gehouden en zo ja, hoe vaak. Als de overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten vaker dan om de zes jaar worden geactualiseerd en er vaker dan om de twee jaar voorlichtingscampagnes worden gehouden, bedraagt het maximale effect van de gecombineerde maatregel 5 dan wel 10%.

De algemene aanname is dat hoe vaker kaarten en voorlichtingscampagnes worden verbeterd of geactualiseerd, hoe meer personen ertoe bereid en erop voorbereid zijn spullen in veiligheid te brengen, wat leidt tot een reductie van de potentiële schade.

Effect van maatregelen:

De combinatie van het beschikbaar stellen van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten en de bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden. Maximaal 5% (bedijkt) dan wel 10% (niet-bedijkt) per scenario en rastercel.



Figuur 18: Stroomschema voor de indicator "overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten beschikbaar stellen en bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen" (1.4.1)

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- Expert judgement

Er is nog geen ervaring met het effect van de maatregel "beschikbaar stellen van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten en de bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen". Als gevolg van de in 2007 aangenomen ROR worden er voor alle gebieden met een significant risico overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten gemaakt, die zowel worden voorgesteld aan de gemeentes als aan de burgers en die op verschillende manieren (meestal op webportalen) worden gepubliceerd. Gelet op de regelmatige actualisering (zesjarencyclus) wordt ervan uitgegaan dat deze maatregel een duurzaam effect heeft. De weergave van het gevaar en de bewustwording van alle betrokkenen vormen de basisvoorwaarde voor paraatheid in geval van hoogwater. Het geschatte effect verschilt tussen bedijkt en niet-bedijkt gebied (respectievelijk 5 en 10%), omdat wordt aangenomen dat de bereidheid om maatregelen op te starten en uit te voeren in niet-bedijkt gebied groter is, waardoor ook het bestaan van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten in dit gebied relevanter is.

De schadefunctie voor verstedelijkt gebied (onroerend en roerend goed) en industriegebied (onroerend en roerend goed) wordt onafhankelijk van de waterdiepte veranderd.

4.4.2. Bescherming tegen overstromingen (II)

Indicator:

De indicator is de verandering van de overschrijdingskans.

Toelichting:

Met maatregelen ter bescherming tegen overstromingen wordt rekening gehouden bij de berekening van de verandering van de kansen en bij de indeling van de risicoanalyse in beschermde/bedijkte en niet-beschermde/niet-bedijkte Rijntrajecten (zie bijlage 1 en 3).



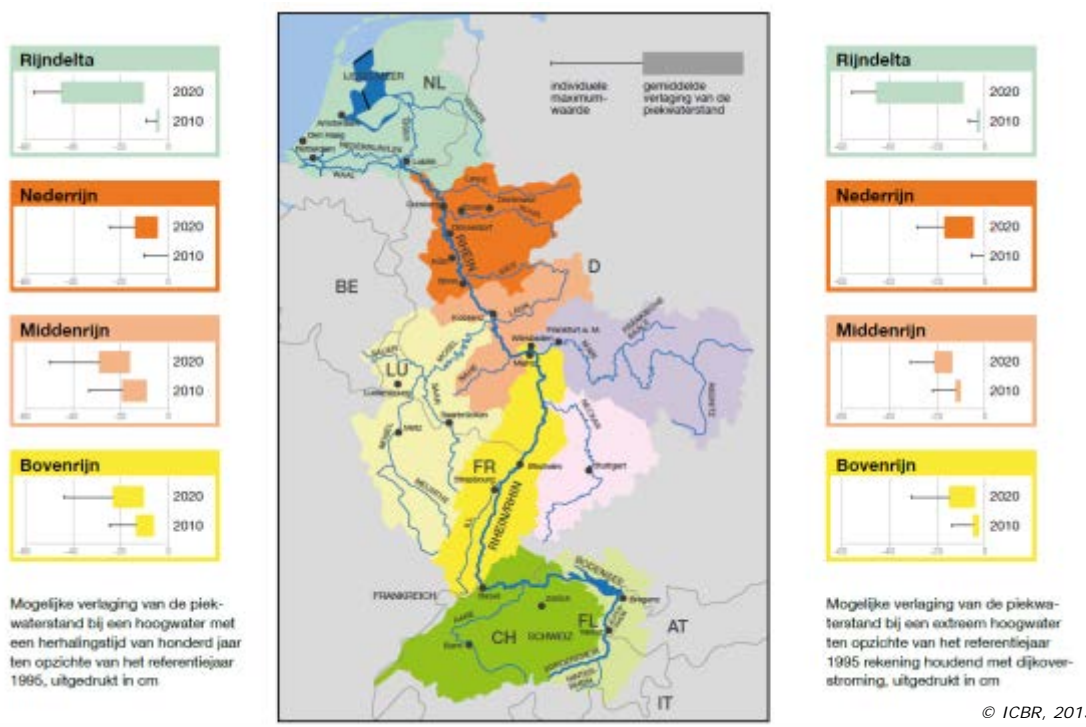
Links: niet-bedijkt Rijntraject (Middenrijn), rechts: bedijkt Rijntraject (Duits-Franse Bovenrijn)

In de berekeningen van de ICBR-expertgroep Validatie is er alleen gekeken naar retentiemaatregelen (conform tabel 9 en 12 gaat het om de volgende maatregelen: herstel van de natuurlijke waterretentie, regulering van de waterafvoer en waterbouwkundige maatregelen). Informatie over veranderingen van de overschrijdingskans als gevolg van de verbetering van de bescherming door "technische maatregelen voor hoogwaterbescherming" (bijv. mobiele bescherming tegen overstromingen in Keulen) en

“overige technische maatregelen” (bijv. dijkverhoging) is aangeleverd door de ICBR (zie bijlage 3). Voor beide maatregelen samen wordt een kans aangegeven.



Voorbeeld van rivierverruimende maatregelen bij Lent/Nijmegen (Nederland). Dijkverlegging Lent, links: huidige situatie, recht: toekomstige situatie (programma “Ruimte voor de rivier”, project “Ruimte voor de Waal” <http://www.ruimtevoordewaal.nl> / ©: Ruimte voor de Waal)



Mogelijke verlaging van de piekwaterstand als gevolg van waterstandverlagende maatregelen: toestanden 2010 en 2020

4.4.3. Paraatheid voor overstromingen (III)

Preventieve voorlichting, hoogwaterinformatie en verwachting (III.1.1)

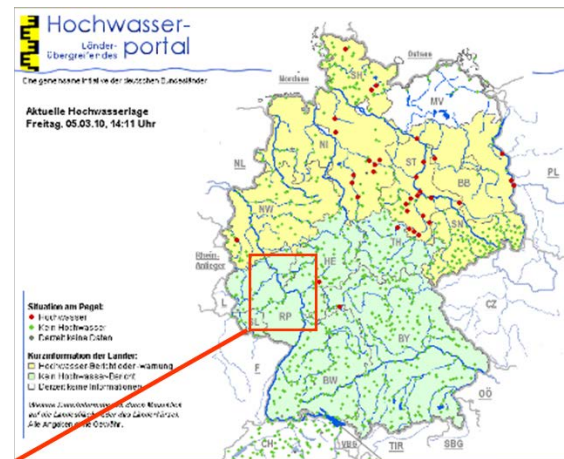
Indicator:

Verbetering van de hoogwaterverwachting binnen een vastgestelde periode (o.a. door verlenging van de verwachtingstermijnen)



Centrales voor hoogwaterverwachting aan de Rijn (zie

<http://www.iksr.org/nl/themas/hoogwater/waarschuwings-en-voorspellingscentrales/interactieve-kaart/index.html>)



© LUBW + LFU 2015,
LHP 2016,

Voorbeeld van informatie over hoogwaterverwachtingen op internet (hoogwater begin juni 2016; zie www.hochwasserzentralen.de)

Toelichting en berekening:

Verbetering van de hoogwaterverwachting kan zorgen voor een langere verwachtingstermijn en, daarmee gepaard gaand, een langere waarschuwings- en voorbereidingstijd, waardoor er minder schade wordt aangericht en er eventueel meer mensen kunnen worden geëvacueerd (hoger evacuatiepercentage).

Door objecten naar hogere verdiepingen te brengen (verticale evacuatie) of door auto's enz. uit het overstromingsgebied te rijden, kan de potentiële schade aan roerend goed duidelijk worden verminderd. Bewustmaking door middel van voorlichting, en verwachting vormen de basis voor bouwkundige voorzorgsmaatregelen. Hoe beter en langer vooruit een verwachting hoe groter de speelruimte voor actie.

In het onderstaande stroomschema wordt er in een eerste stap onderscheiden tussen het bestaan van een waarschuwingssysteem, een verwachtingssysteem of geen systeem. In een vervolgstap wordt er nader ingegaan op verwachtingssystemen en krijgt de parameter waarop de verwachting van toepassing is een betekenis. Terwijl de afvoerverwachting ten behoeve van de operationele interventie in geval van hoogwater doorgaans alleen informatie oplevert over mogelijke overstromingen en daaruit voortvloeiende schade voor mensen die vertrouwd zijn met het ontstaan van hoogwater en het afvoerregime, levert de verwachting van de omvang van het gebied dat waarschijnlijk onder water zal komen te staan ook voor minder geoefende gebruikers nuttige en eenvoudig te interpreteren informatie op om de gevolgen in te schatten.

Het maximale effect met betrekking tot de verwachtingstermijn wordt voor de Rijn bereikt als de verwachtingstermijn tussen 1995 en 2005 is verdubbeld. Na 2005 wordt er conform APH in verband met dit criterium geen verandering meer in aanmerking genomen. Een verdere verbetering kan na 2005 worden bereikt via de nauwkeurigheid van de verwachting (betrouwbaarheid), die moet worden ingeschat door de centrales voor hoogwaterverwachting. Als er niets kan worden gezegd over de betrouwbaarheid wordt er telkens uitgegaan van het effectpercentage voor "voldoende".

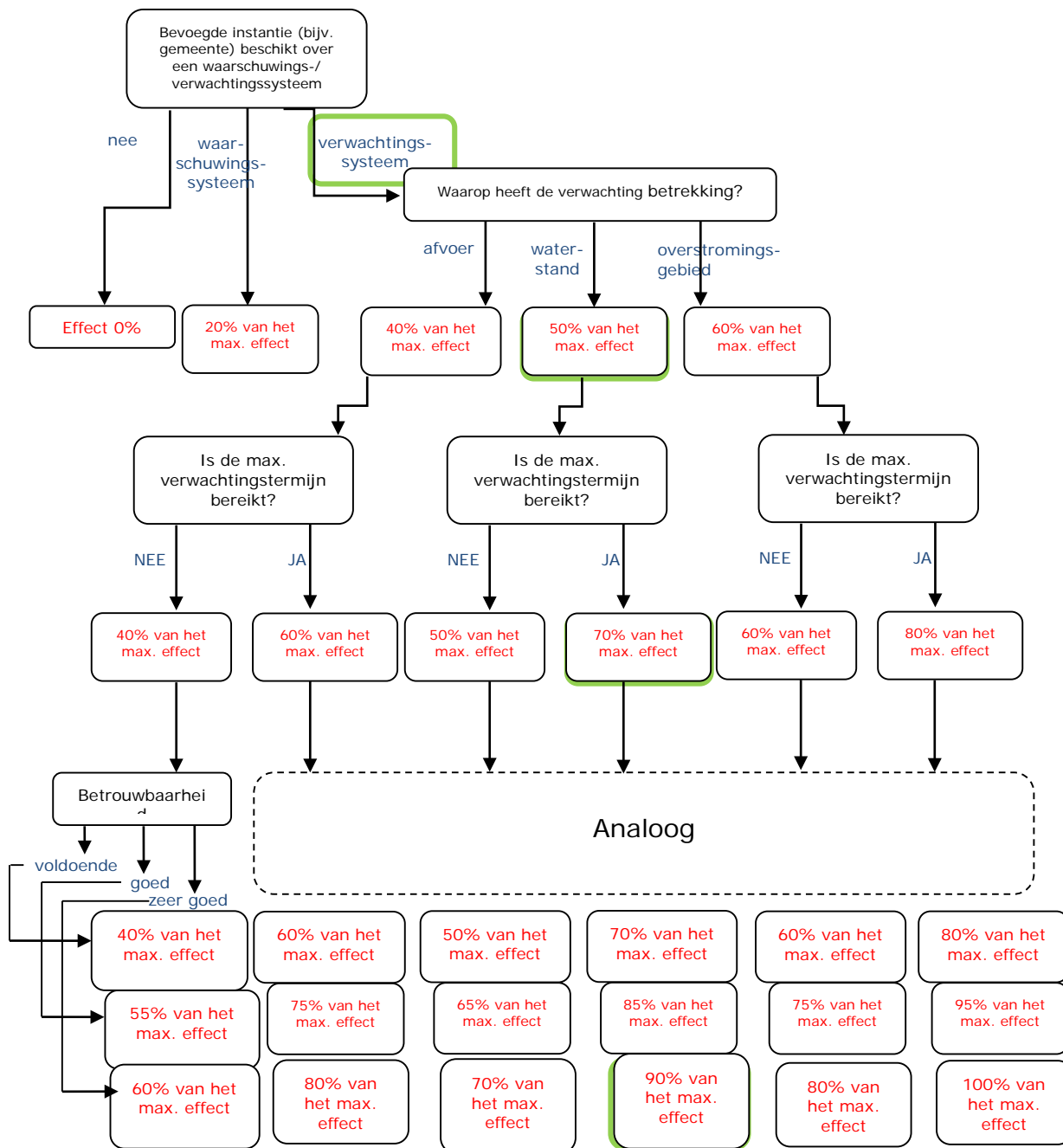
Het stroomschema wordt toegelicht aan de hand van het volgende voorbeeld (groene vakjes):

Er is een verwachtingssysteem in gebruik waarmee prognoses worden opgesteld voor de waterstand. De maximaal gewenste verwachtingstermijn wordt bereikt en de betrouwbaarheid van de verwachting wordt als zeer goed ingeschat. Als resultaat wordt 90% van het maximaal bereikbare effect (15% dan wel 20%) gehaald, d.w.z. in bedijkt gebied 13,5% ($=0,9*15\%$) en in niet-bedijkt gebied 18% ($=0,9*20\%$).

Effect van maatregelen:

Hoogwaterinformatie en verwachting hebben zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden.

Dankzij de maatregelen kan per scenario en rastercel maximaal 15% (bedijkt) dan wel 20% (niet-bedijkt) van de potentiële schade aan roerende goederen worden voorkomen.



Figuur 19: Stroomschema voor de indicator "preventieve voorlichting, hoogwaterinformatie en verwachting" (III.1.1)

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- Expert judgement
- ICBR (2006): potentiële schade aan roerend goed in verstedelijkt gebied
- Messner et al. (2006): gemiddeld 21% van de directe potentiële materiële economische schade; bij een waarschuwingstermijn van 8 uur maximaal 48%.
- Wind et al. (1999): bij het hoogwater van 1995 was er 35% minder potentiële schade dan bij het hoogwater van 1993; de reductie wordt toegeschreven aan de ervaringsdeskundigheid van particulieren en aan de iets langere waarschuwingstermijn.

- Het effect van de maatregel “hoogwaterinformatie en verwachting” is zowel in het stroomgebied van de Maas (in 1993 en 1995) als aan de Rijn (in 1993 en 1995) onderzocht. De potentiële schade aan roerende goederen is bij de tweede gebeurtenis steeds duidelijk kleiner, wat kan worden verklaard door de betere hoogwaterverwachting, maar ook door bewustwording, betere voorbereiding en de uitvoering van voorzorgsmaatregelen. De potentiële schade aan roerende goederen kon met 80% worden verlaagd. Dergelijke ervaringen zijn ook gepubliceerd voor het stroomgebied van de Elbe (Jüpner, TU Kaiserslautern, workshops, 2002 en 2013).

Het onderscheid tussen 15% (bedijkt) en 20% (niet-bedijkt) is gebaseerd op de bovenstaande verklaring en op de informatie in ICBR (2006). Omdat het alleen gaat om de maatregel “verwachting” zijn de in de literatuur genoemde reductiefactoren voor combinaties van maatregelen verlaagd.

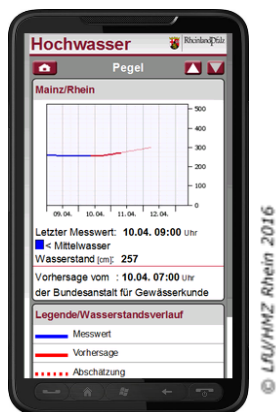
De schadefunctie voor verstedelijkt gebied (onroerend en roerend goed) en industriegebied (onroerend en roerend goed) wordt onafhankelijk van de waterdiepte veranderd.

4.4.4. Rampenpreventie en rampenbestrijding (III.2)

Waarschuwing van de getroffen personen / alarm- en hulpverleningsplannen / oefeningen en opleidingen (III.2.1)

Indicator:

Bestaan van alarm- en hulpverleningsplannen en frequentie van actualisering van deze plannen, aantal waarschuwingssystemen (waarschuwingroutes en communicatiemiddelen) per gemeente, frequentie van oefeningen per jaar



App die hoogwaterstanden visualiseert en ervoor waarschuwt



Crisisgesprek in de centrale voor de bescherming tegen overstromingen in Keulen en oefening tijdens de DWA-hoogwaterdagen

Toelichting en berekening:

Door objecten naar hogere verdiepingen te brengen (verticale evacuatie) of door auto's enz. uit het overstromingsgebied te rijden, kan de potentiële schade aan roerend goed duidelijk worden verminderd. Het bestaan van een alarm- en hulpverleningsplan en de waarschuwing van getroffen inwoners zijn de basis/voorwaarde voor (de meeste) acties. De ICBR neemt aan dat hoe beter de hoogwaterverwachting (o.a. hoe langer de verwachtingstermijn) is, hoe vroeger en nauwkeuriger er kan worden gewaarschuwd. Noodmaatregelen kunnen deel uitmaken van alarm- en hulpverleningsplannen.

Opmerking: In de realiteit kan er bij verwachtingen met een langere termijn echter niet worden uitgegaan van dezelfde betrouwbaarheid als bij verwachtingen met een kortere zichttijd, hoewel er de afgelopen jaren veel is gebeurd op dit gebied. Dit betekent dat een betere/nauwkeurige verwachting niet altijd kan worden gelijkgesteld met een langere waarschuwingstermijn.

Bovendien geldt dat oefeningen en opleidingen de basis vormen van robuuste bescherming tegen overstromingen, ze voorkomen dat er in geval van hoogwater fouten worden gemaakt / verkeerde beslissingen worden genomen en dragen bij tot de bewustmaking en -wording.

Door gerichte voorbereiding en instructie van zowel hulpverleners als getroffen inwoners kan de potentiële schade worden gereduceerd.

Het stroomschema geeft de implementatie van de indicator in de tool weer. In een eerste fase wordt er gevraagd of er een alarm- en hulpverleningsplan bestaat. Is er geen sprake van een plan dan is het effect van de gecombineerde maatregel 0. Als er een plan bestaat, wordt de actualiseringsgraad van het plan gecontroleerd.

Neem als voorbeeld een gemeente in bedijkt gebied die beschikt over een alarm- en hulpverleningsplan dat minder vaak dan om de vijf jaar wordt geactualiseerd. Het effect bedraagt dan 50% van het maximale effect ($0,5 \cdot 10\% = 5\%$).

In een tweede fase worden het waarschuwingssysteem en het aantal waarschuwingroutes opgenomen in de analyse. Voor het bovengenoemde voorbeeld wordt er aangenomen dat er een waarschuwingssysteem met twee à drie redundante waarschuwingroutes bestaat. Het effect van deze maatregel op zich bedraagt 1,25% (50% van 2,5%), het effect van de combinatie van de maatregelen "alarm- en hulpverleningsplan" plus "waarschuwingssysteem" bedraagt 6,25%. In een laatste fase worden oefeningen en opleidingen en de frequentie waarmee deze oefeningen en opleidingen plaatsvinden

bekeken. Het effect van deze maatregel op zich en van de combinatie van maatregelen wordt op dezelfde manier beoordeeld als bij de maatregel "waarschuwingssysteem".

In het voorbeeld wordt ervan uitgegaan dat de gemeente om de twee jaar overstromingsoefeningen houdt. Het effect van de afzonderlijke maatregel bedraagt 100% van het maximale effect (2,5%), de combinatie van de drie fases leidt tot een totaal effect van 8,75% (6,25% + 2,5%).

Om het voorbeeld te verduidelijken, zijn de vakjes met de afzonderlijke resultaten in het onderstaande stroomschema groen omrand.

Als er wel een alarm- en hulpverleningsplan, maar geen waarschuwingssysteem bestaat en er toch oefeningen worden gehouden, wordt de linkerkant van het stroomschema gevolgd (groene pijl). Het maximale effect bedraagt in dit geval 12,5% dan wel 25%.

Voor de som van de effecten worden de afhankelijkheidsmatrices aan het einde van het onderhavige document als richtsnoer genomen (zie bijlage 13).

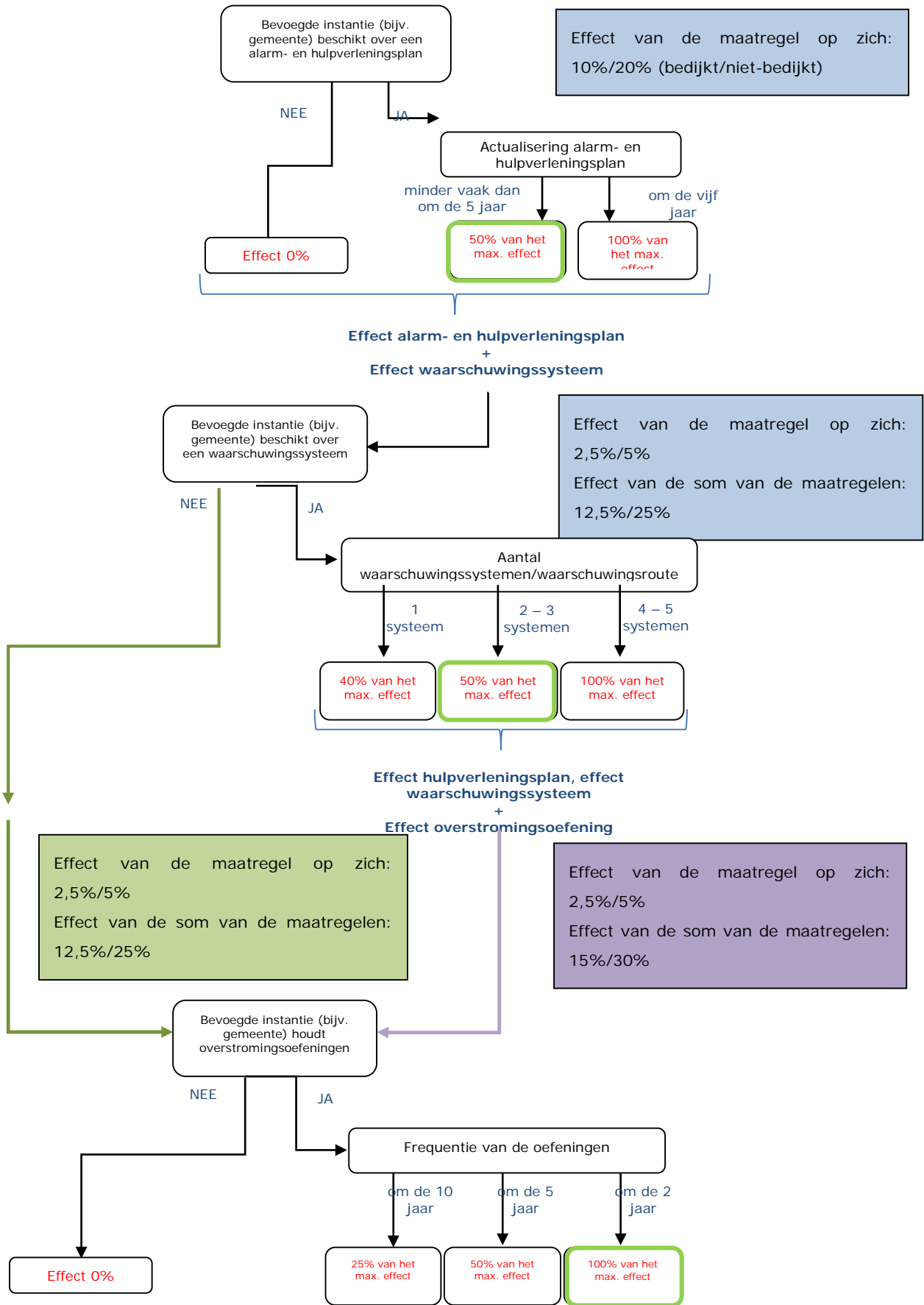
Effect van maatregelen:

De combinatie van de maatregelen "waarschuwing van getroffen personen / alarm- en hulpverleningsplannen" en "oefeningen en opleidingen" heeft zowel een effect op HQ10-gebieden en HQ100-gebieden als op de uitgestrektere HQextreem-gebieden.

Dankzij de maatregel kan de potentiële schade per scenario en rastercel met maximaal 15% (bedijkt) dan wel 30% (niet-bedijkt) worden verlaagd.

Bron van de informatie over het effect van maatregelen:

- Expert judgement
- ICBR (2006): Potentiële schade aan roerende en onroerende goederen in verstedelijkt gebied en industriegebied. Het effect heeft betrekking op noodmaatregelen / rampenpreventie / rampenbestrijding en noodoverloop.



Figuur 20: Stroomschema voor de indicator "waarschuwing van de getroffen personen / alarm- en hulpverleningsplannen / oefeningen en opleidingen" (III.2.1)

4.5. Combinatie van maatregelen

Naast het afzonderlijke effect van maatregelen zijn er ook **wisselwerkingen tussen maatregelen**, die in afhankelijkheidsmatrices voor bedijkt en niet-bedijkt gebied zijn beschreven (zie bijlage 13). De begrippen “bedijkt” en “niet-bedijkt” verwijzen in het kader van dit project naar gebieden die beschermd dan wel niet-beschermd zijn door technische voorzieningen tegen overstromingen.

Als er in een gebied meerdere maatregelen met elkaar worden gecombineerd die een effect hebben op het beschermingsdoel economie en cultuur kan het effect van de maatregelen doorgaans niet simpelweg worden opgeteld. Ten eerste omdat hierdoor de mogelijkheid bestaat dat het effect groter is dan 100%. Ten tweede omdat ervan wordt uitgegaan dat afzonderlijke maatregelen elkaar aanvullen dan wel alleen effect sorteren als ze met elkaar worden gecombineerd.

De matrices zijn gebaseerd op de volgende aannames, die uitgaan van ICBR-expert judgement (voor meer informatie, zie HKV-eindrapport, HKV 2016):

- Bij **voorzorgsmaatregelen tegen overstromingen (III)** en/of **gevaarkaarten (I.4.1)** geldt dat bij twee of meer maatregelen het maximale effect 1,5 keer zo groot is als het effect van de meest efficiënte maatregel. D.w.z. in bedijkt gebied maximaal 22,5% en in niet-bedijkt gebied maximaal 45%.
- Als er twee **bouwkundige voorzorgsmaatregelen (waterrobuust plannen, bouwen en renoveren (I.3.1), technische bescherming van objecten (I.3.2) en aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen I.3.3)** met elkaar worden gecombineerd, wordt de meest efficiënte maatregel gekozen. Als **bouwkundige voorzorgsmaatregelen** worden gecombineerd met **voorzorgsmaatregelen tegen overstromingen** wordt het effect van de bouwkundige voorzorgsmaatregel gekozen. Als **bouwkundige voorzorgsmaatregelen** worden gecombineerd met het **maatregelenpakket overstromingsgevaarkaarten/overstromingsrisicokaarten/voorlichting** worden de afzonderlijke effectpercentages bij elkaar opgeteld tot een maximum van 100%.
- Als **maatregelen ter bescherming tegen overstromingen (II)** worden gecombineerd met **andere maatregelen** wordt het effect van de maatregel (of combinatie van maatregelen) ongewijzigd gebruikt.

De combinatie van maatregelen die een effect hebben op de gezondheid van de mens is al beschreven in de hoofdstukken 2 en 4 (“indicatoren voor de gezondheid van de mens”).

4.6. Opmerkingen over de toepassing van indicatoren, belangrijke aannames en grenzen aan het gebruik

Algemene grenzen en beperkingen:

- Veel informatie over het effect en de realisatiegraad van maatregelen is nog in hoge mate gebaseerd op expert judgement.
- De schattingen en aannames in verband met de indicatoren/maatregelen zouden in de toekomst moeten worden vervangen door verbeterde datasets. Het is wenselijk de invoergegevens continu te verbeteren; het inwinnen van gegevens kost veel tijd en geld.

- Voor enkele indicatoren met een hoge detailgraad, zoals de realisatie van maatregelen ter bescherming van objecten en hun effectiviteit in de drie overstromingsszenario's, vergt de totstandbrenging van grootschalige datasets onredelijke inspanningen; dit is alleen lokaal/regionaal mogelijk.
- De EU- of nationale types van maatregelen kunnen afwijken van de categorieën die in het ICBR-project zijn gedefinieerd, wat een directe koppeling met de monitoring van overstromingsrisicobeheerplannen kan bemoeilijken (dit is wellicht vooral in niet-EU-staten het geval, aangezien zij de ROR niet implementeren). Voorafgaand aan de berekening dienen de nationale maatregelen opnieuw te worden ingedeeld bij de categorieën van maatregelen die zijn geïmplementeerd in de tool en dient er te worden nagegaan of de definities van nationale maatregelen en ICBR-maatregelen onderling compatibel zijn.
- Identieke indicatoren kunnen op zeer uiteenlopende/heterogene manieren zijn ingevuld en "geïnterpreteerd".
- Logisch probleem: het feit dat een maatregel niet bestaat, is uitgevoerd of aangegeven/geleverd, betekent niet per se dat er sprake is van een negatief effect op de vermindering van het risico.
- Cultureel erfgoed: hoe kleiner de overstromingskans, hoe groter het aantal getroffen culturele objecten. Noch maatregelen, noch verschillende zichtjaren hebben een invloed op het aantal objecten.
- Milieu: hoe kleiner de overstromingskans, hoe groter het oppervlak van getroffen watergerelateerde beschermingsdoelen. Noch maatregelen, noch verschillende zichtjaren hebben een invloed op de oppervlakken.

Aannames en beslissingen in verband met de indicatoren:

Voor de informatie over en de toepassing van de indicatoren in de berekeningen gelden de volgende aannames en beslissingen:

- Baden-Württemberg is de enige deelstaat in het Duitse deel van het Rijnstroomgebied dat in dit stadium gegevens kon leveren. Deze gegevens worden voor alle andere Duitse deelstaten gebruikt.
- Met indicatoren waarvoor geen gegevens zijn ingevuld, wordt geen rekening gehouden.
- Er zijn theoretische waarden gekozen voor het veiligheidspercentage dat wordt gebruikt in de berekening van de maatregelen die betrekking hebben op de gezondheid van de mens (veiligheidspercentage in 1995: 20%, veiligheidspercentage in 2020+: 80%).
- De indicatorgegevens die in het instrument zijn gebruikt, zijn heterogeen als gevolg van verschillende interpretaties en mogelijkheden om de indicatoren in te vullen.

Opmerkingen bij de inspanningen:

- Voor sommige indicatoren zijn er veel gedetailleerde gegevens nodig.
- Het omzetten van nationale gegevens in invoerfiles (of sjablonen) kost een zekere inspanning en vereist GIS-kennis. Dit is bijv. het geval voor het omzetten van gegevens en andere informatie in shapefiles. Het verdient de voorkeur dat de staten deze voorbewerking zelf uitvoeren.

- Alle staten hebben problemen om concrete informatie in te winnen over de uitvoering van maatregelen in het verleden en de toekomst (prognoses, inschattingen). Bij veel maatregelen is voldoende gedetailleerde informatie over de actuele stand van de uitvoering al extreem moeilijk te verzamelen.
- Het is zeer moeilijk en tijdrovend om gedetailleerde en bruikbare informatie te verkrijgen op het niveau van huishoudens, gemeentes, IPPC-installaties, SEVESO-bedrijven en rwzi's.

4.7. Gevoeligheidsanalyse naar het theoretische effect van maatregelen op de reductie van het overstromingsrisico

In het kader van het onderzoek naar het effect van ORBP-maatregelen op de verandering van het risico en in verband met de implementatie van de ROR heeft de EG HIRI een zogenaamde gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, die in het onderhavige hoofdstuk wordt voorgesteld.

4.7.1. Voorwoord

In het kader van de analyse is onderzocht welke maatregelen effectiever zijn dan andere en waar er "potentieel voor verbetering" is. In de berekeningen met alle indicatoren werd zowel de parameter van het maximale effect als de realisatie gevarieerd. Over het geheel genomen reageert de variatie van het maximale effect gevoeliger dan de variatie van de realisatie, waarbij voor beide parameters geldt dat een verbetering van de situatie minder invloed heeft op het risico dan een verslechtering van de situatie. Dit is te wijten aan het feit dat afzonderlijke maatregelen worden opgeteld tot een totale schadevermindering.

In de gevoeligheidsanalyse is onderzoek gedaan naar de relatieve verandering van de schade en het risico bij een gegeven verandering van de realisatiegraad en het maximale effect van een maatregel. Dit is voor het onderwerp economische bedrijvigheid gedaan op basis van hypothetische indicatoren (individueel per indicator en als som voor alle indicatoren).

De gevoeligheidsanalyse heeft een antwoord gegeven op twee vragen:

1. Wat is de **bandbreedte** van de uitkomsten als de aanname voor het "effect" binnen realistische bandbreedtes wordt gevarieerd?
2. Welke indicatoren (substituut voor maatregelen) hebben een **grote invloed** op (de vermindering van) het overstromingsrisico?

Hiervoor zijn **twee soorten berekeningen** uitgevoerd:

1. Berekening met alle indicatoren. Hiervoor zijn de toestanden 1995 en 2005 als basis gebruikt. De realisatie van maatregelen in de toestand 2005 is gebaseerd op een schatting die is afgeleid van de HIRI-evaluatie van 2005 (ICBR-rapporten 156 en 157).
2. Verandering/variatie van individuele indicatoren (ook op basis van de oude, geschatte realisatie uit 2005).

4.7.2. Bepaling van de bandbreedte van de resultaten

Hier wordt nader onderzoek gedaan naar de mogelijke bandbreedte van de resultaten door rekening te houden met alle indicatoren die een effect hebben op het beschermingsdoel economie.

Voor de bepaling van de bandbreedte is uitgegaan van de gegevens van de evaluatie die in 2005 is uitgevoerd in het kader van de APH-balans over 1995-2005 (ICBR-rapporten 156 en 157); als referentietoestand is 1995 genomen. Er is gebruik gemaakt van de gegevensset van Corine Land Cover uit 2000.

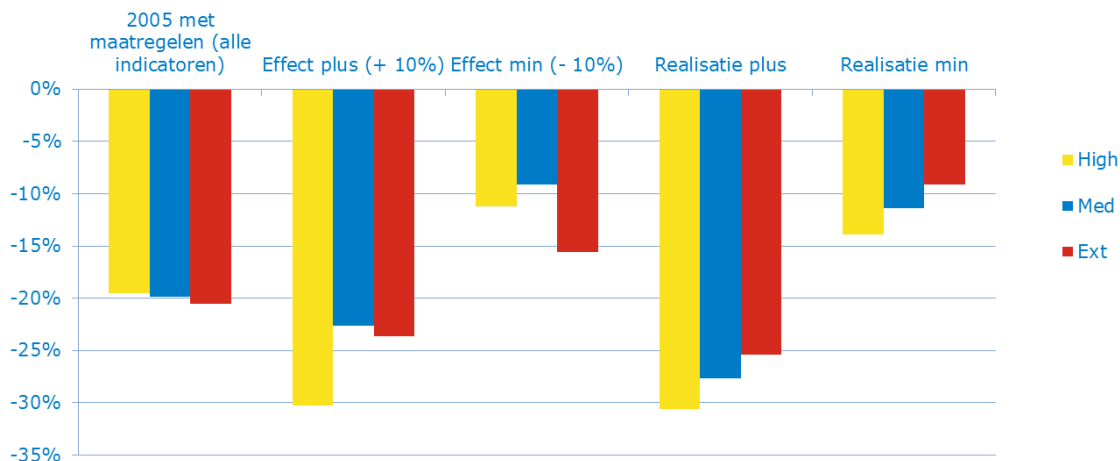
De voor 2005 geschatte realisatie van maatregelen is vertaald naar de realisatiewaarden voor de huidige indicatoren. De herberekende verandering van het risico is in het algemeen weliswaar vergelijkbaar met de in 2005 geschatte verandering van het risico, maar er zijn (methodische) verschillen. Zo zijn nu voor de nieuwe berekeningen bijv. nieuwe gegevens uit de ROR-overstromingsgevaarkaarten en andere landgebruiksgegevens dan in de evaluatie van 2005 gebruikt, waardoor een absolute vergelijking niet mogelijk is. Verder is in het APH uitsluitend naar HQextreem gekeken, terwijl er in de huidige analyse rekening wordt gehouden met drie overstromingskansen. In de actuele analyse zijn ook voorlopige nationale gegevens gebruikt. Gelet op het voorgaande worden hier alleen geaggregeerde resultaten (verandering van het risico) voorgesteld/weergegeven. Echter, in de voorliggende analyse is een risicoverandering van ongeveer 20% berekend voor de periode tussen 1995 en 2005, wat globaal genomen overeenkomt met de resultaten van de evaluatie van 2005.

Met dit als uitgangspunt zijn in het kader van de gevoeligheidsanalyse twee zaken/parameters gevarieerd:

- a) de realisatie van alle maatregelen: De realisatiewaarden zijn verlaagd dan wel verhoogd ten opzichte van de referentietoestand 2005 (zie "realisatie plus/min" in tabel 14);
- b) het maximale effect is gevarieerd ten opzichte van de referentietoestand (zie "effect plus/min" in tabel 15). Als referentie is de toestand 2005 zonder maatregelen genomen.

Tabel 14: Rekenvarianten

Beschrijving	Verandering van het effect	Realisatie*
Toestand 2005 zonder maatregelen (referentie)	geen	<i>geen maatregelen (realisatie = 0)</i>
Toestand 2005 met maatregelen	geen	APH-balans 2005 (zie bijlage 1)
Effect plus	10%	APH-balans 2005 (zie bijlage 1)
Effect min	-10%	APH-balans 2005 (zie bijlage 1)
Realisatie plus	geen	APH-balans 2005 plus (zie bijlage 1)
Realisatie min	geen	APH-balans 2005 min (zie bijlage 1)
		<i>* met realisatiewaarden uit de APH-balans van 2005 (zie gedetailleerde cijfers in bijlage 1)</i>



Figuur 21: Verandering van het (economische) overstromingsrisico (toestand 2005) bij toepassing/berekening van verschillende varianten: "toestand 2005 met maatregelen", "effect plus/min", "realisatie plus/min" (de referentie is hier de toestand 2005 zonder maatregelen; de "theoretische" maatregelen voor 2005 komen uit de APH-evaluatie van 2005)

Hoewel er enkele verschillen zijn, is de invloed van 10% meer of minder realisatie globaal genomen identiek aan de verandering van het maximale effect. De bandbreedte van de resultaten blijft binnen ca. 10%.

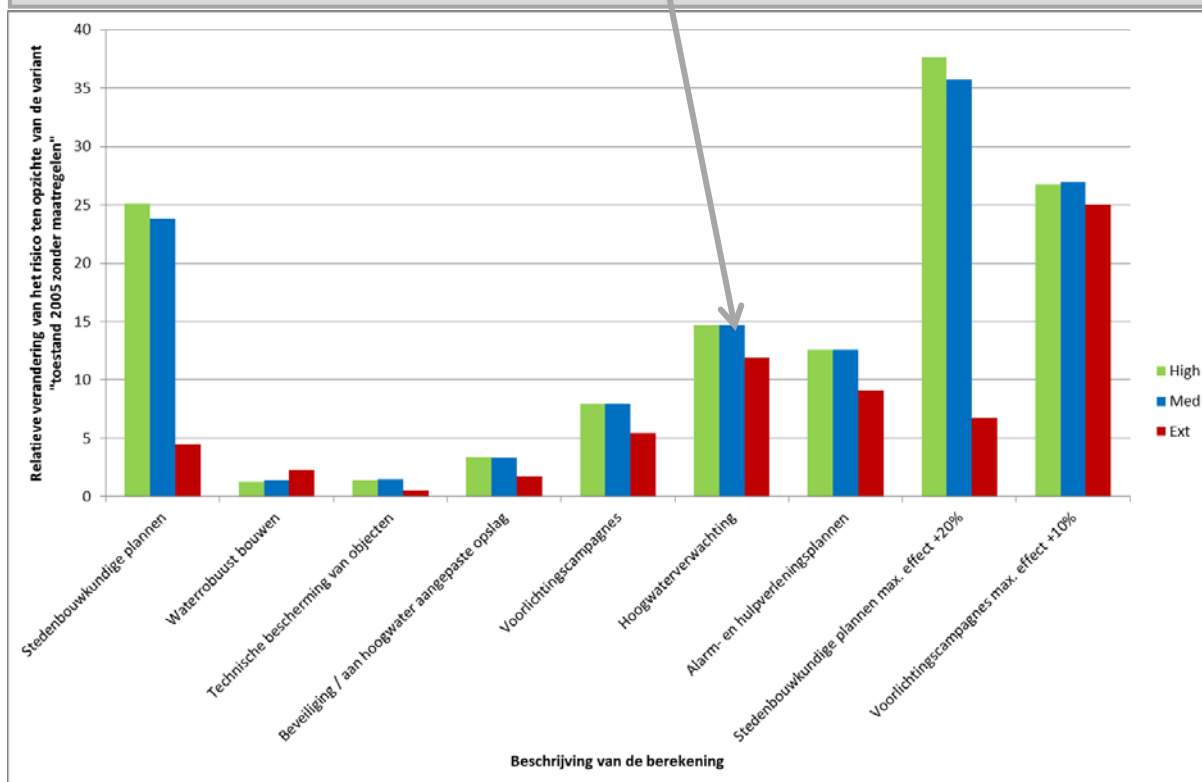
Op basis van deze resultaten kan worden geschat hoe nauwkeurig uitspraken over de verandering van het risico kunnen zijn. Gelet op de meetbaarheid van de indicatoren kan worden gesteld dat de nauwkeurigheid van de berekende verandering ongeveer in de orde van grootte van 20% ligt.

4.7.3. Onderzoek naar het effect van afzonderlijke maatregelen

Om de relatieve bijdrage van de indicatoren aan de verandering van het overstromingsrisico te bepalen, zijn er berekeningen met afzonderlijke indicatoren uitgevoerd, zoals er ook berekeningen met alle indicatoren zijn gedaan en geëvalueerd (zie figuur 22). Voor de verandering van het risico is ook hier de "toestand 2005 zonder maatregelen" als referentievariant genomen.

Per indicator is dezelfde realisatie als in 2005 toegepast, waarbij de realisatiewaarden van de overige indicatoren op 0% zijn gezet.

Leesvoorbeeld: De relatieve verandering van het risico als gevolg van de maatregel "hoogwaterverwachting" in het scenario HQmed (blauwe balk) bedraagt ca. 15% ten opzichte van de variant "toestand 2005 zonder maatregelen". D.w.z. dat de maatregel "hoogwaterverwachting" het risico in het scenario HQmed met 15% verlaagt.



Figuur 22: Risicoverandering in de berekeningen met afzonderlijke indicatoren vergeleken met de variant "toestand 2005 zonder maatregelen, met toename van de potentiële schade" [in %]

Na een vergelijking van de afzonderlijke maatregelen kan worden geconcludeerd dat de grootste mogelijke risicoreductie bij gemiddelde en frequente gebeurtenissen wordt bereikt met planologische voorzorgsmaatregelen, aangezien een groot deel van de overstromingsgebieden in het Duitse Rijnstroomgebied ligt en hier voor planologische voorzorg een realisatie van 95% wordt aangenomen. Voor alle scenario's geldt dat maatregelen op het gebied van paraatheid (voorlichtingscampagnes, hoogwaterverwachting, alarm- en hulpverleningsplannen) het meest kansrijk zijn wat risicoreductie betreft. De andere maatregelen op het gebied van preventie hebben een kleiner reducerend effect op het niveau van het Rijnstroomgebied. Lokaal kunnen ze echter een groot effect hebben.

In dit deel van de analyse is ook het maximale effect van planologische voorzorgsmaatregelen ("stedenbouwkundige plannen en vrijhouden van overstromingsgebieden") en overstromingsgevaarkaarten ("voorlichtingscampagnes")

verhoogd met respectievelijk 20% en 10% (opmerking: het effect van de andere maatregelen is niet veranderd). Bij beide maatregelen geldt dat een verhoging van het maximale effect het risico duidelijk verandert.

5. Instrument voor de evaluatie van de reductie van het overstromingsrisico, stappen in de berekening en rekenvoorbeelden

Hier wordt een beschrijving en voorstelling gegeven van i) de stappen in de berekening, ii) de structuur van het instrument met de verschillende ModelBuilders (= rekenmodules in ArcGIS) en iii) de manieren waarop de resultaten worden weergegeven.

De users guide (referentie ...) en de helpfunctie in de tool bevatten uitgebreide beschrijvingen van de installatie van de tool, de afzonderlijke toolboxes/ModelBuilders en de soorten berekeningen.

5.1. Stappen in de berekening

Input: buiten het instrument (stappen voorafgaand aan de berekeningen)

1. Het onderzoeksgebied definiëren en in GIS-formaat brengen.
2. Een of meer zichtjaren kiezen.
3. Gegevens in de desbetreffende GIS-formaten bewerken, eventueel verschillende GIS-acties voor gegevensverwerking uitvoeren (bijv. mensen in de landgebruiksgegevens in woongebied lokaliseren, vermogenswaarden aanpassen op basis van de consumentenprijsindex, bevolkingscijfers aanpassen aan de hand van de demografische groei).

Binnen het instrument

1. Gegevens/shapefiles integreren in het instrument (zie onderstaande details en preciseringen in de users guide) voor een zichtjaar (eerst de referentietoestand).
2. Dit met andere invoergegevens voor aanvullende zichtjaren herhalen.
3. De potentiële schade en/of het risico berekenen per overstromingsscenario en/of als integraal. Dit kan worden gedaan voor één of meer beschermingsdoelen en met of zonder effect van één of meer maatregelen/indicatoren.

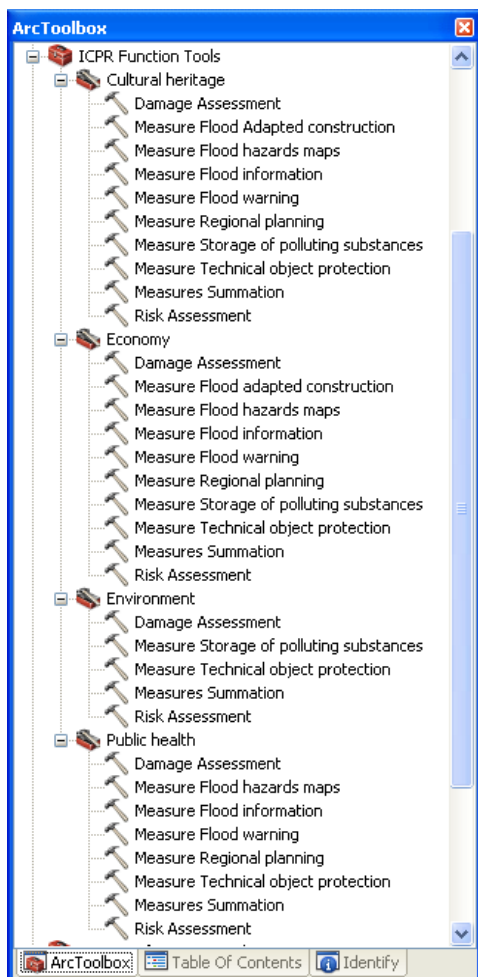
De mogelijkheid bestaat om deelresultaten/deelberekeningen te visualiseren op een kaart of in een tabel.

Output: buiten het instrument (nabewerking en evaluatie van de uitvoergegevens en rekenresultaten)

Als de berekeningen voor verschillende zichtjaren worden uitgevoerd, dan kan met de uitvoergegevens van het instrument een ontwikkeling of verandering van de potentiële schade of het risico worden berekend. De output van het instrument bestaat uit kaarten of tabellen, waarin de schade in euro of het aantal getroffen beschermingsdoelen is weergegeven voor het vooraf bepaalde gebied. Deze gegevens kunnen vervolgens buiten het instrument in Excel of ArcGIS naar wens worden geëvalueerd.

5.2. Algemene opmerkingen over het instrument

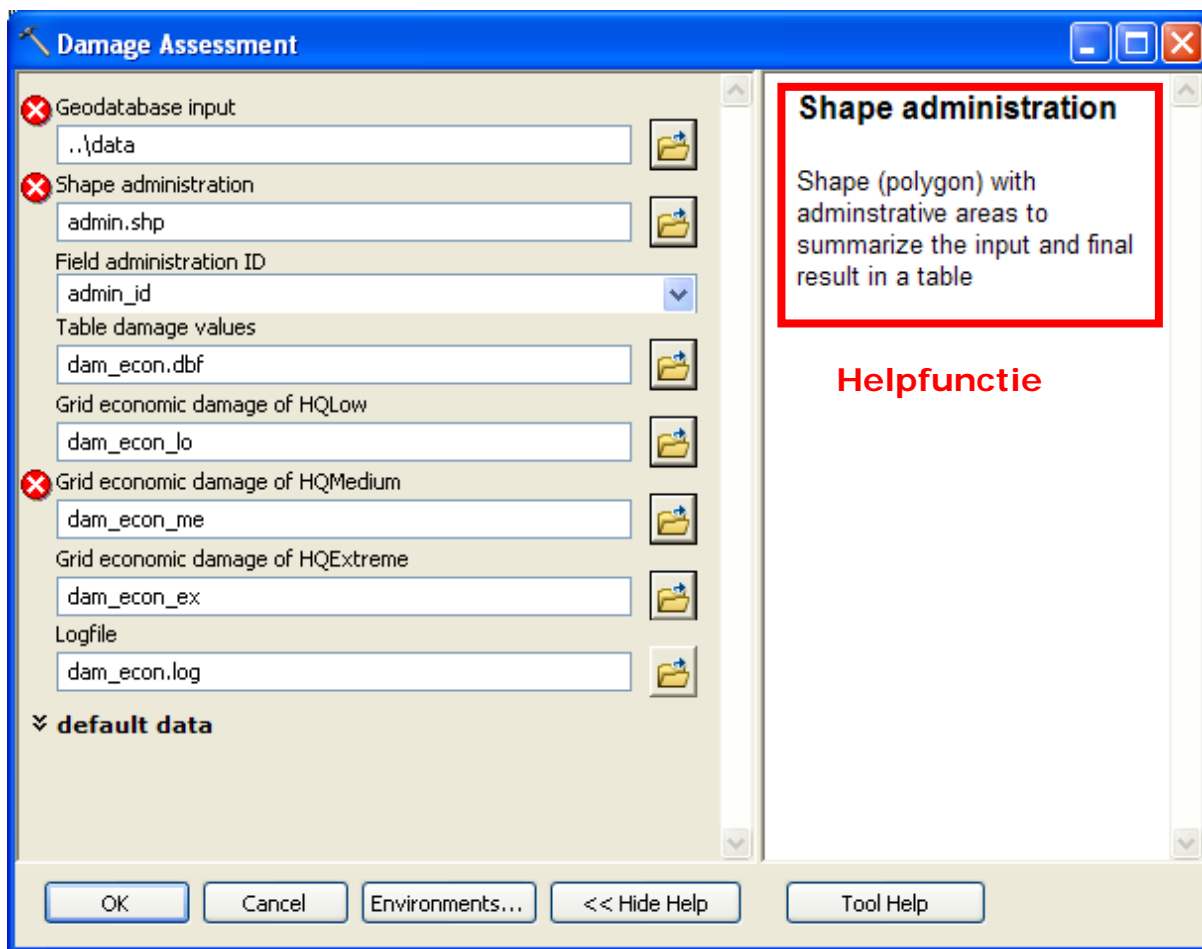
Het instrument wordt in GIS geïmplementeerd door middel van toolboxes (= "gereedschapskisten" in ArcGIS) en ModelBuilders. De structuur van de tool in ArcGIS is weergegeven in figuur 23.



Figuur 23: Toolboxes/ModelBuilders in ArcGIS

Aansluitend bij de vier beschermingsdoelen van de ROR bestaat het instrument uit vier toolboxes, die afhankelijk van het aantal gedefinieerde indicatoren een verschillend aantal ModelBuilders bevatten. Alle toolboxes bevatten de ModelBuilders Damage Assessment, Measure Summation en Risk Assessment, en ModelBuilders voor de afzonderlijke maatregelen (Measure ...).

Bij wijze van voorbeeld wordt hier de ModelBuilder Damage Assessment weergegeven voor het beschermingsdoel economische bedrijvigheid (zie figuur 24). De afzonderlijke toolboxes en ModelBuilders worden uitvoerig beschreven in de technische gebruiksaanwijzing (referentie). Verder geeft ook de helpfunctie in de tool nadere uitleg (zie figuur 24).



Figuur 24: Voorbeeld van de ModelBuilder Damage Assessment inclusief helpfunctie

De berekeningen voor de ICBR worden uitgevoerd met 100*100 m rastercellen. De tool biedt de mogelijkheid om met kleinere/andere celgroottes te werken. De invloed van de grootte van de rastercellen wordt uitgelegd in bijlage 15.

Ten behoeve van de berekening van de potentiële schade is er een bètaversie van de tool “schatting/analyse van de schade” ontwikkeld voor de gezondheid van de mens en voor de beschermingsdoelen milieu, cultureel erfgoed en economie. Voor alle beschermingsdoelen geldt dat er een rekenrun wordt uitgevoerd voor één scenario (bijv. HQ100) en één jaar (bijv. 1995).

ModelBuilder “schatting van de schade”

- De resultaten kunnen op verschillende schaalniveaus worden weergegeven. De polygonen van de kleinste eenheid (gemeente) kunnen worden samengevoegd tot grotere polygonen (regio's/deelstaten, ICBR-evaluatietrajecten, zie bijlage 1).
- De tool biedt tevens de mogelijkheid om via manuele selectie resultaten voor een specifiek gebied te genereren.
- Deelresultaten/output in verband met de “geschatte schade” voor de gezondheid van de mens, het milieu, het cultureel erfgoed en de economische bedrijvigheid kunnen zowel in tabel- als in kaartvorm worden gepresenteerd.
- De risicoberekening moet voor elk scenario apart (HQ10, HQ100 en HQextreem) én als integraal voor alle scenario's samen worden uitgevoerd aan de hand van de jaarlijkse verwachtingswaarde. De afzonderlijke formules voor de berekening van het risico worden toegelicht in de hoofdstukken 1 en 2.

- Het kleurgebruik in de output van de tool stemt overeen met de legenda van de Rijnatlas 2015 (zie http://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/ICPR_NL/index.html?lang=en).

Hiernavolgend worden de invoer van gegevens, de stappen in de berekening en de uitvoer van gegevens in de afzonderlijke ModelBuilders beschreven.

Toolbox "Mens"

- De input bestaat uit een polygoon-shapefile die de getroffen personen in een gebied (polygoon) bevat. De attribuuttabel bevat het aantal getroffen personen en de veiligheidspercentages.
- De shapefile wordt met het attribuut "aantal" geconverteerd naar een raster. Daarbij worden de getroffen personen uitsluitend gelokaliseerd op de kunstmatige oppervlakken (CORINE-categorieën "aaneengesloten verstedelijkte gebieden" en "niet-aaneengesloten verstedelijkte gebieden").
- Door het aantal getroffen personen op kunstmatige oppervlakken te vermenigvuldigen met het omgekeerde van het veiligheidspercentage, d.w.z. (1 - veiligheidspercentage), wordt het aantal acuut bedreigde achterblijvers in het overstromingsgebied berekend.
- Het is in principe mogelijk om de GIS-procedures voor bepaalde administratieve gebieden door middel van de Zonal-functie samen te vatten (er moet een shapefile met de administratieve grenzen zijn), zodat de evaluatie in de onderstaande tabel 15 ook kan worden uitgevoerd voor een selectie van gebieden.
- Als output voor het beschermingsdoel "mens" worden er per referentiejaar en overstromingsscenario twee tabellen geëxporteerd overeenkomstig de twee berekeningsniveaus voor getroffen personen en na evacuatie getroffen personen

Tabel 15: Voorbeeld resultaat tabel gezondheid van de mens

Waterdiepte-klasse (m)	Aantal getroffen personen						
	Stroomgebied	Staten			Regio's		
		DE	FR	...	Regio 1	Regio 2	...
< 0,5							
0,5 - 2,0							
...							

- De output wordt voor beide niveaus ook als raster opgeslagen.

Toolbox "Milieu"

- De input bestaat uit een punt-shapefile van de bronnen van gevaar met het attribuut "kwantitatieve bedreiging" gekoppeld aan het verontreinigingspotentieel (de toxiciteit) en een effectafstand evenals een polygoon-shapefile van de watergerelateerde beschermingsdoelen met het attribuut "gevoeligheid van het beschermingsdoel".
- De shapefile van de watergerelateerde beschermingsdoelen wordt met de gevoeligheidswaarde geconverteerd naar een raster.

- Om de gemiddelde overstromingsdiepte op de plaats van de bron van het gevaar te berekenen, wordt er een buffer rond het object gecreëerd en wordt de waarde uit het waterdiepteraster van het scenario in kwestie geëxtraheerd.
- Met objecten waar de waterdiepte nul is of waarvoor geen gegevens zijn (NoData) wordt in het verdere proces geen rekening gehouden.
- Voor de bedreigde objecten wordt er een buffer in stroomrichting gegenereerd overeenkomstig de vastgestelde effectafstand.
- Door middel van een voorwaardelijke if-and-instructie wordt er een raster gegenereerd dat de getroffen watergerelateerde beschermingsdoelen bevat.
- De output voor het beschermingsdoel "milieu" gebeurt in tabelvorm (zie tabel 16) en als shapefile.

Tabel 16: Voorbeeld resultaat tabel beschermingsdoel milieu

Schade	Aantal objecten						
	Stroomgebied	Staten			Regio's		
		DE	FR	...	Regio 1	Regio 2	...
laag							
gemiddeld							
hoog							

Toolbox "Cultureel erfgoed"

- De input bestaat uit een punt-shapefile met het attribuut "type" overeenkomstig de beschrijving "methode voor de beoordeling van het beschermingsdoel cultureel erfgoed".
- Om de gemiddelde overstromingsdiepte op de plaats van het culturele object te berekenen, wordt er een buffer rond het object gecreëerd en wordt de waarde uit het waterdiepteraster van het scenario in kwestie geëxtraheerd.
- Met objecten waar de waterdiepte nul is of waarvoor geen gegevens zijn (NoData) wordt in het verdere proces geen rekening gehouden.
- Om het effect van overstromingen op het beschermingsdoel cultuur te bepalen, wordt er gebruik gemaakt van een invoertabel waarin de waterdiepte in verband wordt gebracht met de culturele betekenis.
- De output voor het beschermingsdoel "cultureel erfgoed" gebeurt in tabelvorm (zie tabel 17) en als shapefile.

Tabel 17: Voorbeeld resultaat tabel beschermingsdoel cultureel erfgoed

Schade	Aantal objecten						
	Stroomgebied	Staten			Regio's		
		DE	FR	...	Regio 1	Regio 2	...
laag							
gemiddeld							
hoog							

- Het is in principe mogelijk om de GIS-procedures voor bepaalde administratieve gebieden door middel van de Zonal-functie samen te vatten (er moet een shapefile met de administratieve grenzen zijn), zodat de evaluatie in de bovenstaande tabel ook kan worden uitgevoerd voor een selectie van gebieden.

Toolbox "Economie"

- Om de tool zo flexibel mogelijk te maken, wordt er gewerkt met drie tabellen: een tabel voor de invoer van informatie uit schadefuncties, een tabel met roerende en onroerende vermogenswaarden (asset values) en een tabel waarin het verband wordt gelegd tussen het CORINE-landgebruik en de schadecategorieën uit de Rijnatlas van 2001 (zie bijlage 4).
- Er wordt voorzien in een totaal van twintig schadecategorieën, waarvan er hier zes worden gebruikt (zie bijlage 4). In de bovengenoemde tabellen kunnen zo nodig aanvullende gegevens worden opgenomen (bijv. voor andere stroomgebieden).
- Bij het starten van de tool wordt er gevraagd met hoeveel schadecategorieën er rekening moet worden gehouden.
- Voor de extent van de rasters wordt het landgebruiks raster als leidraad genomen.
- De vermogenswaarden worden per zichtjaar aangegeven en gerelateerd aan CORINE-gegevens. Met de Reclass-functie worden de vermogenswaarden omgezet in een passend rasterformaat (met ruimtelijke component).
- Voor de berekening van de schade wordt er gebruik gemaakt van het raster met de vermogenswaarden, het raster met de waterdieptes in het scenario in kwestie en de tabel met de informatie uit de schadefuncties.
- Het is in principe mogelijk om de GIS-procedures voor bepaalde administratieve gebieden door middel van de Zonal-functie samen te vatten (er moet een shapefile met de administratieve grenzen zijn), zodat de evaluatie in de onderstaande tabel 18 ook kan worden uitgevoerd voor een selectie van gebieden.
- In de standaardinstelling (default) worden alle tussengegevens gewist. Door het zetten van een vinkje kunnen de tussengegevens worden opgeslagen.
- De resultaten in verband met het beschermingsdoel "economie" worden grafisch, als raster (€/rastercel) en in tabelvorm weergegeven.

Tabel 18: Voorbeeld resultaat tabel economische schade

Schade (€) per overstromingsscenario (bijv. HQ100) en zichtjaar (bijv. 2015)	Schadecategorie					Totaal
	Verstedelijkt gebied	Industrie	Verkeer	Landbouwgrond	Overige	
Stroomgebied						
(Deel)staat						
DE						
FR						
...						
Totale schade staat						
Regio						
Regio 1						
Regio 2						
...						
Totale schade regio						

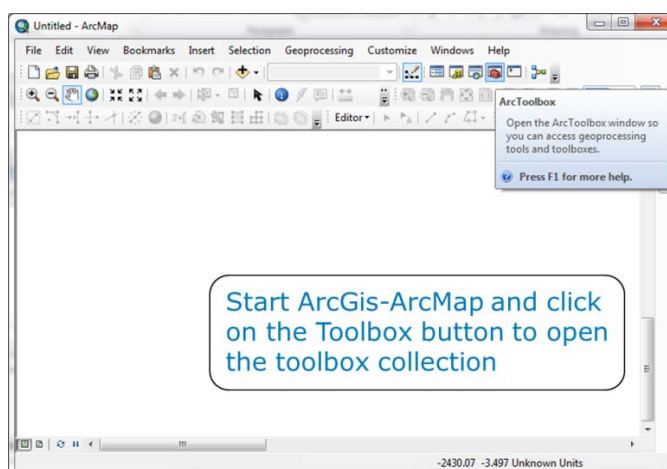
5.3. Rekenvoorbeeld: toepassing van de tool “economie”

In dit hoofdstuk wordt een voorbeeld gegeven van de toepassing van de tool “Economie” (tool Economy) in het onderdeel “beoordeling van de schade” (Damage Assessment). Met deze tool kan een inschatting in euro worden gegeven van de gevolgen van een overstroming voor het beschermingsdoel economie in overstromingsgevoelige gebieden. De resultaten van de tool zijn kaarten en een tabel.

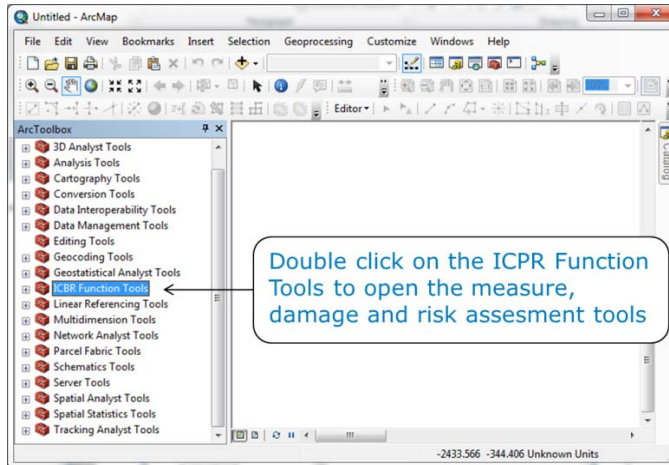
De output van de tool voor de beoordeling van de schade is de input van de tools “Maatregel” (Measure) en “Risicobeoordeling” (Risk Assessment). Het effect van elke afzonderlijke maatregel wordt met een eigen tool berekend. Het effect van alle maatregelen samen wordt met een somtool (Summation) berekend. De resultaten van de tool “Risicobeoordeling” zijn kaarten en een tabel.

Om het overstromingsrisico zonder het effect van maatregelen te berekenen, dient de output van de tool voor de beoordeling van de schade als input te worden genomen van de tool voor risicobeoordeling.

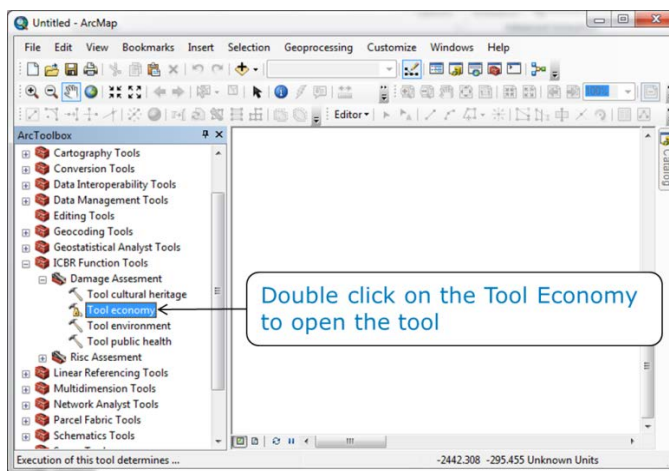
Step 1: Start ArcMap



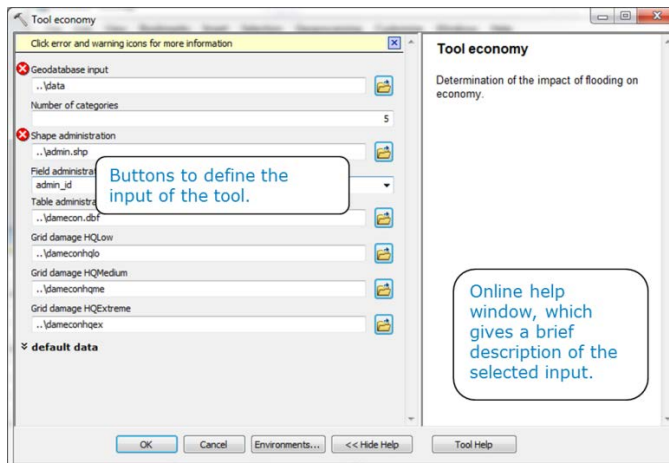
Step 2: Open toolbox



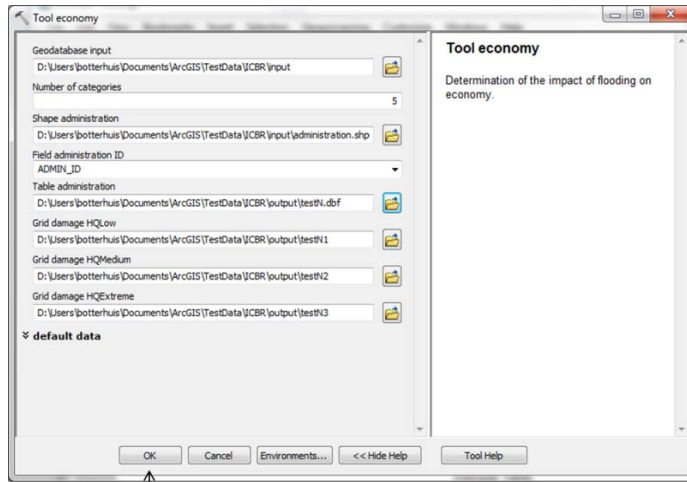
Step 3: Open tool



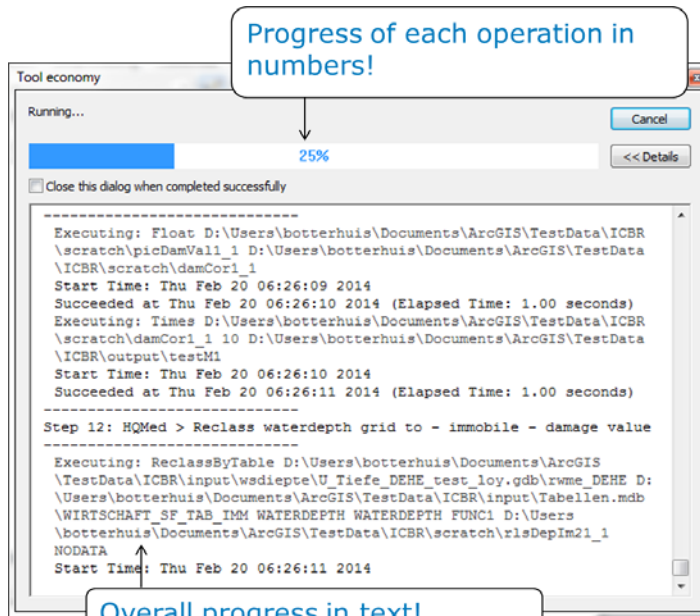
Step 4: Define input



Step 5: Execute tool



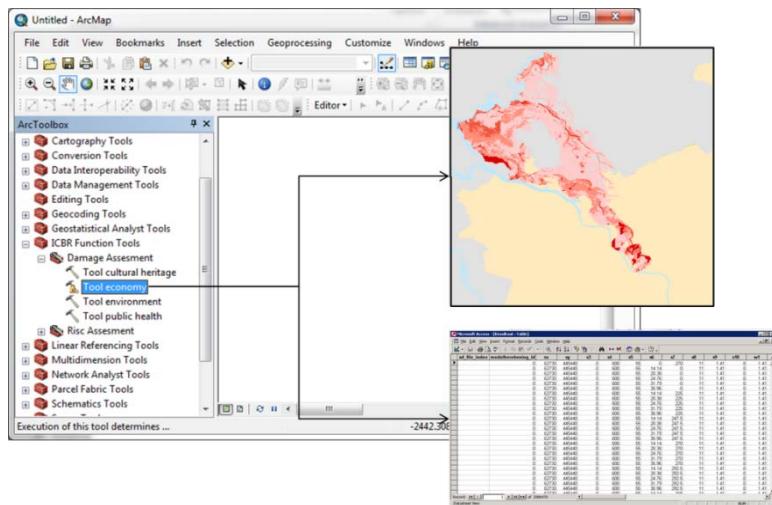
Click on button and tool starts!



Progress of each operation in numbers!

Overall progress in text!

Step 6: Examine output



6. Conclusies en algemene aanbevelingen

In het kader van het project is er een omvangrijk GIS-gebaseerd instrument ontwikkeld waarmee het volgende kan worden bepaald: de verandering en vermindering van de overstromingsrisico's voor verschillende beschermingsdoelen op grote schaal en stroomgebiedniveau, en de invloed van uitgevoerde of theoretische maatregelen op de potentiële schade en het risico. Daarbij zijn er verschillende aannames gedaan en diverse methodes verfijnd of ontwikkeld, die deels nog altijd in hoge mate zijn gebaseerd op (ICBR-)expert judgement. De meerwaarde is de mogelijkheid om een macroscopische, in de tijd vergelijkbare en reproduceerbare analyse te realiseren. Hierdoor kan er een ruwe raming worden gegeven van het grootschalige effect van maatregelen. Aangezien in dit verband tal van inschattingen zijn gemaakt op basis van expert judgement is een concrete evaluatie van het effect van concrete maatregelen uit de overstromingsrisicobeheerplannen van de (deel)staten niet mogelijk. Daarvoor zouden zowel de basiselementen voor de inschatting van het risico als de maatregelen en hun effect nauwkeuriger moeten worden geanalyseerd. HKV en de ICBR hebben in 2014-2016 eerste berekeningen voor het Rijnstroomgebied uitgevoerd met het instrument (zie resultaten van de berekeningen en aanbevelingen in ICBR-rapport 236). Het instrument kan alleen op lokaal dan wel regionaal niveau (bij. staten/deelstaten/gemeenten) of in andere stroomgebieddistricten worden toegepast als er wordt gezorgd voor een adequate gegevensbasis en gegevensbewerking. De schattingen en aannames in verband met de maatregelen en de methodes waarop het instrument is gebaseerd, zouden in de toekomst moeten worden geoptimaliseerd door middel van voortschrijdend inzicht en betere datasets.

Met behulp van een verbeterde gegevensbasis, de mogelijke toekomstige uitvoering van gedifferentieerde en regionaal specifieke analyses, toekomstige ervaringen met de monitoring van maatregelen en andere (theoretische of op reële gegevens gebaseerde) tests en alternatieve berekeningen/analyses met het instrument zou er uitsluitel moeten kunnen worden verkregen omtrent de (toekomstige) effectiviteit en het effect van afzonderlijke maatregelen voor overstromingsrisicobeheer. Op die manier zou ook een inschatting kunnen worden gemaakt van het doelbereik (op internationaal en nationaal niveau) en de ontwikkeling van het risico, voor zover de vanuit de huidige situatie gekozen basiswerkwijzen en gedane aannames worden gevalideerd dan wel verbeterd.

Gelet op het voorgaande is de ICBR van plan om het in de periode 2014-2016 ontwikkelde evaluatie-instrument in de toekomst te **gebruiken voor de regelmatige toetsing van het ORBP van het internationaal Rijndistrict** en om de methode voortdurend verder te ontwikkelen.

De ICBR is er voorstander van dat **het instrument en de basismethode ter beschikking worden gesteld aan en gebruikt door** regionale en nationale overheden binnen en buiten het Rijnstroomgebied (staten/deelstaten/regio's of kleinere gebieden), andere stroomgebieddistricten/riviercommissies, onderzoeksinstellingen, universiteiten (bijv. in het kader van een stage of werkstuk), igo's en ngo's. Theoretische of reële berekeningen vergen een adequate gegevensbasis en -verwerking. De berekeningen vergelijken met de nationale/regionale gegevens kan een zinvolle aanvulling zijn bij de inschatting van de rekenresultaten.


Bijlagen

Bijlage 1 - Rijntrajecten



Voorstel voor te onderzoeken Rijntrajecten in het HIRI-project				
Nummer van het traject	Staat	Rijnkm		Benaming
		van	tot	
a	Zwitserland			Zwitserse Alpenrijn/van de monding van de Ill tot de samenvloeiing van de Voor- en de Achter-Rijn
b	Internationaal			Internationale Alpenrijn/van de ingang van het Bodenmeer tot de monding van de Ill
c	Zwitserland			Bodenmeer/Zwitserse kant (zuidoever)
d	Duitsland			Bodenmeer/Duitse kant (noordoever)
1	Zwitserland	0	102	Hoogrijn/van de Aare tot de uitloop van het Bodenmeer (Untersee)
2	Duitsland	0	102	Hoogrijn/van de Aare tot de uitloop van het Bodenmeer (Untersee)
2a	Zwitserland	102	170	Hoogrijn/van de Aare tot Bazel
2b	Duitsland	102	170	Hoogrijn/van de Aare tot Bazel
3	Duitsland	170	334	Duits-Franse Bovenrijn/van Bazel tot de stuw van Iffezheim
4	Frankrijk	170	334	Hoogrijn/van de Aare tot Bazel
5	Duitsland	334	428	Duits-Franse Bovenrijn/benedenstrooms van Iffezheim tot de monding van de Neckar
5a	Frankrijk	334	352	Duits-Franse Bovenrijn/benedenstrooms van Iffezheim tot de Frans-Duitse grens
5b	Duitsland	352	428	Duits-Franse Bovenrijn/van de Frans-Duitse grens tot de monding van de Neckar
6	Duitsland	428	497	Duitse Bovenrijn/van de monding van de Neckar tot de monding van de Main
7	Duitsland	497	529	Duitse Bovenrijn/van de monding van de Main tot de monding van de Nahe
8	Duitsland	529	592	Middenrijn/van de monding van de Nahe tot de monding van de Moezel
9	Duitsland	592	659	Middenrijn/van de monding van de Moezel tot de monding van de Sieg; 640 - 659: van de grens van de deelstaat Noordrijn-Westfalen tot de monding van de Sieg
10	Duitsland	659	780	Duitse Nederrijn/van de monding van de Sieg tot de monding van de Ruhr
11	Duitsland	780	862	Duitse Nederrijn/van de monding van de Ruhr tot de Pannerdensche Kop (inclusief Lobith; voorstel HVAL); Onderverdeling mogelijk: 780 - 814: van de monding van de Ruhr tot de monding van de Lippe 814 - 845: van de monding van de Lippe tot de Grietherorter Altrhein 845 - 862: van de Grietherorter Altrhein tot de grens tussen de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen en Nederland
12	Nederland	867	883	Waal/zuidoever - DR 42
13	Nederland	867	943	Nederrijn-Lek/zuidoever - DR 43
14	Nederland	862	897	IJssel/oostoever - DR 48
15	Nederland	893	913	Nederrijn-Lek/noordoever - DR 45
16	Nederland	913	947	Nederrijn-Lek/noordoever - DR 44
17	Nederland	943	986	Nederrijn-Lek/zuidoever - DR 16
18	Nederland	947	986	Nederrijn-Lek/noordoever - DR 15
19	Nederland	867	960	Waal/noordoever - DR 43
20	Nederland	960	985	Waal/noordoever - DR 16
21	Nederland	883	927	Waal/zuidoever - DR 41
22	Nederland	927	955	Waal/zuidoever - DR 38
23	Nederland	955	967	Waal/zuidoever - DR 24
24	Nederland	878	893	Nederrijn-Lek/noordoever - DR 47
25	Nederland	897	912	IJssel/oostoever - DR 49
26	Nederland	912	922	IJssel/oostoever - DR 50
27	Nederland	922	933	IJssel/oostoever - DR 51
28	Nederland	879	897	IJssel/zuidoever - DR 47
29	Nederland	897	968	IJssel/oostoever - DR 53

Bijlage 2 - Algemene structuur van het instrument en de berekeningen van de ICBR

In deze figuur wordt een beschrijving gegeven van het ICBR-instrument voor de evaluatie van het effect van maatregelen op de reductie van het overstromingsrisico, de gegevens die hiervoor nodig zijn en de rekenmethode.



Instrument voor de evaluatie van het effect van maatregelen op het overstromingsrisico

Context

Het instrument

Context

Naar aanleiding van de extreme overstromingen aan de Rijn in 1993 en 1995 is tijdens de twaalfde Rijnministersconferentie op 22 januari 1998 in Rotterdam het 'ICBR-Actieplan Hoogwater' vastgesteld. Een van de doelen van dit Actieplan is om het overstromingsrisico voor 2020 met 25% te verminderen ten opzichte van 1995. In 2007 heeft de ICBR de opdracht gekregen om de implementatie van de EU-Richtlijn over overstromingsrisico's (ROR) te ondersteunen.

De ICBR heeft met de hulp van HKV een instrument ontwikkeld om het effect van maatregelen op de vermindering van het overstromingsrisico te evalueren en om de toekomstige ontwikkeling van het overstromingsrisico in te schatten (rekening houdend met het effect van verschillende maatregelen). Dit instrument, waarin een consistente, reproduceerbare en transparante methode wordt toegepast, is op aanvraag beschikbaar bij de ICBR en kan worden gebruikt in andere stroomgebieden.

Het instrument

Met het op GIS gebaseerde instrument worden in het geval van de ICBR berekeningen uitgevoerd voor de hoofdstroom van de Rijn. De basis van het instrument zijn de overstromingskaarten die voor de ROR zijn gemaakt. Er wordt gewerkt met verschillende modules die het economische overstromingsrisico en daarnaast de negatieve gevolgen van overstromingen voor de gezondheid van de mens, het milieu en het cultureel erfgoed kwantificeren. Dit innovatieve en flexibele instrument kan worden gebruikt om informatie te genereren over het effect en de effectiviteit van maatregelen voor overstromingsrisicobeheer op de vermindering van het overstromingsrisico op het niveau van stroomgebieden of zijrivieren. Zo kan het bijv. om de zes jaar worden toegepast om het effect van maatregelen uit overstromingsrisicobeheerplannen te beoordelen. Kort samengevat bestaat het instrument uit drie interagerende rekenmodules (Model Builders) die een totaalbeeld van de verandering van het overstromingsrisico opleveren.

Module Beoordeling van de schade

Dit module berekent de schade op basis van landgebruiksgedrag, de omvang van overstromingen (kaarten), hydraulische gegevens (waterdieptes), vermogenswaarden en schadefuncties.

Module Risico-beoordeling

Dit module berekent het risico door het schadepotentiaal te combineren/vermenigvuldigen met de overstromingskans. De overstromingskans kan worden veranderd door maatregelen uit te voeren (bijv. dijverlegging).

Module Effect van maatregelen

Dit module kwantificeert de vermindering van de schade aan economische bodemschade en infrastructuur, de gezondheid en het leven van de mens, het milieu en het cultureel erfgoed.

Module Verandering van het overstromingsrisico

Combineert de bovenstaande tools in een instrument om de verandering/vermindering van het risico als gevolg van de uitvoering van maatregelen te evalueren. De resultaten van de analyse worden weergegeven in tabellen of kaarten (op verschillende schaalgroottes).

Het instrument kan ook worden gebruikt om het effect van maatregelen in een complexe bewerking door te vertalen naar het effect op het overstromingsrisico. Het overstromingsrisico wordt gedefinieerd als het product van de overstromingskans en de negatieve gevolgen van een overstroming (schade). Het risico kan worden verlaagd door de overstromingskans en/of het schadepotentiaal te verminderen. De overstromingskans kan worden veranderd door middel van bijv. de retentiemaatregelen die zijn genoemd in het Actieplan Hoogwater. Deze maatregelen hebben veelal een waterstandverlagend effect.

Het schadepotentiaal kan worden vermindert door middel van ruimtelijke ordening, aangepast bouwen, hoogwaterverwachting en -waarschuwing en crisisbeheersing. Hierbij wordt de gehele cyclus van overstromingsrisicobeheer bekeken (zie schema links).

Beoordeling van risico's

Preventie (bijv. voorlichting, ruimtelijke ordening, planologische voorzorg, ...)

Bescherming (bijv. retentie-maatregelen, keermuren, dijken, ...)

Paraatheid (inclusief hoogwaterverwachting en systemen voor vroegtijdige waarschuwing)

Crisisbeheersing

Herstel

Evaluatie

Maatregelen in verschillende jaren

- Veranderingen in de waterdiepte
- Veranderingen in het schadepotentiaal
- Veranderingen in de schadefuncties
- Veranderingen in het schadepotentiaal
- Veranderingen in de kans

Referentiejaar

Overstromingsgevaar kaarten (waterstanden voor een bepaalde herbelegging)

Kansen

Schadefuncties

Berekening

Schadepotentiaal (Gezondheid van de mens, Cultureel erfgoed, Milieu, Economie)

Berekening

Schaderisico (Gezondheid van de mens, Cultureel erfgoed, Milieu, Economie)

Voorbeelden van veranderingen in de kans (ICBR methode)

Na de analyse van het effect van uitgevoerde en voorgenomen retentie-maatregelen op de verhoging van de waterstand heeft de ICBR een specifieke theoretische methode ontwikkeld om de verandering van de overstromingskans/frequentie als gevolg van deze retentiemaatregelen te schatten. De resultaten van deze analyse zijn als element voor de evaluatie van de ontwikkeling van het risico en/of de schade opgenomen in het instrument.

Algemene werking van het instrument voor de evaluatie van het effect van maatregelen op het overstromingsrisico

Voorbeeld van de werking van de werking van de tool onder Actieplan Hoogwater en verschillende maatregelen voor de bescherming

Voor de evaluatie van het risico voor vier types beschermingsdoelen worden de volgende innovatieve methodes toegepast:

- Gezondheid van de mens:** In een eerste stap wordt de getroffen bevolking bepaald per overstromingsomvang en waterspanningsklasse. In een tweede stap wordt per gebied een 'veiligheidspercentage' gebruikt om de bevolking weer te geven die geen gevaar meer loopt (bijv. omdat ze is geëvacueerd).
- Economische bedrijvigheid:** Het economische schadepotentiaal wordt berekend door landgebruiksklassen (bijv. Coren Land Coverkaarten voor verschillende gebieden) te combineren met waterdiepteschadefuncties en vermogenswaarden (bijv. afkomst uit de ICBR-Atlas van 2001) voor de categorieën verstedelijkt gebied, industrie, veehouderij, land en bosbouw. Vermogenswaarden kunnen op basis van het effectgebied worden aangepast aan de daadwerkelijke situatie.
- Milieu:** Om de risico's voor of de schade aan het milieu te beoordelen, worden de effecten bepaald van potentiële verontreinigingen uit onderzochte installaties (IPPC, Seveso en industriewatervergunningen) die verschillen op draaivermogen, en Natura 2000-gebieden (beschermde habitatsgebieden en vogelbeschermingsgebieden).
- Cultureel erfgoed:** Schade aan cultureel erfgoed kan kwantificeerd worden gebaseerd op basis van een combinatie van de cultureel gevoeligheid (vervuld per type cultureel erfgoed, UNESCO-erfgoed, lokale van historisch belang, monumenten) en de waterdiepte.

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15 · 56068 Koblenz (Duitsland) · Tel. +49(0)261-94252-0 · E-mail: sekretariat@iksr.de · Internet: www.iksr.org

Bijlage 3 - Overschrijdingskansen

De overschrijdingskansen zijn door het secretariaat van de ICBR en de EG HVAL als invoergegevens voor de berekeningen ter beschikking gesteld. Meer details over de rekenmethode, de gegevensbasis en de aannames zijn te vinden in ICBR-rapport 229, getiteld "Inschatting van de verandering van de overschrijdingskans".

Overschrijdingskansen ten noorden van Iffezheim zoals berekend door de EG HVAL (zie ICBR-rapport 229)

Trajecten	Kansen	Afvoeren [m ³ /s]	Theoretische herhalingsstijden [a] met betrekking tot de toegepaste methode en de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters				
			1995	2005	2010	2020	2020plus
Meetpuntgerelateerde analyse							
Meetpunt Maxau (Duits-Franse Bovenrijn / van Iffezheim tot de monding van de Neckar)							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	4.100 m ³ /s	14 a	17 a	17 a	19 a	21 a
	middelgrote kans op overstromingen	5.000 m ³ /s	145 a	182 a	182 a	209 a	282 a
	kleine kans op overstromingen	6.500 m ³ /s	1698 a	1778 a	1778 a	1778 a	1950 a
Meetpunt Worms (Duits-Franse Bovenrijn / van de monding van de Neckar tot de monding van de Main)							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	4.750 m ³ /s	12 a	12 a	12 a	14 a	14 a
	middelgrote kans op overstromingen	6.000 m ³ /s	123 a	162 a	166 a	245 a	324 a
	kleine kans op overstromingen	7.600 m ³ /s	1585 a	1862 a	1862 a	2344 a	3631 a
Meetpunt Mainz (Duits-Franse Bovenrijn / van de monding van de Main tot de monding van de Nahe)							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	5.700 m ³ /s	11 a	11 a	11 a	13 a	13 a
	middelgrote kans op overstromingen	7.900 m ³ /s	129 a	151 a	155 a	182 a	240 a
	kleine kans op overstromingen	10.300 m ³ /s	1622 a	1622 a	1622 a	1778 a	1995 a
Meetpunt Kaub (Middenrijn / van de monding van de Nahe tot de monding van de Moezel)							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	5.800 m ³ /s	11 a	11 a	12 a	13 a	13 a
	middelgrote kans op overstromingen	8.000 m ³ /s	129 a	148 a	155 a	178 a	234 a
	kleine kans op overstromingen	10.400 m ³ /s	1622 a	1660 a	1660 a	1820 a	1905 a
Meetpunt Andernach (Middenrijn / van de monding van de Moezel tot de monding van de Sieg)							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	8.810 m ³ /s	11 a	11 a	11 a	12 a	12 a
	middelgrote kans op overstromingen	11.850 m ³ /s	100 a	107 a	110 a	120 a	138 a
	kleine kans op overstromingen	15.250 m ³ /s	1023 a	1096 a	1122 a	1175 a	1259 a
Trajectgerelateerde analyse							
Van de monding van de Sieg tot de monding van de Ruhr							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	8.900 m ³ /s	11 a	11 a	11 a	11 a	12 a
	middelgrote kans op overstromingen	11.700 m ³ /s	94 a	93 a	96 a	106 a	120 a
	kleine kans op overstromingen	15.300 m ³ /s	1140 a	1130 a	1170 a	1358 a	1466 a
Van de monding van de Ruhr tot de Pannerdensche Kop							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	9.380 m ³ /s	10 a	10 a	10 a	12 a	12 a
	middelgrote kans op overstromingen	12.200 m ³ /s	79 a	79 a	78 a	104 a	115 a
	kleine kans op overstromingen	15.800 m ³ /s	763 a	751 a	743 a	1402 a	1706 a
Waal (tot km 938)*							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	9.500 m ³ /s	10 a	11 a	11 a	13 a	13 a
	middelgrote kans op overstromingen	12.700 m ³ /s	99 a	105 a	110 a	152 a	169 a
	kleine kans op overstromingen	16.000 m ³ /s	1050 a	1107 a	1161 a	1611 a	2178 a
Nederrijn-Lek*							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	9.500 m ³ /s	10 a	10 a	10 a	13 a	13 a
	middelgrote kans op overstromingen	12.700 m ³ /s	80 a	83 a	93 a	151 a	166 a
	kleine kans op overstromingen	16.000 m ³ /s	881 a	912 a	975 a	1611 a	2070 a
IJssel*							
Herhalingsstijden met betrekking tot de door de EG HVAL onderzochte groep van hoogwaters	grote kans op overstromingen	9.500 m ³ /s	3 a	3 a	3 a	13 a	13 a
	middelgrote kans op overstromingen	12.700 m ³ /s	20 a	22 a	22 a	147 a	158 a
	kleine kans op overstromingen	16.000 m ³ /s	344 a	364 a	392 a	1611 a	2080 a

* Afvoergegevens voor het meetpunt Lobith

Overschrijdingskansen ten zuiden van Iffezheim zoals geleverd door de ICBR

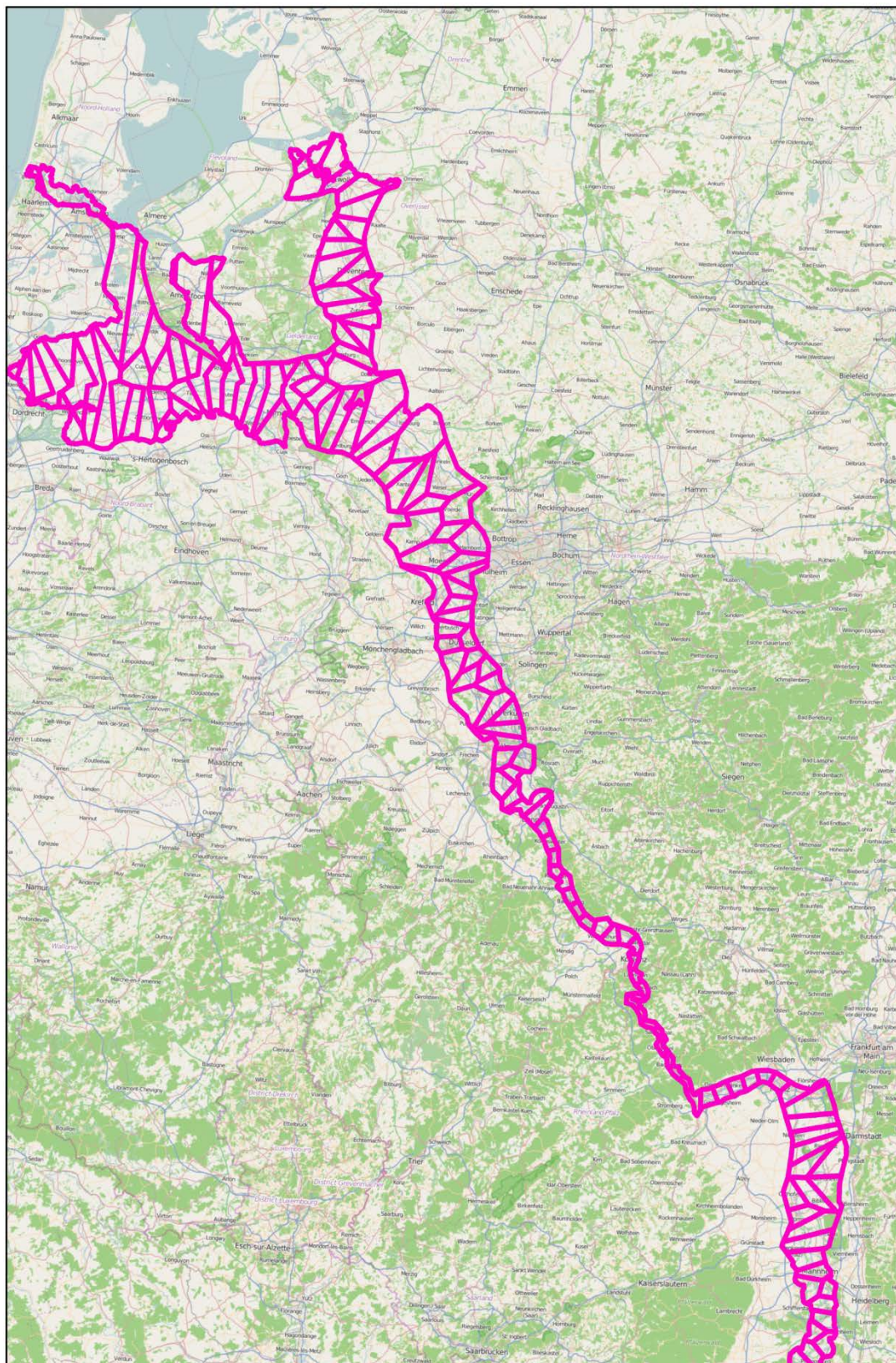
Te onderzoeken Rijntrajecten in het HIRI-project (stand: 23 september 2015)							
Nummer van het traject	Staat	Rijnkm		Benaming	Daadwerkelijke herhalingsstijden voor de drie overstromingsscenario's		
		van	tot		Grote kans op overstromingen (ca. HQ10)	Middelgrote kans op overstromingen (≥ HQ100)	Kleine kans op overstromingen (HQextreem)
	CH	0	23	Alpenrijn: Reichenau (voor het Bodensee: zie informatie hieronder bij "Bodensee (Zwitserland)") - Landquart	30	100	300-1000 <i>(Voorstel secretariaat aan HKV: neem voor het HIRI-traject "Zwitserse Alpenrijn/samenvloeiing van de Voor- en de Achter-Rijn" HQ1000)</i>
	CH (klein gemeenschappelijk traject met FL)	23	35	Alpenrijn: Landquart - Sargans	30	100	CH: 300-1000 FL: 1000 <i>(Voorstel secretariaat aan HKV: neem voor het HIRI-traject "Zwitserse Alpenrijn/samenvloeiing van de Voor- en de Achter-Rijn" HQ1000)</i>
	CH/FL	35	65	Alpenrijn: Sargans - monding van de Ill	30	100	CH: 300-1000 FL: 1000 <i>(Voorstel secretariaat aan HKV: neem voor het HIRI-traject "Zwitserse Alpenrijn/samenvloeiing van de Voor- en de Achter-Rijn" HQ1000)</i>
	CH/AT	65	95	Alpenrijn: monding van de Ill - Bodensee ("internationaal Rijntraject")	30	100	CH: 300-1000 AT: 300 <i>(Voorstel secretariaat aan HKV: neem voor het HIRI-traject "Internationale Alpenrijn/monding van de Ill" HQ30)</i>
	DE			Bodensee (Duitsland)	10	100	1000
	AT			Bodensee (Oostenrijk)	30	100	1000
	CH			Bodensee (Zwitserland)	30	100	CH: kanton SG=1000, kanton TG=300
1	Zwitserland	0	170	Hoogrijn: uitloop Bodensee - Bazel	30	100	Kantons TG en BL = 300, alle andere kantons 1000
2	Duitsland	0	170	Hoogrijn: uitloop Bodensee - Bazel	Zie CH informatie voor de Hoogrijn: 30 (Overstromingsgevaarkaart voor de oever in Baden-Württemberg op dit moment = CH berekening gespiegeld op DE kant. Ter informatie: in 2016 actualisering BW-berekening gepland met HQ10)	Zie CH informatie voor de Hoogrijn: 100 (Overstromingsgevaarkaart voor de oever in Baden-Württemberg op dit moment = CH berekening gespiegeld op DE kant. Ter informatie: in 2016 actualisering BW-berekening gepland met HQ100)	Zie CH informatie voor de Hoogrijn: voor de kantons TG en BL = 300, alle andere trajecten 1000 (Overstromingsgevaarkaart voor de oever in Baden-Württemberg op dit moment = CH berekening gespiegeld op DE kant. Ter informatie: in 2016 actualisering BW-berekening gepland met HQ1000)
3	Duitsland	170	334	Duits-Franse Bovenrijn: Bazel - stuw van Iffezheim	10 (theoretisch, praktisch: geen berekening beschikbaar, want geen buitendijkse overstromingsgebieden)	100 (theoretisch, praktisch: geen berekening beschikbaar, want geen buitendijkse overstromingsgebieden)	Scenario alleen voor een gebied ten zuiden van Söllingen-Greffern, waar een HQ van duidelijk meer dan 200 is genomen
4	Frankrijk	170	334	Duits-Franse Bovenrijn: Bazel - stuw van Iffezheim	De Rijn treedt bij HQ10 niet buiten zijn oevers, dus: geen overstromingsgevaarkaart (regio Straatsburg: gebied met een significant overstromingsrisico)	100 (regio Straatsburg: gebied met een significant overstromingsrisico)	1000 (regio Straatsburg: gebied met een significant overstromingsrisico)

Attribuuttabel van de shapefile met de overschrijdingskansen in 2014 (HVAL = 2010)

Traject	PR_HQLo	PR_HQMe	PR_HQEx
a_CH_Zwitserse Alpenrijn/van de monding van de Ill tot de samenvloeiing van de Voor- en de Achter-Rijn_RU	30,00	100,00	1000,00
b_INT_Internationale Alpenrijn/van de ingang van het Bodenmeer tot de monding van de Ill_RU	30,00	100,00	300,00
d_DE_Bodenmeer/Duitse kant (noordoever)	10,00	100,00	1000,00
2_DE_Hoogrijn/van de Aare tot de uitloop van het Bodenmeer (Untersee)	30,00	100,00	1000,00
2b_DE_Hoogrijn/van de Aare tot Bazel	30,00	100,00	1000,00
3/DE_Duits-Franse Bovenrijn/van Bazel tot de stuw van Iffezheim_RU	10,00	100,00	200,00
a_CH_Zwitserse Alpenrijn/van de monding van de Ill tot de samenvloeiing van de Voor- en de Achter-Rijn_LU	30,00	100,00	1000,00
b_INT_Internationale Alpenrijn/van de ingang van het Bodenmeer tot de monding van de Ill_LU	30,00	100,00	300,00
c_CH_Bodenmeer/Zwitserse kant (zuidoever)	30,00	100,00	1000,00
1_CH_Hoogrijn/van de Aare tot de uitloop van het Bodenmeer (Untersee)	30,00	100,00	1000,00
2a_CH_Hoogrijn/van de Aare tot Bazel	30,00	100,00	1000,00
4_FR_Duits-Franse Bovenrijn/van Bazel tot de stuw van Iffezheim	0,00	100,00	1000,00
5a_FR_Duits-Franse Bovenrijn/benedenstrooms van Iffezheim tot de Frans-Duitse grens	17,00	182,00	1778,00
5_Duitse Bovenrijn/benedenstrooms van Iffezheim tot de monding van de Neckar	17,00	182,00	1778,00
5b_DE_Duitse Bovenrijn/van de Frans-Duitse grens tot de monding van de Neckar	17,00	182,00	1778,00
6_DE_Duitse Bovenrijn/van de monding van de Neckar tot de monding van de Main_RU	12,00	166,00	1862,00
6_DE_Duitse Bovenrijn/van de monding van de Neckar tot de monding van de Main_LU	12,00	166,00	1862,00
7_DE_Duitse Bovenrijn/van de monding van de Main tot de monding van de Nahe_LU	11,00	155,00	1622,00
7_DE_Duitse Bovenrijn/van de monding van de Main tot de monding van de Nahe_RU	11,00	155,00	1622,00
8_DE_Middenrijn/van de monding van de Nahe tot de monding van de Moezel_LU	12,00	155,00	1660,00
8_DE_Middenrijn/van de monding van de Nahe tot de monding van de Moezel_RU	12,00	155,00	1660,00
9_DE_Middenrijn/van de monding van de Moezel tot de monding van de Sieg;			
640 - 659: van de grens van de deelstaat Noordrijn-Westfalen tot de monding van de Sieg_RU	11,00	110,00	1122,00
9_DE_Middenrijn/van de monding van de Moezel tot de monding van de Sieg;			
640 - 659: van de grens van de deelstaat Noordrijn-Westfalen tot de monding van de Sieg_LU	11,00	110,00	1122,00
10_DE_Duitse Nederrijn/van de monding van de Sieg tot de monding van de Ruhr_LU	11,00	96,00	1170,00
10_DE_Duitse Nederrijn/van de monding van de Sieg tot de monding van de Ruhr_RU	11,00	96,00	1170,00
11_DE_Duitse Nederrijn/van de monding van de Ruhr tot de Pannerdensche Kop (inclusief Lobith; voorstel HVAL)_LU	10,00	78,00	743,00
11_DE_Duitse Nederrijn/van de monding van de Ruhr tot de Pannerdensche Kop (inclusief Lobith; voorstel HVAL)_RU	10,00	78,00	743,00
14_NL_IJssel/oostoever - DR 48	2,88	22,03	391,74
12_NL_Waal/zuidoever - DR 42	10,81	109,65	1161,45
13_NL_Nederrijn-Lek/zuidoever - DR 43	10,16	92,90	974,99
15_NL_Nederrijn-Lek/noordoever - DR 45	10,16	92,90	974,99
16_NL_Nederrijn-Lek/noordoever - DR 44	10,16	92,90	974,99
21_NL_Waal/zuidoever - DR 41	10,81	109,65	1161,45
22_NL_Waal/zuidoever - DR 38	10,81	109,65	1161,45
24_NL_Nederrijn-Lek/noordoever - DR 47	10,16	92,90	974,99
25_NL_IJssel/oostoever - DR 49	2,88	22,03	391,74
26_NL_IJssel/oostoever - DR 50	2,88	22,03	391,74
27_NL_IJssel/oostoever - DR 51	2,88	22,03	391,74
29_NL_IJssel/oostoever - DR 53	2,88	22,03	391,74
30_NL_IJssel/westoever/noord - DR 52	2,88	22,03	391,74
32_NL_Waal/zuidoever - DR 37	10,81	109,65	1161,45
31_NL_Waal/zuidoever - DR 39	10,81	109,65	1161,45
34_NL_Waal/zuidoever - DR 40	10,81	109,65	1161,45
35_NL_IJssel/westoever - DR 11	2,88	22,03	391,74
36_NL_IJssel/oostoever - DR 10	2,88	22,03	391,74
30_NL_IJssel/westoever/zuid - DR 52	2,88	22,03	391,74
37_NL_Waal/zuidoever - DR 24	10,00	100,00	1250,00
38_NL_Nederrijn-Lek/zuidoever - DR 16	10,00	100,00	1250,00
39_NL_Nederrijn/noordoever - DR 15	10,00	100,00	1250,00

Kansgebieden (uittreksel)

Voor de berekening van het risico in het GIS-instrument moeten er polygonen met informatie over de overschrijdingskans (zie hierboven) worden gevormd.



Bijlage 4 - Schadefuncties en CLC-classes

Opmerking: In de berekening zijn direct de CLC-datasets voor 1990, 2000 en 2006 van het EMA gebruikt en niet de geaggregeerde CLC-datasets uit de Rijnatlas 2015.

Aggregatie van de CORINE-landgebruikstypes in landgebruiksklassen (methode Rijnatlas 2001)

Er zijn zes landgebruiksklassen gevormd:

- _ Landgebruiksklasse 1: verstedelijkt gebied
- _ Landgebruiksklasse 2: industrie
- _ Landgebruiksklasse 3: verkeer
- _ Landgebruiksklasse 4: landbouwareaal
- _ Landgebruiksklasse 5: bosbouw
- _ Landgebruiksklasse 6: overige

Gebruikte schadefuncties (bron: ICBR 2001)

Schadefuncties Rijnatlas 2001	
Gebruiksfunctie	Functietype
Verstedelijkt gebied, onroerend	$y=2*x^2+2x$
Industrie, onroerend	$y=2*x^2+2x$
Verkeer, onroerend	$y=10*x$ voor $x \leq 1$; $y=10$ voor $x > 1$
Uitrusting economie	$y=11*x+7,5$
Uitrusting wonen	$y=12*x+16,25$ voor $1 \leq x \leq 7$
Uitrusting staat	$y=7*x+5$
Verstedelijkt gebied, roerend (35% economie, 60% wonen, 5% staat)	$y=11,4*x+12,625$
Industrie, roerend	$y=7*x+5$
Verkeer, roerend	$y=10*x$ voor $x \leq 1$ $y=10$ voor $x > 1$
Landbouwareaal	$y=1$
Bosbouw	$y=1$

x = waterstand dan wel waterdiepte (WD) (in meter)

y = relatieve schadefunctie dan wel schadegraad (%)

Legenda:

Onroerend = onroerende goederen (schade aan gebouwen, infrastructuur, huizen, wegen, ...)

Roerend = roerende goederen (productie/producten, activiteiten, ...)

Uitrusting = inrichting van huishoudens, schade aan inboedel en opstal (mix van roerend en onroerend); mogelijk voor woongebouwen, voor economie (activiteiten/productie + gebouwen) en staat (grote diversiteit: kantoren, objecten met sociale en educatieve functies, utiliteitsgebouwen, ...).

Corine Land Cover-klassen en overeenkomstige landgebruiksklassen die zijn toegepast in de schadefuncties

CLC_VALUE	CLC_CODE	CAT_CODE	CAT_CLASS	CLC_LABEL
1	111	1	VERSTEDELIJK GEBIED	Continuous urban fabric
2	112	1	VERSTEDELIJK GEBIED	Discontinuous urban fabric
3	121	2	INDUSTRIE	Industrial or commercial units
4	122	3	VERKEER	Road and rail networks and associated land
5	123	3	VERKEER	Port areas
6	124	3	VERKEER	Airports
12	211	4	LANDBOUW	Non-irrigated arable land
13	212	4	LANDBOUW	Permanently irrigated land
14	213	4	LANDBOUW	Rice fields
15	221	4	LANDBOUW	Vineyards
16	222	4	LANDBOUW	Fruit trees and berry plantations
17	223	4	LANDBOUW	Olive groves
18	231	4	LANDBOUW	Pastures
19	241	4	LANDBOUW	Annual crops associated with permanent crops
20	242	4	LANDBOUW	Complex cultivation patterns
21	243	4	LANDBOUW	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation
22	244	4	LANDBOUW	Agro-forestry areas
23	311	5	BOSBOUW	Broad-leaved forest
24	312	5	BOSBOUW	Coniferous forest
25	313	5	BOSBOUW	Mixed forest
28	323	5	BOSBOUW	Sclerophyllous vegetation
29	324	5	BOSBOUW	Transitional woodland-shrub
7	131	6	OVERIGE	Mineral extraction sites
8	132	6	OVERIGE	Dump sites
9	133	6	OVERIGE	Construction sites
10	141	6	OVERIGE	Green urban areas
11	142	6	OVERIGE	Sport and leisure facilities
26	321	6	OVERIGE	Natural grasslands
27	322	6	OVERIGE	Moors and heathland
30	331	6	OVERIGE	Beaches, dunes, sands
31	332	6	OVERIGE	Bare rocks
32	333	6	OVERIGE	Sparsely vegetated areas
33	334	6	OVERIGE	Burnt areas
34	335	6	OVERIGE	Glaciers and perpetual snow
35	411	6	OVERIGE	Inland marshes
36	412	6	OVERIGE	Peat bogs
37	421	6	OVERIGE	Salt marshes
38	422	6	OVERIGE	Salines
39	423	6	OVERIGE	Intertidal flats
40	511	6	OVERIGE	Water courses
41	512	6	OVERIGE	Water bodies
42	521	6	OVERIGE	Coastal lagoons
43	522	6	OVERIGE	Estuaries
44	523	6	OVERIGE	Sea and ocean
48	999	6	OVERIGE	Differences from projection
49	990	6	OVERIGE	UNCLASSIFIED LAND SURFACE
50	995	6	OVERIGE	UNCLASSIFIED WATER BODIES

Bijlage 5 - Specifieke vermogenswaarden (€ / m²)¹⁸ van 1995 tot 2020+

(Opmerking: omdat de zesde klasse "overige" niet is beoordeeld, zijn de desbetreffende waarden gelijkgesteld aan "0".)

a) Onroerend

Baden-Württemberg						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	249,24	268,00	282,47	297,59	317,33	346,94
Industrie	243,66	262,00	276,15	290,93	310,23	339,17
Verkeer	228,78	246,00	259,28	273,16	291,28	318,46
Landbouw	5,58	6,00	6,32	6,66	7,10	7,77
Bosbouw	1,86	2,00	2,11	2,22	2,37	2,59
Hessen						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	215,29	231,00	241,16	252,75	268,38	291,83
Industrie	240,46	258,00	269,35	282,30	299,75	325,94
Verkeer	279,60	300,00	313,20	328,25	348,55	379,00
Landbouw	6,52	7,00	7,31	7,66	8,13	8,84
Bosbouw	0,93	1,00	1,04	1,09	1,16	1,26
Rijnland-Palts						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	168,69	181,00	190,05	200,07	212,92	232,20
Industrie	241,39	259,00	271,95	286,29	304,68	332,27
Verkeer	133,28	143,00	150,15	158,07	168,22	183,45
Landbouw	4,66	5,00	5,25	5,53	5,88	6,41
Bosbouw	0,93	1,00	1,05	1,11	1,18	1,28
Noordrijn-Westfalen						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	214,37	231,00	242,78	254,67	271,39	296,47
Industrie	214,37	231,00	242,78	254,67	271,39	296,47
Verkeer	244,06	263,00	276,41	289,95	308,99	337,54
Landbouw	8,35	9,00	9,46	9,92	10,57	11,55
Bosbouw	0,93	1,00	1,05	1,10	1,17	1,28
Beieren						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	249,78	268,00	283,81	300,48	320,79	351,25
Industrie	244,18	262,00	277,46	293,75	313,61	343,38
Verkeer	229,27	246,00	260,51	275,81	294,45	322,41
Landbouw	5,59	6,00	6,35	6,73	7,18	7,86
Bosbouw	1,86	2,00	2,12	2,24	2,39	2,62
Zwitserland						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	253,83	275,00	282,15	271,85	283,12	300,02
Industrie	264,90	287,00	294,46	283,71	295,47	313,11
Verkeer	269,52	292,00	299,59	288,65	300,62	318,57
Landbouw	6,46	7,00	7,18	6,92	7,21	7,64
Bosbouw	0,92	1,00	1,03	0,99	1,03	1,09

¹⁸ In hoofdstuk 2 wordt voor specifieke vermogenswaarden de afkorting "Vsp(LG)" gebruikt.

Frankrijk						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	202,24	217,00	233,28	244,51	261,32	286,53
Industrie	213,43	229,00	246,18	258,03	275,77	302,37
Verkeer	216,22	232,00	249,40	261,41	279,38	306,34
Landbouw	6,52	7,00	7,53	7,89	8,43	9,24
Bosbouw	0,93	1,00	1,08	1,13	1,20	1,32
Nederland						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	220,50	252,00	271,66	274,74	299,28	336,10
Industrie	229,25	262,00	282,44	285,65	311,16	349,43
Verkeer	232,75	266,00	286,75	290,01	315,91	354,77
Landbouw	6,13	7,00	7,55	7,63	8,31	9,34
Bosbouw	0,88	1,00	1,08	1,09	1,19	1,33
Oostenrijk						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	221,65	242,24	259,68	278,84	301,65	335,86
Industrie	234,02	255,76	274,17	294,39	318,48	354,60
Verkeer	237,82	259,92	278,63	299,18	323,65	360,36
Landbouw	6,66	7,28	7,80	8,38	9,06	10,09
Bosbouw	0,95	1,04	1,11	1,20	1,29	1,44
Liechtenstein						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	597,80	564,81	799,03	1166,82	1430,20	1806,46
Industrie	631,16	596,32	843,61	1231,92	1510,00	1907,25
Verkeer	641,42	606,01	857,33	1251,95	1534,55	1938,27
Landbouw	17,96	16,97	24,01	35,05	42,97	54,27
Bosbouw	2,57	2,42	3,43	5,01	6,14	7,75

b) Roerend

Baden-Württemberg						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	50,22	54,00	56,92	59,96	63,94	69,91
Industrie	77,19	83,00	87,48	92,16	98,28	107,45
Verkeer	1,86	2,00	2,11	2,22	2,37	2,59
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hessen						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	47,53	51,00	53,24	55,80	59,25	64,43
Industrie	74,56	80,00	83,52	87,53	92,95	101,07
Verkeer	2,80	3,00	3,13	3,28	3,49	3,79
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rijnland-Palts						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	38,21	41,00	43,05	45,32	48,23	52,60
Industrie	75,49	81,00	85,05	89,53	95,29	103,91
Verkeer	0,93	1,00	1,05	1,11	1,18	1,28
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordrijn-Westfalen						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	54,75	59,00	62,01	65,05	69,32	75,72
Industrie	74,24	80,00	84,08	88,20	93,99	102,67
Verkeer	1,86	2,00	2,10	2,20	2,35	2,57
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Beieren						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	50,33	54,00	57,19	60,54	64,64	70,77
Industrie	77,36	83,00	87,90	93,06	99,35	108,78
Verkeer	1,86	2,00	2,12	2,24	2,39	2,62
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwitserland						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	60,00	65,00	66,69	64,25	66,92	70,91
Industrie	88,61	96,00	98,50	94,90	98,83	104,73
Verkeer	2,77	3,00	3,08	2,97	3,09	3,27
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Frankrijk						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	47,53	51,00	54,83	57,47	61,42	67,34
Industrie	70,83	76,00	81,70	85,64	91,52	100,35
Verkeer	1,86	2,00	2,15	2,25	2,41	2,64
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nederland						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	51,63	59,00	63,60	64,32	70,07	78,69
Industrie	76,13	87,00	93,79	94,85	103,32	116,03
Verkeer	1,75	2,00	2,16	2,18	2,38	2,67
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oostenrijk						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	52,32	57,18	61,30	65,82	71,20	79,28
Industrie	78,01	85,25	91,39	98,13	106,16	118,20
Verkeer	1,90	2,08	2,23	2,39	2,59	2,88
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liechtenstein						
Gebruiksfunctie	1995	2001	2005	2015	2020	2020+
Verstedelijkt gebied	132,26	133,32	188,61	389,65	610,53	1246,25
Industrie	197,71	198,77	281,20	580,93	910,25	1858,04
Verkeer	3,79	4,85	6,86	14,17	22,20	45,32
Landbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosbouw	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bijlage 6 - Enquêteformulier en voorbeeld van een tabel voor de verzameling van gegevens in het kader van het ICBR-project over uitgevoerde en geplande maatregelen in verband met de indicatoren (zie hiervoor ook tabel 9 en 10)

De gegevens worden verzameld voor twee taken in het kader van het ICBR-project:

- de evaluatie van actiedoel 1 van het ICBR-Actieplan Hoogwater (vermindering van het schaderisico/overstromingsrisico sinds 1995);
- de inschatting van de effecten van maatregelen in het kader van de implementatie van de ROR (en de totstandbrenging van het ORBP) in het Rijnstroomgebied.

De gegevens worden verzameld voor de volgende zichtjaren:

- 1995
- 2005
- 2014
- 2020 (inschatting)
- 2020+ (inschatting)

Bij de meeste indicatoren zijn gegevens op gemeentelijk niveau optimaal, maar als die niet beschikbaar zijn, kan er informatie op een ander niveau (deelstaat, regio, ...) worden verstrekt.

Technische opmerking:

Opdat de geleverde gegevens kunnen worden gebruikt in het nieuwe, GIS-gebaseerde ICBR-instrument, dienen ze te worden ingevuld in de Excel-bladen

“Übersicht_Datenerhebung_Maßnahmen” (verkrijgbaar bij het secretariaat). De detailgraad is afhankelijk van de maatregel in kwestie en van de beschikbaarheid van gegevens (zie tabel 9 en 10).

I.1.1 Indicator “bouwvoorschriften/bestemmingsplannen waarin regels voor de bescherming tegen overstromingen zijn opgenomen (bijv. waterrobuust bouwen)”

Benodigde gegevens: Oppervlak van het gebied [m²] waarin stedenbouwkundige plannen waterrobuust bouwen voorschrijven; op gemeentelijk niveau of, wanneer dit niet mogelijk is, op een ander, hoger niveau. Gevraagd worden gegevens over gebieden met waterrobuuste bebouwing. Een mogelijk alternatief is procentuele informatie per gemeente.

Kernvraag: Waar en wanneer (d.w.z. in 1995, 2005, 2014, 2020 dan wel 2020+) is/wordt waterrobuust bouwen voorgeschreven in stedenbouwkundige plannen?

I.1.2 Indicator “verandering van de gegevens over het landgebruik (CLC-gegevens) binnen en buiten de bekeken overstromingsgebieden op overstromingsgevaarkaarten”

→ *De delegaties hoeven geen gegevens in te dienen.*

I.3.1 Indicator “aantal uitgevoerde maatregelen voor waterrobuust bouwen”

Benodigde gegevens: Tabel met een inschatting van de realisatie van maatregelen (in %) (zo mogelijk op gemeentelijk niveau, anders op een hoger niveau)

Kernvraag: Hoeveel maatregelen voor waterrobuust bouwen zijn/worden er waar en wanneer uitgevoerd?

I.3.2 Indicator “technische bescherming van objecten: door mobiele systemen beschermde gebieden en beschermde installaties (IPPC, SEVESO, rwzi's)”

Gemeenten/particulieren/bedrijven

Benodigde gegevens: Oppervlak dat wordt beschermd door mobiele systemen [m²] (zo mogelijk op gemeentelijk niveau, anders op een hoger niveau)

Kernvraag: Waar en wanneer zijn/worden er gebieden beschermd door (mobiele) systemen of technische voorzieningen?

Gevaarlijke installaties (IPPC, Seveso, rwzi's)

Benodigde gegevens: Installaties die zijn beschermd door technische structuren, voorzieningen en/of mobiele systemen

Kernvraag: Welke installaties zijn beschermd/onbeschermd, voor welk beschermingsniveau (HQ10, HQ100, HQextreem) en sinds wanneer?

Opmerking: De ICBR stelt HKV de lijst van de installaties ter beschikking via de atlas 2015 en verstrekt HKV tevens aanvullende informatie over de rwzi's.

I.3.3 Indicatoren “beveiliging van olietanks en opslag op hogere verdiepingen”

- **Bij huishoudens:** Aantal huishoudens (als percentage van de getroffen huishoudens) dat olietanks heeft beveiligd of verplaatst naar een hogere verdieping (zo mogelijk per gemeente, anders op een hoger niveau)

Benodigde gegevens: Inschatting van de realisatie van maatregelen in %

Kernvraag: Hoeveel maatregelen voor de beveiliging van olietanks en de opslag op hogere verdiepingen zijn/worden er waar en wanneer uitgevoerd?

- **Bij gevaarlijke installaties (IPPC, SEVESO, rwzi's):**

Benodigde gegevens: Installaties waar olietanks zijn beveiligd en schadelijke stoffen zijn opgeslagen op hogere verdiepingen

Kernvraag: Bij welke installaties zijn olietanks beveiligd en schadelijke stoffen opgeslagen op hogere verdiepingen, voor welk beschermingsniveau (HQ10, HQ100, HQextreem) en sinds wanneer?

Opmerking: De ICBR stelt HKV de lijst van de installaties ter beschikking via de atlas 2015 en verstrekt HKV tevens aanvullende informatie over de rwzi's.

Kernvraag: Waar, wanneer en voor welk beschermingsniveau zijn/worden er maatregelen voor de beveiliging van olietanks en de opslag op hogere verdiepingen uitgevoerd aan technische installaties (IPPC, Seveso, rwzi's)?

I.4.1 Indicator “frequentie van voorlichtingscampagnes (incl. beschikbaarheid/bestaan van overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten)”

Benodigde gegevens: Updatefrequentie van kaartportalen (om de x jaar) en frequentie van voorlichtingscampagnes (om de x jaar). Deze informatie dient te worden verzameld per (deel)staat.

Kernvraag: Sinds wanneer bestaat er een kaartportaal en hoe vaak is/wordt dit geactualiseerd, zijn/worden er voorlichtingscampagnes gehouden en zo ja, hoe vaak?

II. Indicator “veranderingen van de overschrijdingskans als gevolg van de verbetering van de bescherming door technische maatregelen voor hoogwaterbescherming”

→ *De gegevens over de verandering van de overschrijdingskans zijn aangeleverd door de EG HVAL (ICBR). De delegaties hoeven geen informatie te verstrekken.*

III.1.1 Indicator “verbetering van de hoogwaterverwachting binnen een vastgestelde periode (o.a. door verlenging van de verwachtingstermijnen)”

→ **Specifieke enquête bij de centrales voor hoogwaterverwachting aan de Rijn**

Informatie voor uw (Rijn)traject over de volgende vijf vragen (de vragen hebben betrekking op de actuele toestand van de verwachtingen/waarschuwingen, maar ook op het verleden - referentiejaar

1995 - en, voor zover hierover gegevens zijn, ook op maatregelen die zijn gepland/voorgenomen in de toekomst - referentiejaar 2020):

1. Bestaat er (voor uw gebied) een systeem voor hoogwaterverwachting? *JA/NEE*
2. Bestaat er (voor uw gebied) een systeem voor hoogwaterwaarschuwing? *JA/NEE*
3. Welke informatie/gegevens leveren de systemen voor hoogwaterverwachting?
 - a. *Afvoeren*
 - b. *Waterdieptes*
 - c. *Overstroomde oppervlakken (weergave in de vorm van een dynamische kaart)*
4. Wordt de maximale verwachtingstermijn bereikt (*d.w.z. het aantal dagen dat een verwachting vooruit beschikbaar is*)? *JA/NEE* (Opmerking: voor de Rijn wordt aangenomen dat de verwachtingstermijnen in 2005 zijn bereikt.)
5. Hoe betrouwbaar zijn de verwachtingen?
 - a. *Voldoende/matig*
 - b. *Goed*
 - c. *Zeer goed*

III.2.1 Groep van indicatoren

"- bestaan van alarm- en hulpverleningsplannen en frequentie van actualisering van deze plannen.

- aantal waarschuwingssystemen (waarschuwingroutes en communicatiemiddelen).

- informatie over rampenoefeningen inclusief frequentie (frequentie van oefeningen per jaar)"

Benodigde gegevens: Inhoud van de alarm- en hulpverleningsplannen en datum waarop ze zijn ontwikkeld/geactualiseerd, aantal waarschuwingroutes (bijv. "2" als er zowel via internet als via telefoon wordt gewaarschuwd), aantal oefeningen/opleidingen. Verder dient ook de realisatiefactor (%) van het maatregelenpakket te worden aangegeven.

De gegevens zouden zo mogelijk op gemeentelijk niveau moeten worden verzameld (als dit niet gaat, op een hoger niveau).

Kernvragen:

- Waar en sinds wanneer bestaat er een alarm- en hulpverleningsplan en hoe vaak wordt dit geactualiseerd?
- Hoeveel waarschuwingssystemen zijn er?
- Waar, sinds wanneer en hoe vaak (frequentie per jaar) worden er rampenoefeningen gehouden?

Voor de gezondheid van de mens is nog de volgende, aanvullende informatie vereist:

Dit moet worden gedefinieerd door de ICBR.

- Informatie over het veiligheidspercentage (in %) voor het referentiejaar 1995 en de bekeken gebieden (bijv. op het niveau van gemeenten, dijkkringen). (Hiermee is het veiligheidspercentage zonder maatregelen bedoeld.)
- Informatie over het maximaal te bereiken veiligheidspercentage (2020+) in het bekeken gebied.

Voorbeeld van een gegevensopvraging voor de maatregelen bewustmaking, hoogwaterverwachting, waarschuwing en crisisbeheersing

Maatregel bewustmaking en totstandbrenging van kaarten (I.4.1)																					
Gemeente in het overstromingsgebied van de Rijn	Area gemeente (m ²)	Zijn er overstromingsgevaarkaarten en overstromingsrisicokaarten?					Worden overstromingsgevaaren overstromingsrisicokaarten op internet vaker dan om de 6 jaar geactualiseerd?					Vinden er voorlichtingscampagnes plaats?					Vinden voorlichtingscampagnes vaker dan om de 2 jaar plaats?				
		1995	2005	2014	2020	2020+	1995	2005	2014	2020	2020+	1995	2005	2014	2020	2020+	1995	2005	2014	2020	2020+
alle HQ's																					
Maatregel hoogwaterverwachting en -waarschuwing (III.1.1)																					
Rijntraject	Verantwoordelijke hoogwatercentrale / staat	Is er een waarschuwings-/verwachtingssysteem? (nee = 0, waarschuwing = 1, verwachting = 2)					Waarop heeft de verwachting betrekking? (0 = niets/waarschuwing, 1 = Q, 2 = W (+Q), 3 = overstromingsgebied (+W, +Q))					Is de max. verwachtingstermijn bereikt?					Inschatting van de betrouwbaarheid (0 = geen verwachting, 1 = voldoende, 2 = goed, 3 = zeer goed)				
		1995	2005	2014	2020	2020+	1995	2005	2014	2020	2020+	1995	2005	2014	2020	2020+	1995	2005	2014	2020	2020+
alle HQ's																					
Alpenrijn	CH-BAFU																				
Bodenmeer	DE-LUBW, CH-BAFU, AT-AVLR (bodenseehochwasser.info)																				
Hoogrijn	CH-BAFU, DE-LUBW																				
Rijn: van Bazel tot Mannheim	DE-LUBW																				
Rijn: van Worms tot Emmerik	DE-HMZ Rijn																				
Rijndelta	NL-RWS																				
Maatregel rampenbeheersing en waarschuwing (III.1.2)																					
Is er een alarm- en hulpverleningsplan?	Gebeurt de actualisering vaker dan om de 5 jaar?	Is er een waarschuwingssysteem?	Aantal waarschuwingssystemen (1 = 1 systeem, 2 = 2-3 systemen, 3 = 4-5 systemen)					Vinden er oefeningen plaats?	Frequentie van de oefeningen (1 = om de 5-10 jaar, 2 = om de 2-5 jaar, 3 = vaker dan om de 2 jaar)												
			1995	2005	2014	2020	2020+		1995	2005	2014	2020	2020+								
alle HQ's																					

Bijlage 7 - Demografische verandering

Staat	Deelstaat, regio, provincie, kanton	Regeringspresidium e.d.	District e.d.	Bevolking absoluut					Bevolking relatief (1995 = 100%)				
				SHN0NAMN1	SHN1NAMN1	SHN2NAMN1	SHN3NAMN1	1995	2005	2015	2020	2030	1995
Duitsland	Baden-Württemberg	RP Freiburg		1948098	2048579	2055266	2045572	2004058	100	105,16	105,50	105,00	102,87
Duitsland	Baden-Württemberg	RP Karlsruhe		1667112	1714207	1713617	1701614	1659389	100	102,82	102,79	102,07	99,54
Duitsland	Baden-Württemberg	RP Tübingen		574827	601559	614780	611119	598382	100	104,65	106,95	106,31	104,10
Duitsland	Beieren	Schwaben		75796	79467	80910	81510	81920	100	104,84	106,75	107,54	108,08
Duitsland	Hessen	RB Darmstadt		2455735	2512213	2569530	2585960	2574260	100	102,30	104,63	105,30	104,83
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	BR Düsseldorf		5238952	5278280	5127355	5077525	4726675	100	100,75	97,87	96,92	90,22
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	BR Keulen		2860124	2990507	3066030	3112075	3173251	100	104,56	107,20	108,81	110,95
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	BR Münster		1126261	1135026	1099628	1078432	1034087	100	100,78	97,64	95,75	91,82
Duitsland	Rijnland-Palts		Ahrweiler	125377	130467	124810	122280	117660	100	104,06	99,55	97,53	93,84
Duitsland	Rijnland-Palts		Altenkirchen (Westerwald)	134993	136425	128840	125750	119890	100	101,06	95,44	93,15	88,81
Duitsland	Rijnland-Palts		Alzey-Worms	116712	126328	122990	121630	118780	100	108,24	105,38	104,21	101,77
Duitsland	Rijnland-Palts		Bad Dürkheim	130558	135116	131380	129970	127000	100	103,49	100,63	99,55	97,27
Duitsland	Rijnland-Palts		Bad Kreuznach	155597	158319	153040	150770	145600	100	101,75	98,36	96,90	93,58
Duitsland	Rijnland-Palts		Cochem-Zell	64959	65732	61790	60260	57470	100	101,19	95,12	92,77	88,47
Duitsland	Rijnland-Palts		Donnersbergkreis	76302	78825	74040	72260	69010	100	103,31	97,04	94,70	90,44
Duitsland	Rijnland-Palts		Frankenthal (Pfalz)	48371	47225	46550	46210	45190	100	97,63	96,24	95,53	93,42
Duitsland	Rijnland-Palts		Germersheim	118836	125268	125230	124910	123080	100	105,41	105,38	105,11	103,57
Duitsland	Rijnland-Palts		Koblenz	109219	106501	106200	105440	102700	100	97,51	97,24	96,54	94,03
Duitsland	Rijnland-Palts		Landau in der Pfalz	39842	42028	44570	45300	45800	100	105,49	111,87	113,70	114,95
Duitsland	Rijnland-Palts		Ludwigshafen	167369	163343	164070	164080	161910	100	97,59	98,03	98,03	96,74
Duitsland	Rijnland-Palts		Mainz	183720	194372	202470	203730	201590	100	105,80	110,21	110,89	109,73
Duitsland	Rijnland-Palts		Mainz-Bingen	187361	200486	203010	203390	201840	100	107,01	108,35	108,56	107,73
Duitsland	Rijnland-Palts		Mayen-Koblenz	204452	213667	208180	205620	199480	100	104,51	101,82	100,57	97,57
Duitsland	Rijnland-Palts		Neustadt an der Weinstraße	53788	53628	54810	55420	55820	100	99,70	101,90	103,03	103,78
Duitsland	Rijnland-Palts		Neuwied	178479	185259	176610	172770	165420	100	103,80	98,95	96,80	92,68
Duitsland	Rijnland-Palts		Rhein-Hunsrück-Kreis	103392	105705	99430	97040	92640	100	102,24	96,17	93,86	89,60
Duitsland	Rijnland-Palts		Rhein-Lahn-Kreis	127456	128095	119690	116420	110400	100	100,50	93,91	91,34	86,62
Duitsland	Rijnland-Palts		Speyer	49664	50501	50170	50270	49820	100	101,69	101,02	101,22	100,31
Duitsland	Rijnland-Palts		Südliche Weinstraße	106835	110639	107400	106130	103670	100	103,56	100,53	99,34	97,04
Duitsland	Rijnland-Palts		Westerwaldkreis	195669	203541	194890	191190	183630	100	104,02	99,60	97,71	93,85
Duitsland	Rijnland-Palts		Worms	80014	81545	83350	84110	84240	100	101,91	104,17	105,12	105,28
Frankrijk	Elzas	Bas-Rhin		1679052	1747080	1898000	1932000	1986000	100	104,05	113,04	115,06	118,28
Frankrijk	Elzas	Haut-Rhin											
Liechtenstein				30948	34905	38035	39599	42183	100	112,79	122,90	127,95	136,30
Nederland	Drenthe			454864	483369	489200	485100	484200	100	106,27	107,55	106,65	106,45
Nederland	Flevoland			262325	365859	406900	426800	473400	100	139,47	155,11	162,70	180,46
Nederland	Friesland			609579	642977	646900	647400	644400	100	105,48	106,12	106,20	105,71
Nederland	Gelderland			1864732	1972010	2017500	2028600	2043200	100	105,75	108,19	108,79	109,57
Nederland	Groningen			557995	575072	585300	594100	602100	100	103,06	104,89	106,47	107,90
Nederland	Limburg			1130050	1136695	1116100	1103900	1075100	100	100,59	98,77	97,69	95,14
Nederland	Noord-Brabant			2276207	2411359	2482700	2518800	2579300	100	105,94	109,07	110,66	113,32
Nederland	Noord-Holland			2463611	2599103	2752100	2833200	2961000	100	105,50	111,71	115,00	120,19
Nederland	Overijssel			1050389	1109432	1143300	1154600	1170700	100	105,62	108,85	109,92	111,45
Nederland	Utrecht			1063460	1171291	1257500	1294200	1363400	100	110,14	118,25	121,70	128,20
Nederland	Zuid-Holland			3325064	3458381	3594400	3679300	3828500	100	104,01	108,10	110,65	115,14
Oostenrijk	Vorarlberg	Bludenz		66718	70144	62032	62367	62910	100	105,14	92,98	93,48	94,29
Oostenrijk	Vorarlberg	Bregenz		123124	124558	129175	131976	136293	100	101,16	104,91	107,19	110,70
Oostenrijk	Vorarlberg	Dornbirn		75582	81017	84736	87619	91805	100	107,19	112,11	115,93	121,46
Oostenrijk	Vorarlberg	Feldkirch		93030	101009	103320	106247	110589	100	108,58	111,06	114,21	118,87
Zwitserland	Aargau			528887	569344	641319	670042	711936	100	107,65	121,26	126,69	134,61
Zwitserland	Appenzell Ausserrhoden			54104	52561	53469	54204	55890	100	97,15	98,83	100,18	103,30
Zwitserland	Appenzell Innerrhoden			14750	15220	16254	16678	17181	100	103,19	110,20	113,07	116,48
Zwitserland	Bazel-land			252331	267273	280439	286920	296394	100	105,92	111,14	113,71	117,46
Zwitserland	Bazel-stad			195759	185601	194829	197781	197981	100	94,81	99,52	101,03	101,14
Zwitserland	Bern			941950	957064	989397	1003781	1019014	100	101,60	105,04	106,56	108,18
Zwitserland	Glarus			39410	38173	39289	39992	41129	100	96,86	99,69	101,48	104,36
Zwitserland	Graubünden			185063	187803	194150	195519	198303	100	101,48	104,91	105,65	107,15
Zwitserland	Jura			69190	69110	70833	71656	72199	100	99,88	102,37	103,56	104,35
Zwitserland	Obwalden			31310	33269	36900	38350	40600	100	106,26	117,85	122,48	129,67
Zwitserland	Schaffhausen			74035	73764	75835	76477	77583	100	99,63	102,43	103,30	104,79
Zwitserland	Solothurn			239264	247937	260490	265667	274917	100	103,62	108,87	112,01	114,90
Zwitserland	St. Gallen			442350	459999	484758	495520	508431	100	103,99	109,59	112,02	114,94
Zwitserland	Thurgau			223372	234332	260965	271020	283694	100	104,91	116,83	121,33	127,01
Zwitserland	Ticino			305199	322276	349084	355477	363135	100	105,60	114,38	116,47	118,98
Zwitserland	Uri			35876	35087	35754	36950	36316	100	97,80	99,66	102,99	101,23
Zwitserland	Wallis			271291	291575	322211	330616	341236	100	107,48	118,77	121,87	125,78
Zwitserland	Zürich			1175457	1272590	1424093	1475482	1548413	100	108,26	121,15	125,52	131,73

Bijlage 8 - Vergelijking tussen de CORINE-gegevens en de relatieve verandering van het oppervlak en de bevolking

Staat	Deelstaat, regio, provincie, kanton	Regeringspresidium e.d.	District e.d.	Oppervlak relatief (1990 = 100%)			Bevolking relatief (1995 = 100%)					Relatieve bevolking 2005 / relatief oppervlak 2006	
				SHN0NAMN1	SHN1NAMN1	SHN2NAMN1	SHN3NAMN1	1990	2000	2006	1995		2005
Duitsland	Baden-Württemberg	RP Freiburg			100	104,01	107,46	100	105,16	105,50	105,00	102,87	98%
Duitsland	Baden-Württemberg	RP Karlsruhe			100	103,51	105,95	100	102,82	102,79	102,07	99,54	97%
Duitsland	Baden-Württemberg	RP Tübingen			100	106,85	109,48	100	104,65	106,95	106,31	104,10	96%
Duitsland	Hessen	RB Darmstadt			100	100,99	103,70	100	102,30	104,63	105,30	104,83	99%
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	BR Düsseldorf			100	102,07	103,38	100	100,75	97,87	96,92	90,22	97%
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	BR Keulen			100	103,20	104,55	100	104,56	107,20	108,81	110,95	100%
Duitsland	Noordrijn-Westfalen	BR Münster			100	107,31	112,76	100	100,78	97,64	95,75	91,82	89%
Duitsland	Rijnland-Palts		Ahrweiler		100	101,67	106,77	100	104,06	99,55	97,53	93,84	97%
Duitsland	Rijnland-Palts		Altenkirchen (Westerwald)		100	105,67	106,19	100	101,06	95,44	93,15	88,81	95%
Duitsland	Rijnland-Palts		Alzey-Worms		100	104,28	111,57	100	108,24	105,38	104,21	101,77	97%
Duitsland	Rijnland-Palts		Bad Dürkheim		100	100,68	102,64	100	103,49	100,63	99,55	97,27	101%
Duitsland	Rijnland-Palts		Bad Kreuznach		100	103,25	115,92	100	101,75	98,36	96,90	93,58	88%
Duitsland	Rijnland-Palts		Cochem-Zell		100	106,28	121,70	100	101,19	95,12	92,77	88,47	83%
Duitsland	Rijnland-Palts		Donnersbergkreis		100	102,46	115,57	100	103,31	97,04	94,70	90,44	89%
Duitsland	Rijnland-Palts		Frankenthal (Pfalz)		100	101,47	101,47	100	97,63	96,24	95,53	93,42	96%
Duitsland	Rijnland-Palts		Germersheim		100	105,36	110,34	100	105,41	105,38	105,11	103,57	96%
Duitsland	Rijnland-Palts		Koblenz		100	100,81	101,53	100	97,51	97,24	96,54	94,03	96%
Duitsland	Rijnland-Palts		Landau in der Pfalz		100	103,29	104,61	100	105,49	111,87	113,70	114,95	101%
Duitsland	Rijnland-Palts		Ludwigshafen		100	103,87	108,66	100	97,59	98,03	98,03	96,74	90%
Duitsland	Rijnland-Palts		Mainz		100	101,34	103,18	100	105,80	110,21	110,89	109,73	103%
Duitsland	Rijnland-Palts		Mainz-Bingen		100	102,58	108,12	100	107,01	108,35	108,56	107,73	99%
Duitsland	Rijnland-Palts		Mayen-Koblenz		100	108,27	113,62	100	104,51	101,82	100,57	97,57	92%
Duitsland	Rijnland-Palts		Neustadt an der Weinstraße		100	101,16	102,17	100	99,70	101,90	103,03	103,78	98%
Duitsland	Rijnland-Palts		Neuwied		100	104,97	111,51	100	103,80	98,95	96,80	92,68	93%
Duitsland	Rijnland-Palts		Rhein-Hunsrück-Kreis		100	109,35	108,28	100	102,24	96,17	93,86	89,60	94%
Duitsland	Rijnland-Palts		Rhein-Lahn-Kreis		100	109,46	119,03	100	100,50	93,91	91,34	86,62	84%
Duitsland	Rijnland-Palts		Speyer		100	100,00	100,00	100	101,69	101,02	101,22	100,31	102%
Duitsland	Rijnland-Palts		Südliche Weinstraße		100	103,87	113,10	100	103,56	100,53	99,34	97,04	92%
Duitsland	Rijnland-Palts		Westerwaldkreis		100	115,67	121,84	100	104,02	99,60	97,71	93,85	85%
Duitsland	Rijnland-Palts		Worms		100	101,20	103,31	100	101,91	104,17	105,12	105,28	99%
Frankrijk	Elzas	Bas-Rhin			100	101,81	103,66	100	104,05	113,04	115,06	118,28	100%
Frankrijk	Elzas	Haut-Rhin			100	102,78	105,99						
Nederland	Drenthe				100	124,59	135,72	100	106,27	107,55	106,65	106,45	78%
Nederland	Flevoland				100	173,63	212,98	100	139,47	155,11	162,70	180,46	65%
Nederland	Friesland				100	131,56	143,45	100	105,48	106,12	106,20	105,71	74%
Nederland	Gelderland				100	113,29	118,80	100	105,75	108,19	108,79	109,57	89%
Nederland	Limburg				100	110,86	118,00	100	100,59	98,77	97,69	95,14	85%
Nederland	Noord-Brabant				100	117,07	123,99	100	105,94	109,07	110,66	113,32	85%
Nederland	Noord-Holland				100	116,18	123,97	100	105,50	111,71	115,00	120,19	85%
Nederland	Overijssel				100	118,68	127,95	100	105,62	108,85	109,92	111,45	83%
Nederland	Utrecht				100	115,22	124,49	100	110,14	118,25	121,70	128,20	88%
Nederland	Zuid-Holland				100	114,81	122,39	100	104,01	108,10	110,65	115,14	85%
Oostenrijk	Vorarlberg	Bludenz			-	-	-	100	105,14	92,98	93,48	94,29	-
Oostenrijk	Vorarlberg	Bregenz			100	100,00	98,05	100	101,16	104,91	107,19	110,70	103%
Oostenrijk	Vorarlberg	Dornbirn			100	100,00	96,67	100	107,19	112,11	115,93	121,46	111%
Oostenrijk	Vorarlberg	Feldkirch			-	-	-	100	108,58	111,06	114,21	118,87	-

Bijlage 9 - Voorbeeld van meerdere sjablonen voor gegevensinput en -output in verband met het economische risico (in het Engels) (zie aanvullende toelichtingen bij algemene invoergegevens en maatregelen in de users guide)

INPUT SHAPEFILES																
Mensch/Me humaine/Mens/Human health																
Shapefile PUBUC_CAT (impact categories)																
CAT_FROM	CAT_LABEL	CAT_CODE	CAT_TO													
-9999,00	H1	1,00	10,00													
10,00	H2	2,00	50,00													
50,00	H3	3,00	150,00													
150,00	H4	4,00	300,00													
300,00	H5	5,00	9999,00													
Shapefile inhabitants																
OBJECTID_1	Name	LAND_CD	Apsfr_CD	RIVER_CD	LAND_CD	FL_RECUR	Cult_type	RIVER_CD	RD	OBJECTID	TYPE	nat_id				
1,00	Eemsmond	NLXX			DEBW	3,00	0,00			0,00	4,00	1,00				
...																
Umwelt/Environnement/Milieu/Environment																
Shapefile "ENVR_SIG_CAT"																
CATEGORY	DESCR	SIGN	TYPE													
AREA1	Wasserabhängige Vogelschutzgebiete	1,00	1,00													
AREA2	Wasserabhängige FFH-Gebiete	2,00	2,00													
AREA3	Trinkwasser- und Quellschutzgebiete	3,00	3,00													
AREA4	WRRL-Maßnahmen	2,00	4,00													
AREA5	Sonstige	1,00	5,00													
Shapefile ENVR_IMP_CAT																
CATEGORY	DESCR	TYPE	TOX	RADIUS												
IVU	...	1,00	2,00	10000,00												
SEVESO1	...	2,00	3,00	20000,00												
SEVESO2	...	3,00	4,00	50000,00												
KL-RAN LAGE	...	4,00	2,00	10000,00												
Shapefile ENVR_CAT																
CAT_CODE	CAT_FROM	CAT_TO	CAT_LABEL	CAT_CODE	CAT_FROM	CAT_TO										
1,00	-9999,99	1,75	LOW IMPACT	1,00	-9999,99	1,75										
2,00	1,75	3,25	MEDIUM IMPACT	2,00	1,75	3,25										
3,00	3,25	9999,99	HIGH IMPACT	3,00	3,25	9999,99										
Shapefile "ENVR_IMP_FNC"																
WATERDEPTH	FUNCO1	WATERDEPTH	FUNCO1	WATERDEPTH	FUNCO1											
0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00											
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00											
...																
Shapefile envAreas																
TEMPLATE	EU_CD_PB	LEG_CD	MS_CD_PB	NAME	PROT_TYPE	STATUS	WA_CD	RBD_CD	LAND_CD	DELIVERY	METADATA	URL	DISSOLV_CD	type		
ProtectedAreaBird	DE6709302	B	DE6709302	Bliesau zwischen Blieskastel und Bliesdalheim	NoName	CAT	TYPE									
ProtectedAreaDrinking		N				2,00	1,00									
ProtectedAreaHabitat		H		Roruper Holz mit Kestenbusch												
...																
Shapefile ivuObjects																
DATE_VALID	Radius	obj_id	y	x	RIVER_CAT	LAU_ID	SHN_ID	fakt_1995	fakt_2005	fakt_2020	fakt_2030	inh_lo	inh_me	inh_ex	EVAFRAC	EVAFMAX
...	10000,00	1,00	2674985,50	4281207,95		1651	Groningen	0,95	0,98	1,02	1,03	40,00	88,00	9656,00	76,00	86,00

Kultur/Culture/Cultuur						
Shapefile CULT_BED						
ER_BESCREI	ER_BEDEUTU	ER_TYPE	ER_SIGNIF	ER_BEDEUT		
UNESCO-Weltkulturerbe	hoch	1,00	3,00	internationale bedeutung		
Geschützte Stadtgebiete/Bereiche	mittel	2,00	2,00	nationale bedeutung		
Baudenkmaler	niedrig	3,00	1,00	lokale bedeutung		
Sonstige	niedrig	4,00	1,00	lokale bedeutung		
Shapefile CULT_HERT_CAT						
CAT_LABEL	CAT_CODE	CAT_FROM	CAT_TO	FROM	TO	
H1	1,00	-9999,99	1,75	-999999,00	175,00	
H2	2,00	1,75	3,25	175,00	325,00	
H5	3,00	3,25	9999,99	325,00	99999,00	
Shapefile CULT_SIG_CAT						
CATEGORY	DESCR	TYPE	SIGN	RADIUS		
HERITAGE1	UNESCO-Weltkulturerbe	1,00	3,00	500,00		
HERITAGE2	Geschützte Stadtgebiete/Bereiche	2,00	2,00	250,00		
HERITAGE3	Baudenkmäler	3,00	1,00	100,00		
HERITAGE4	Sonstige	4,00	1,00	100,00		
Shapefile CULT_IMP_FNC						
WATERDEPTH	FUNC01					
0,00	1,00					
1,00	1,00					
...						
Shapefile CULT_DEF						
WATERDEPTH	EINWIRKUNG					
0,00	0,00					
1,00	1,00					
...						
Shapefile heritage						
OBJECTID_1	Name	Natio_ID	Cult_Typ	RIVER_CAT		
1,00	Rathaus Liedolsheim	3756	4,00	91re		
...						
Wirtschaft/Economie/Economy*						
Shapefile ECONOMY_DEF						
SCHADIGUNG	SCHADIGU_1	FUNKTIONST	Val3	Val4	Val5	Val6
SF_Siedlung	immobil	$y = 2x^2 + 2x$	2,00	0,00	0,00	0,00
SF_Siedlung (35% Wirtschaft, 60% Wohnen, 5% Staat)	mobil	$y = 11.4x + 12.625$	2,00	0,00	0,00	0,00
...						
Shapefile ECONOMY_SHP_IMM_ASS						
Gebiet	Val1	Val2	Val3	Val4	Val5	Val6
Niederlande	221,00	229,00	233,00	6,00	1,00	0,00
...						
Shapefile ECONOMY_SHP_MOB_ASS						
Gebiet	Val1	Val2				
Niederlande	52,00	76,00	FUNC3	FUNC4	FUNC5	
...			0,00	10,00	10,00	
			0,00	10,00	10,00	
Shapefiles "ECONOMY_TAB_IMM_FNC.dbf" and "ECONOMY_TAB_MOB_FNC.dbf"						
WATERDEPTH	FUNC1	FUNC2	0,00	10,00	10,00	
0,00	0,00	0,00				
1,00	0,00	0,00				
...						
*see appendixes 4, 5 and 8 for Land cover shapefiles and specific asset values						

OUTPUT SHAPEFILES (*shapefile for "rsc_*.shp" (risk) and "mea_*.shp" (damage incl. measures)" not represented but similar attributes*)

Mensch/Vie humaine/Mens/Human health						
Shapefile dam_affd						
ADMIN_ID	COUNT	AREA	SCENARIO	CATEGORY	VALUE	
1004	1994	19940000,000000000000	1	-999	95,468600000000	
1085	3	30000,000000000000	2	1	8,532570000000	
...						
Shapefile dam_hlth						
ADMIN_ID	COUNT	AREA	SCENARIO	CATEGORY	VALUE	
1004	1994	19940000,000000000000	1	-999	397,786000000000	
1764	55	550000,000000000000	2	4	3075,110000000000	
...						
Umwelt/Environnement/Milieu/Environment						
Shapefile dam_envr						
ADMIN_ID	COUNT	AREA	SCENARIO	CATEGORY	VALUE	
1085	6891	68910000,000000000000	1	-999	2,040890000000	
928	2426	24260000,000000000000	2	-999	1,507320000000	
1372	954	9540000,000000000000	3	3	3,642820000000	
...						
Kultur/Culture/Cultuur						
Shapefile dam_cult						
ADMIN_ID	COUNT	AREA	SCENARIO	CATEGORY	VALUE	
1004	46	460000,000000000000	1	-999	2,32	
1085	171	1710000,000000000000	1	-999	3,04	
1133	3	30000,000000000000	1	-999	2,83	
...						
Wirtschaft/Economie/Economy						
Shapefile dam_econ (dam_econ_lo, dam_econ_me, dam_econ_ex not represented but similar)						
ADMIN_ID	COUNT	AREA	SCENARIO	CATEGORY	VALUE	
1004	1727	17270000,000000000000	1	-999	29175300,00	
1004	40	400000,000000000000	1	1	17168600,00	
1615	31	310000,000000000000	2	2	31866100,00	
...						

Bijlage 10 - Overzicht van de geleverde gegevens, belangrijke opmerkingen en restricties

Noodzakelijke en geleverde gegevens		Inschatting van de nodige inspanningen, restricties en belangrijke opmerkingen
Gegevens	Wie/waar?	
Algemeen		
Topografische gegevens	ICBR	Niet zo relevant voor de berekeningen.
Bestuurlijke/politieke grenzen	ICBR	
Kilometrerings van de Rijn	ICBR	Niet zo relevant voor de berekeningen.
Overstromingsdiepte en overschrijdingskans		
Overstromingsraster drie scenario's, zichtjaar 2015	WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. Problemen met de overstromingsdieptes van de BfG (onlogische verschillen tussen de overstromingsgebieden van de drie scenario's). De overstromingsgebieden/-dieptes moesten worden gecorrigeerd (externe opdracht aan de dienstverlener).
Overstromingspolygoon drie scenario's, zichtjaar 2015	WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Problemen met de overstromingsdieptes van de BfG (onlogische verschillen tussen de overstromingsgebieden van de drie scenario's). De overstromingsgebieden/-dieptes moesten worden gecorrigeerd (externe opdracht aan de dienstverlener).
Overschrijdingskans - van de Alpenrijn tot Iffezheim	ICBR	Weinig informatie bovenstrooms van Iffezheim.
Overschrijdingskans - van Iffezheim tot Lobith	ICBR-HVAL	Verbonden met specifieke, tijdrovende berekeningen in de EG HVAL. De HVAL-methode heeft ook zijn grenzen.
Overschrijdingskans - van Lobith tot de Rijndelta	ICBR-HVAL	Verbonden met specifieke, tijdrovende berekeningen in de EG HVAL. De HVAL-methode heeft ook zijn grenzen.
Landgebruik		
CORINE Land Cover 1990, 2000, 2006	ICBR/EMA - in de toekomst direct uit WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Hier waren er specifieke problemen, te weten: - onnauwkeurigheden in CLC 1990 t.o.v. CLC 2000 en 2006; - niet precies genoeg voor kleinschalige analyses. Omdat er na de berekeningen verschillende incoherenties/onregelmatigheden zijn geconstateerd bij CLC 1990 en CLC 2000 zijn er voor de economische bedrijvigheid aanvullende berekeningen uitgevoerd met dezelfde CLC-dataset (CLC 2006) voor alle zichtjaren. In de toekomst zou ook de nieuwe dataset CLC 2012 kunnen worden gebruikt.
Specifieke landgebruikgegevens voor CH en FL		- Voor CH en FL moest er voor bepaalde datasets gebruik worden gemaakt van nationale landgebruiksgegevens (geen CLC). Bij FL gaat het bijv. om de landgebruiksgegevens uit de arealstatistiek van 1996 (shapefile), 2002 en 2008. Deze gegevens worden beheerd door de Dienst voor constructie en infrastructuur (ABI). Voor CH zijn er afgeleide CLC-gegevens gebruikt (1990 of 2000?) en voor 2006 de gegevens uit de Rijnatlas. (Moet worden gecontroleerd met HKV)
Beschermingsdoel economie		
Schadefuncties Rijnatlas 2001	ICBR	Deels verouderd, kan leiden tot verschillen t.o.v. de schaderesultaten en -berekeningen van de staten (bijv. BW, FL).
Specifieke vermogenswaarden Rijnatlas 2001	ICBR	Deels verouderd, kan leiden tot verschillen t.o.v. de schaderesultaten en -berekeningen van de staten (bijv. BW, FL).
Economische groei/consumentenprijsindex (o.a. voor het scenario 2020/2020+)	(Deel)staten	Niet overal gedetailleerd beschikbaar. De wens bestaat om de specifieke vermogenswaarden voor Liechtenstein, die zijn berekend op basis van de koopkrachtpariteiten, in de toekomst opnieuw te definiëren en berekenen, omdat ze zeer hoog zijn vergeleken met die van Zwitserland (gemeenschappelijke economische ruimte) en Oostenrijk, en bijgevolg fout zijn. Gelet op het voorgaande zijn de economische resultaten voor Liechtenstein niet meegenomen in de berekeningen. De gegevens zullen later opnieuw worden berekend op basis van de correcte parameters. Wegens tijdsgebrek was dit helaas niet meer mogelijk voor de publicatie van het onderhavige rapport.
Beschermingsdoel mens		
Inwoners drie scenario's, zichtjaar 2013/2014	WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Probleem met de geometrie van de atlasgegevens. Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. In de actuele berekeningen (stand: 2016) kon er geen rekening worden gehouden met de demografische gegevens van FR, FL en eventueel CH.
Demografische verandering/prognose	Bureaus voor statistiek van de (deel)staten	
Evacuatiepercentages	(Deel)staten	Niet overal gedetailleerd beschikbaar; is deels ruw geraamd.
Beschermingsdoel cultureel erfgoed		
Cultureel erfgoed (shapefiles)	WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. De inschatting van de effectafstand bij de vier types cultureel erfgoed blijft (zeer) kwalitatief. Soms incoherenties tussen de staten bij de gegevenslevering: FL heeft bijv. vergeleken met CH een puntdataset aangeleverd, omdat het niet over vlakgegevens beschikt. Deze grotere nauwkeurigheid en vermoedelijk ook de enigszins andere manier om cultureel erfgoed aan te wijzen leiden tot een disproportioneel aantal culturele erfgoederen. Geen gegevens voor FR.
Beschermingsdoel milieu		
Drinkwaterbeschermings- en drinkwateronttrekkingsgebieden (shapefiles)	ICBR (KRW)/WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. In de actuele berekeningen (stand: 2016) is er geen rekening gehouden met de drinkwaterwingebieden in FR. FL heeft hiervoor geen gegevens geleverd.
Beschermde habitatgebieden	ICBR (KRW)/WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. FL heeft hiervoor geen gegevens geleverd.
Vogelbeschermingsgebieden	ICBR (KRW)/WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. In de actuele berekeningen (stand: 2016) is er geen rekening gehouden met de vogelbeschermingsgebieden in FR. FL heeft hiervoor geen gegevens geleverd.
IPPC-installaties (shapefiles) en/of Seveso-bedrijven (shapefiles)	ICBR (KRW)/WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Kost niet veel moeite als de gegevens al zijn geformatteerd voor de atlas. De inschatting van de effectafstand blijft (zeer) kwalitatief (zie onderstaand commentaar van BW (b)). BW: In de gegevens wordt geen onderscheid gemaakt tussen IPPC en Seveso, en specifieke opmerkingen over Seveso: a) "Het begrip "Seveso-installaties" bestaat niet; het gaat ook niet om installaties, maar om bedrijven; gelieve het begrip geheel te schrappen, omdat de kwantitatieve drempelwaarden uit de Seveso-richtlijn alleen een criterium waren voor de selectie van relevante IPPC-installaties. Een IPPC-installatie is een installatie waar doorgaans in normale omstandigheden een zeker gevaar voor het milieu (water, bodem, lucht, afval) van uitgaat. Een Seveso-bedrijf bestaat uit meerdere installaties (die in de Seveso III-richtlijn echter niet als aparte eenheden worden behandeld) waar een zeker risico op calamiteiten van uitgaat (storingen - brand, ontploffing, vrijkomen van gevaarlijke stoffen). b) "Waarom "Seveso I" en "Seveso II" worden ingedeeld bij respectievelijk 20 en 50 km is onduidelijk. De verspreiding van schadelijke stoffen bij een overstroming hangt vooral af van de eigenschappen van de stoffen, de verpakking, de opslagomstandigheden en het falen van de beschermingsvoorzieningen."
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (shapefiles)	ICBR/EMA (of nationale gegevensbanken)	Niet weergegeven in de Rijnatlas. De dataset is samengesteld uit verschillende bronnen (eerste benadering, eventueel niet volledig). De inschatting van de effectafstand blijft (zeer) kwalitatief (zie bovenstaand commentaar van BW (b)).
Trajecten die in een goede of zeer goede ecologische toestand verkeren (conform KRW)	ICBR/WasserBLiCk	KRW-gegevens.
Maatregelen/indicatoren (zie ook aparte, gedetailleerde tabel ...)		
Effect van maatregelen	Literatuur/ICBR/HKV	Effecten zijn nog altijd enigszins "kwalitatief". Belangrijkste bronnen: ICBR-brochure over de effectiviteit van maatregelen (2002), verschillende literatuurbronnen over risicoanalyses en expert judgement. Probleem: een wijziging in de geselecteerde effecten kan de berekeningen en de resultaten duidelijk veranderen (afwijkingen).
Realisatie van maatregelen (behalve waterstandverlagende maatregelen), gegeorefereerd	(Deel)staten	De realisatie is deels nog altijd enigszins "kwalitatief" en kan heel verschillend worden geïnterpreteerd en geleverd door staten (gegevens zijn heterogeen). De beschikbaarheid van gegevens verschilt zeer tussen staten en deelstaten. Voor sommige maatregelen zijn er in alle staten gegevens, bij andere maatregelen is het gegevensbestand schamel. Voor DE tot dusver alleen BW. Probleem met het invullen van gegevensjablonen. Gegevens zijn veelal als Excel-tabellen geleverd en moesten dus worden voorbereid voor de tool.
Waterstandverlagende maatregelen	(Deel)staten/HVAL	Zie hierboven "overschrijdingskans". Voornamelijk geleverd door de EG HVAL. De HVAL-methode heeft ook zijn grenzen.
Beschermingsvoorzieningen tegen overstromingen	WasserBLiCk/Rijnatlas 2015	Hiermee wordt rekening gehouden via de indeling "bedijkt/niet-bedijkt"; bescherming tegen overstroming zou in de toekomst ook kunnen worden weergegeven/meegenomen via (de verandering van) het beschermingsniveau tegen hoogwater (het best uitgedrukt in herhalingstijden).

Bijlage 11 - Overzicht van de geleverde indicatorgegevens

Om het effect van maatregelen te berekenen (behalve voor maatregelen die tot uitdrukking komen in een veranderde kans) zijn er indicatoren gedefinieerd (zie hoofdstuk 4). Voor deze indicatoren hebben de delegaties gegevens geleverd. In de onderstaande tabel wordt hiervan een overzicht gegeven. Commentaar en opmerkingen ten aanzien van deze gegevens zijn opgenomen in bijlage 10 en bijlage 12.

Tabel: Indicatorgegevens die de (deel)staten hebben geleverd

Indicatoren		(Deel)staten					
Nr.	Beschrijving	AT	CH	DE	FR	FL	NL
Beschermingsdoelen economie & cultureel erfgoed							
I.1.1	Planologische voorzorgsmaatregelen	+	+	+	+	_ ¹⁹	+
I.3.1	Waterrobuust bouwen	+	+	-	+	_ ¹⁹	+
I.3.2	Technische bescherming van objecten	+	+	-	+	-	+
I.3.3	Aangepaste opslag	+	-	-	+	-	-
I.4.1	Voorlichtingscampagnes/overstromingsg evaarkarten	+	+	+	+	+	+
III.1.1	Verwachting	+	+	+	+	+	+
III.2.1	Waarschuwing, enz.	+	+	+	+	+	+
Beschermingsdoel milieu							
I.3.2	Technische bescherming van objecten	_ ²⁰	-	+	+	_ ²¹	+
I.3.3	Aangepaste opslag	_ ²⁰	-	+	+	-	+
Veiligheidspercentage							
Gezondheid van de mens							
1995		20%	20%	20%	20%	20%	76%
2020+		80%	80%	80%	80%	80%	86%

Voor de indicatoren die betrekking hebben op de beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed konden er veel gegevens worden geleverd. Alleen bij de indicatoren op het gebied van bouwkundige voorzorg was gegevenslevering vaak niet mogelijk, omdat het gaat om informatie over zeer kleinschalige maatregelen op gemeentelijk niveau en omdat indicator I.3.3 (aan hoogwater aangepaste opslag) niet relevant is in Nederland. Oostenrijk heeft in de gegevens over de indicatoren in verband met bouwkundige voorzorg (I.3.1 t/m I.3.3) een onderscheid gemaakt tussen nieuwe gebouwen en bestaande gebouwen.

Voor de indicatoren in verband met het beschermingsdoel milieu hebben alleen Duitsland (Baden-Württemberg), Frankrijk en Nederland gegevens verstrekt, waarbij dient te worden opgemerkt dat Nederland bij indicator I.3.2 (technische bescherming van objecten) en Frankrijk bij indicator I.3.3 (aan hoogwater aangepaste opslag) overal

¹⁹ I.1.1 en I.3.1: Deze maatregelen bestaan weliswaar in Liechtenstein, maar er zijn geen datasets, omdat er - zoals in de meeste landen - geen voorschriften zijn voor de extreme gebeurtenis. Bij frequentere gebeurtenissen zijn er geen gebieden getroffen, wat betekent dat er geen informatie kan worden aangegeven.

²⁰ Er bestaan in Oostenrijk weliswaar installaties die door technische voorzieningen worden beschermd tegen overstromingen, maar omdat er geen informatie is verstrekt over het beschermingsniveau zijn de gegevens niet gebruikt voor de berekeningen.

²¹ I.3.2 (milieu): Er zijn in Liechtenstein geen IPPC- of Seveso-installaties, wat betekent dat deze gegevens niet zijn verstrekt. Er is één rwzi die wordt getroffen bij HQext en niet genoeg kan worden beschermd tegen deze gebeurtenis.

nullen hebben ingevuld, d.w.z. geen informatie. Indicator I.3.3 heeft Nederland ietwat anders geïnterpreteerd dan de andere staten. Er is niet alleen geregistreerd of watergevaarlijke stoffen aangepast worden opgeslagen, maar ook of bedrijven beschikken over alarm- en hulpverleningsplannen (zie HKV, 2015).

Nederland heeft de gegevens direct als shapefiles geleverd voor de afzonderlijke zichtjaren, de andere (deel)staten hebben de gegevens ingevuld in Excel-tabellen. Beide gegevensformaten (shapefiles en Excel-tabellen) waren als mogelijkheid opgegeven door de opdrachtnemer.

Meer opmerkingen bij de gegevens zijn opgenomen in de indicatortabellen die de staten hebben ingediend (beschikbaar bij het secretariaat van de ICBR).

Toelichting bij indicator I.1.1 (planologische voorzorgsmaatregelen) voor de beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed

Bij indicator I.1.1 (planologische voorzorgsmaatregelen) wordt aangegeven voor hoeveel % van het bebouwde gebied in afzonderlijke gemeenten er stedenbouwkundige plannen bestaan met voorschriften in verband met bescherming tegen overstromingen. De Zwitserse informatie wijkt hiervan af: hier hebben de procentuele gegevens betrekking op het bebouwde gebied dat is getroffen door overstroming. Bij de informatie over bouwvoorschriften in het scenario 2020+ wordt ervan uitgegaan dat er in de toekomst ook voor de extreme gebeurtenis beperkingen zullen worden opgelegd aan de manier waarop er wordt gebouwd (aangepaste bebouwing).

In Duitsland (Baden-Württemberg) zijn er per 22 december 2013 overstromingsgebieden aangewezen op grond van § 76 van de Wet op de waterhuishouding (WHG). In deze gebieden geldt de regelgeving in verband met structuurplannen die is vastgelegd in § 78 WHG. Dit betekent dat er in Baden-Württemberg vanaf 2014 op grote schaal uitvoering wordt gegeven aan maatregelen die relevant zijn voor indicator I.1.1. Omdat bouwvoorschriften niet het huidige overstromingsrisico verlagen, maar wel de toename van de potentiële schade beperken, groeit het effect van deze maatregelen met de tijd. Aangezien er in het evaluatie-instrument van de ICBR voor het gehele Rijnstroomgebied wordt uitgegaan van uitvoering vanaf 1995, is de realisatie in Baden-Württemberg in de berekeningen aangepast, d.w.z. procentueel verlaagd (zie onderstaande tabel).

Tabel: Aangepaste realisatie van indicator I.1.1 voor Baden-Württemberg

Realisatie (R) (voorbeeld van een gemeente in Baden-Württemberg)

Scenario	1995	2005	2014	2020	2020+
HQ10	0	0,2	1	1	1
HQ100	0	0,05	1	1	1
HQextreem	0	0	0,1	0,1	0,1

Aanpassing van de realisatie

Scenario	1995	2005	2014	2020	2020+
HQ10	geen aanp.	geen aanp.	R*0,25	R*0,5	R*0,75
HQ100	geen aanp.	geen aanp.	R*0,25	R*0,5	R*0,75
HQextreem	geen aanp.	geen aanp.	R*0,25	R*0,5	R*0,75

Toelichting bij de indicatoren I.3.2 (technische bescherming van objecten) en I.3.3 (aan hoogwater aangepaste opslag) voor het beschermingsdoel milieu

Nederland heeft voor indicator I.3.3 een punt-shapefile geleverd; Frankrijk en Duitsland (Baden-Württemberg) hebben ook hier informatie in Excel-tabellen verstrekt, wat een lokalisatie van de gevaarlijke installaties vereist (zie "Gegevensverwerking indicatoren beschermingsdoel milieu").

Gegevensverwerking indicatoren beschermingsdoelen economie en cultureel erfgoed

De polygoon-shapefiles zijn gegenereerd op basis van de informatie in de Excel-tabellen (uitzondering: Nederland) door de informatie via het attribuut "naam van de gemeente" door middel van de GIS-functie JOIN te koppelen aan de bestuurlijke grenzen. Een deel van de ingevulde waarden is veranderd door de veldcodes (attribuut veldnaam) en de kengetallen (JA = 1; NEE = 0) aan te passen.

Voor Duitsland zijn, zoals afgesproken in de ICBR, de gegevens van Baden-Württemberg gebruikt. Tot slot zijn de gegenereerde en de reeds beschikbare, Nederlandse shapefiles samengevoegd.

Het resultaat van de bovenstaande bewerkingen zijn polygoon-shapefiles voor alle zichtjaren en indicatoren, deels gedifferentieerd naar de drie scenario's HQ10, HQ100 en HQextreem.

Gegevensverwerking indicatoren beschermingsdoel milieu

De gegevens uit Baden-Württemberg en Frankrijk moesten eerst worden gegeorefereerd, zodat er - net zoals voor Nederland - kon worden begonnen met een punt-shapefile met de passende attributen voor de indicatoren I.3.2 (technische bescherming van objecten) en I.3.3 (aan hoogwater aangepaste opslag).

Echter, voor de berekening van de vermindering van het risico voor het beschermingsdoel milieu is er een polygoon-shapefile nodig met het oppervlak dat is beschermd door mobiele systemen of waarin goederen aan hoogwater aangepast worden opgeslagen. Door een buffer van 200 m aan te leggen rondom gevaarlijke installaties ontstaat er een polygoon-shapefile.

Gelet op de specifieke ligging van de gevaarlijke installaties is het voor de indicatoren van het beschermingsdoel milieu niet mogelijk om de gegevens van Baden-Württemberg toe te passen op het Duitse Rijnstroomgebied als geheel.

Bijlage 12- Gedetailleerde weergave en aanvullende opmerkingen m.b.t. de geleverde nationale indicatorgegevens

Indicatoren	Inspanningen voor het inwinnen van gegevens			Vastgestelde effecten op het risico (relevantie van de indicator voor de Rijn/het Rijnstroomgebied)		DE (BW)	FR	NL	CH	AT	FL	Legenda: Groen: informatie geleverd Geel: informatie deels geleverd Rood: geen informatie geleverd
	groot	gemiddeld	klein	groot	klein tot gemiddeld							
I.1.1	Bouwvoorschriften/bestemmingsplannen						Alleen informatie voor HQ100 Straatsburg en de toekomst.		Zeer uitvoerig			Voornamelijk gebaseerd op gebieden die zijn aangewezen als "blauwe zone" en specifieke realisatiepercentages. I.1.1: De realisatiegraad is deels specifiek vastgesteld, realisatie verschilt tussen nieuwbouw en bestaande bebouwing.
I.1.2	Vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik	Geregistreerd d.m.v. CLC-gegevens					Geregistreerd d.m.v. CLC-gegevens					
I.3.1	Waterrobuust plannen, bouwen en renoveren						Weinig informatie, alleen voor Straatsburg en de toekomst.	Voor deze maatregel zijn geen gegevens verzameld (waarden =0).	Alleen informatie voor de toekomst.			I.v.m. I.3.1: Hangt ervan af hoe maatregelen voor bewustmaking bijdragen aan de bereidheid te investeren in bescherming. Als de betrokkenen hiervoor te vinden zijn, is het mogelijk dat er meer objecten worden aangepast. De realisatie verschilt tussen nieuwbouw en bestaande bebouwing.
I.3.2	Technische bescherming van objecten (in overstromingsgebieden) - Cultureel erfgoed, economie - Milieu (IPPC-installaties, rioolwaterzuiveringsinstallaties, ...)						Opmerking: Relevantie voor het milieu Voor huishoudens/gemeentes/cultureel erfgoed/economie: moeilijk Voor industrie (milieu): gedetailleerde informatie	Er is informatie verstrekt, maar dit zijn schattingen. Deze maatregel heeft geen betrekking op de aanpassing op het niveau van huishoudens, cultureel erfgoed en IPPC-installaties.	Alleen voor het beschermingsdoel economie, enz. en alleen informatie voor de toekomst.			I.v.m. I.3.2: Hetzelfde potentieel voor bestaande objecten als in de particuliere sector. Er zijn bedrijven die vanuit zichzelf al veel doen om hun installaties te beschermen, omdat productieverlies hoge kosten zou veroorzaken. Als er succesvol wordt gecommuniceerd over het risico is hier in ieder geval een realisatiegraad mogelijk die vergelijkbaar is met de particuliere sector. AT gaat zelfs uit van een iets hogere realisatiegraad (zie punt I.1.3), omdat de kosten van productieverlies gemakkelijk kunnen worden afgezet tegen de kosten van maatregelen voor de bescherming van objecten.
I.3.3	Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen - Cultureel erfgoed, economie - Milieu (IPPC-installaties, rioolwaterzuiveringsinstallaties, ...)						Opmerking: Relevantie voor het milieu Voor huishoudens/gemeentes/cultureel erfgoed/economie: moeilijk Voor industrie (milieu): gedetailleerde informatie	Er is informatie verstrekt, maar daarbij gaat het om een technische maatregel voor de bescherming tegen overstromingen die het gebied als geheel beschermt.	Alleen informatie voor IPPC-installaties.			I.v.m. I.3.3: De inschatting voor punt I.3.1 geldt ook hier.
I.4.1	Overstromingsgevaar- en overstromingsrisicoaarten beschikbaar stellen en bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen											I.v.m. I.4.1: Overstromingsgevaar- en overstromingsrisicoaarten zijn er pas sinds het ORBP (stand: 2014). Echter, daarvoor zijn er afzonderlijk onderzoek gedaan en zelfs dijkdoorbraakscenario's opgesteld voor de inschatting van het risico aan de Alpenrijn. De internetkaarten worden inmiddels regelmatig geactualiseerd op basis van nieuwe plannen voor gevaarlijke zones en afzonderlijk onderzoek. In ieder geval beschikt het publiek hier sinds 2014 over digitale informatie.
II.1	Verandering van de overstromingskans						HVAL-informatie en HHRI-informatie benedenstrooms van Ille/Elzheim					
II.2	Bescherming tegen overstromingen: aanpassing van het beschermingsniveau/dijkverbetering						Informatie over beschermingsvoorzieningen tegen overstromingen is beschikbaar via de atlas van 2015. Beschermingsmaatregelen tegen overstromingen worden in de berekeningen meegenomen via het onderscheid "bedijkt - beschermd / niet-bedijkt - niet-beschermd". Deze maatregelen veranderen het effect van andere maatregelen. NL heeft informatie verstrekt over de verbetering van de bescherming tegen overstromingen.					
III.1.1	Hoogwaterinformatie en verwachting						Informatie van de centrales voor hoogwaterverwachting					
III.2.1	Waarschuwing van getroffen personen / alarm- en hulpverleningsplannen / oefeningen en opleidingen						De informatie betreft verschillende waarschuwingstypes en -routes, maar is grootschalig en niet individueel.					I.v.m. III.1.2: Alarm- en hulpverleningsplannen bestaan al geruime tijd, omdat een wet inzake rampenbestrijding dit voorschrijft. De kwaliteit is op dit moment echter nog heterogeen. Een van de effectdoelen die voortvloeien uit het ORBP is de creatie van een uniforme standaard die door alle gemeenten op dezelfde manier wordt geïmplementeerd. Voor de Alpenrijn bestaat er in ieder geval een handreiking inzake hulpverlening.
Algemene opmerkingen per staat						De gegevens van BW zijn toegepast op de andere deelstaten. Zie aanvullende opmerkingen in de BW-indicator tabel.	Informatie alleen voor het risicogebied "regio Straatsburg"	Gegevensverzameling (speciale opdracht aan HKV). Enige staat die de maatregelen in shapefiles heeft geleverd.	Zie aanvullende opmerkingen in de CH-indicator tabel.	Nationale gegevenslijsten en -structuur omzetten in de door de EG HIRI gedefinieerde maatregelen. Shapefile geleverd voor de aangewezen "blauwe zone" (zie preciseringen in de AT-indicator tabel).	Alleen informatie verstrekt voor de punten I.4.1 en III.1.2. De punten I.1.1 t/m I.3.3 zijn niet relevant voor de Alpenrijn, die fungeert als bron van het proces, aangezien kan worden uitgesloten dat de Rijn in de bekeken periode (herhalingstijd tot 300 jaar) een overstroming veroorzaakt in Liechtenstein.	

Bijlage 13 - Afhankelijkheidsmatrix (bedijkt en niet-bedijkt)

Afhankelijkheden - bedijkt																			
Bescherm door technische voorzieningen tegen overstromingen (bedijkt)																			
Niet beschermd door technische voorzieningen tegen overstromingen (niet-bedijkt)																			
I) Preventie (overstromingspreventie)																			
1. Planologische voorzorgsmaatregelen																			
Ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen	Landgebruik/voorkomen van schade	40%	40%	100	40	90	40	40	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	40	40	
Vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik	Landgebruik	100%	100%	100	100	100	100	100	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	100	100	
2. Bouwkundige voorzorgsmaatregelen																			
Waterrobuust plannen, bouwen en renoveren	Schade	35% h < 2 m (in kelders 20%)	55% h < 2 m (in kelders 50%)	40	100	90	35	40	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	35	35	
Technische bescherming van objecten	Schade	90% niet ondergelopen	90% niet ondergelopen	90	100	90	90	95	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	90	90	
Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen	Schade	30%	50%	40	100	35	90	35	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	30	30	
3. Overige technische maatregelen																			
Overstromingsgevaar- en overstromingsrisico's kaarten beschikbaar stellen / bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen	(Schade)	5%	10%	40	100	40	95	35	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	22,5	22,5	
II) Bescherming tegen overstromingen (HVAL)																			
1. Herstel van de natuurlijke waterretentie																			
In de uiterwaard, in het overstromingsgebied, overstromingsgebieden weer verbinden met de rivier en in gebruik	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
2. Regulering van de afvoer																			
Retentiegebieden voor hoogwater / stuwen in/aan het water	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
Retentiegebieden voor hoogwater / stuwen in het stroomgebied	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
Optimalisatie van het beheer van stuwen (die bijv. voor de opwekking van hydro-elektriciteit zijn aangelegd) voor de retentie	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
3. Technische beschermingsvoorzieningen tegen overstromingen																			
Dijken, dammen, keermuren, mobiele beschermingsvoorzieningen, strandwallen en bijzondere kunstwerken	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
4. Waterbouwkundige maatregelen																			
Waterbouwkundige maatregelen, hoogwatergeulen en uiterwaardbeheer aan binnenwateren	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
5. Overige technische maatregelen																			
Onderhoud/vernieuwing van technische voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen	Overschrijdingskans			HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	
III) Paraatheid voor overstromingen																			
1. Preventieve voorlichting																			
Hoogwaterinformatie en verwachting	Schade	15%	20%	40	100	35	90	30	22,5	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL		22,5	
2. Rampenpreventie en rampenbestrijding																			
Waarschuwing van getroffen personen / alarm- en hulpverleningsplannen (incl. wederopbouw) / oefeningen /	Schade	15%	30%	40	100	35	90	30	22,5	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	22,5		

Afhankelijkheden - niet-bedijkt																				
					D) Preventie (overstromingspreventie)															
					1. Planologische voorzorgsmaatregelen															
					2. Bouwkundige voorzorgsmaatregelen															
					4. Overige voorzorgsmaatregelen															
					II) Bescherming tegen overstromingen (HVAL)															
					1. Herstel van de natuurlijke waterretentie															
					2. Resultering van de afvoer															
					3. Technische beschermingsvoorzieningen tegen overstromingen															
					4. Waterbouwkundige maatregelen															
					5. Overige technische maatregelen															
					III) Paraatheid voor overstromingen															
					1. Preventieve voorlichting															
					2. Rampenpreventie en rampenbestrijding															
I) Preventie (overstromingspreventie)																				
1. Planologische voorzorgsmaatregelen																				
Ruimtelijke ordening, regionale plannen en structuurplannen	Landgebruik/ voorkomen van schade	40%	40%		100	100	40	90	40	40	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	40	40
Vrijhouden van overstromingsgebieden en aangepast landgebruik	Landgebruik	100%	100%		100	100	100	100	100	100	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	100	100
2. Bouwkundige voorzorgsmaatregelen																				
Waterrobuust plannen, bouwen en renoveren	Schade	35% h < 2 m (in kelders 80%)	50% h < 2 m (in kelders 80%)		55	100	90	55	65	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	55	55
Technische bescherming van objecten	Schade	90% niet ondergelopen	90% niet ondergelopen		90	100	90	80	100	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	90	90
Aan hoogwater aangepaste opslag van watergevaarlijke stoffen	Schade	30%	50%		40	100	55	90	60	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	50	50
4. Overige voorzorgsmaatregelen																				
Overstromingsgevaar- en overstromingsrisico kaarten beschikbaar stellen / bewustwording van het belang van persoonlijke voorzorg, voorlichting en voorbereiding op overstromingen	(Schade)	5%	10%		40	100	65	100	60	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	30	45
II) Bescherming tegen overstromingen (HVAL)																				
1. Herstel van de natuurlijke waterretentie																				
In de uiterwaard, in het overstromingsgebied, overstromingsgebieden weer verbinden met de rivier en in gebruik	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
2. Resultering van de afvoer																				
Retentiegebieden voor hoogwater / stuwen in/aan het water	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
Retentiegebieden voor hoogwater / stuwen in het stroomgebied	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
Optimalisatie van het beheer van stuwen (die bijv. voor de opwekking van hydro-elektriciteit zijn aangelegd) voor de retentie van hoogwater	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
3. Technische beschermingsvoorzieningen tegen overstromingen																				
Dijken, dammen, keermuren, mobiele beschermingsvoorzieningen, strandwallen en bijzondere kunstwerken	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
4. Waterbouwkundige maatregelen																				
Waterbouwkundige maatregelen, hoogwatergeulen en uiterwaardbeheer aan binnenwateren	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
5. Overige technische maatregelen																				
Onderhoud/vernieuwing van technische voorzieningen ter bescherming tegen overstromingen	Overschrijdingskans				HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL
III) Paraatheid voor overstromingen																				
1. Preventieve voorlichting																				
Hoogwaterinformatie en verwachting	Schade	15%	20%		40	100	55	90	50	30	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	45
2. Rampenpreventie en rampenbestrijding																				
Waarschuwing van getroffen personen / alarm- en hulverleningsplannen (incl. wederopbouw) / oefeningen /	Schade	15%	30%		40	100	55	90	50	45	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	HVAL	45

Bijlage 14 - Toelichting bij de rekenmethode voor de gezondheid van de mens incl. maatregelen aan het voorbeeld van één cel

Voorbeeld input	Waterdiepte	Dijken	Getroffen inwoners		MEAS_I11	MEAS_I32	MEAS_I41	MEAS_III11	MEAS_III21
Waarden	0,195 cm	bedijkt	EvaMin = 0,75 EvaMax = 0,95		0,95	0,16	Route: 1 1 1 1	Route: 2 2 1 2	Route: 1 1 1 1 1 2
Voorbeeld output	dam_hlth	dam_affd	Mea_hlth	Mea_affd	i11	i32	i41	iii11	iii21
Waarden	0,478805	0,119701	0,402196	0,04002	_*	0,16	8	18	10

Met "route" wordt hier verwezen naar de invoergegevens; de informatie laat zien welke route er wordt genomen in het stroomschema.

De output "dam_hlth" van de tool "Damage Assessment" komt overeen met het aantal door overstroming getroffen personen per rastercel in het gebied in kwestie. De output "dam_affd" komt overeen met het aantal getroffen personen per rastercel na evacuatie (hier 75%: $0,478805 * (1-0,75) = 0,119701$). De potentiële verbetering als gevolg van de afzonderlijke maatregelen wordt berekend aan de hand van de output "dam_hlth". Het resultaat na maatregelen in het zichtjaar x ($1995 < x < 2020+$) wordt beschreven door Mea_hlth (kleiner aantal getroffen dankzij maatregel i32 of i11) en Mea_affd (kleiner aantal getroffen na evacuatie dankzij de maatregelen i41, iii11 en iii21).

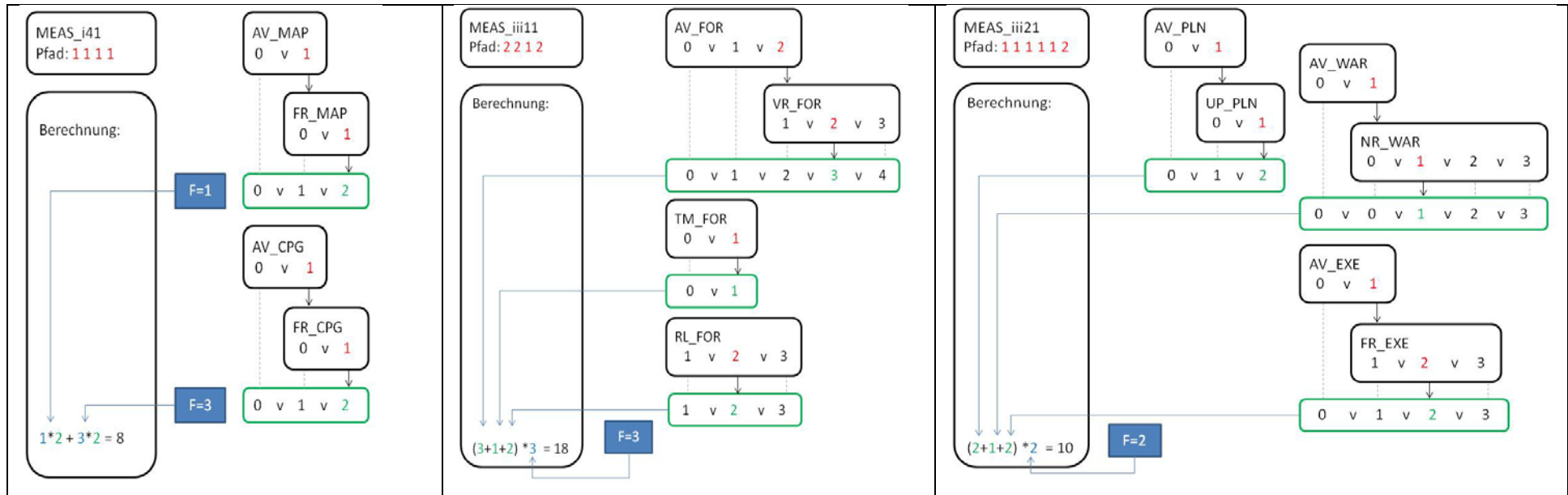
1) Beschermde inwoners:

$$\left. \begin{array}{l} i32 > 0 \rightarrow i32 \\ i32 < 0 \rightarrow i11 \end{array} \right\} \text{Waarde} * \text{dam_hlth} = \text{mea_hlth} \Leftrightarrow i32 = 0,16 > 0 \rightarrow (1-0,16) * 0,478805 = 0,402196$$

De maatregelen i32 en i11 veranderen het aantal getroffen personen. Alle andere maatregelen beïnvloeden de personen die in veiligheid gebracht/geëvacueerd dienen te worden.

* Als maatregel i11 wordt gecombineerd met één van de twee maatregelen voor bouwkundige voorzorg, wordt bij het optellen van de maatregelen de maatregel voor bouwkundige voorzorg gekozen.

2) Veiligheidspercentage:



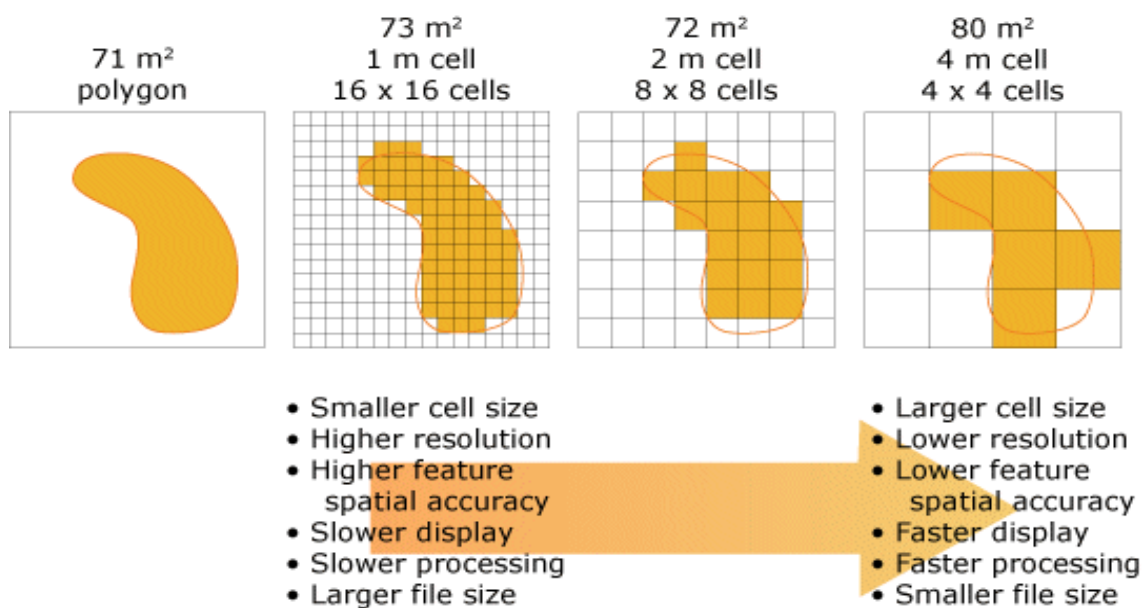
$$EvaMin + (SOM(i41, iii11, iii21)) / maxPunten * \Delta Eva = Sr \rightarrow (1 - Sr) * mea_hlth = mea_affd$$

$$\Rightarrow 0,75 + (8+18+10) / 48 * 0,2 = 0,90 \rightarrow (1 - 0,90) * 0,402196 = 0,04002$$

Bijlage 15 - Invloed van de grootte van de rastercellen

De grootte van de rastercellen moet zo worden gekozen dat het gebied nauwkeurig genoeg wordt afgebeeld, maar de geheugencapaciteit van de computer niet wordt overschreden.

In de onderstaande figuur worden de fundamentele voor- en nadelen weergegeven van rastercellen met een hoge dan wel lage resolutie.



Om de invloed van de grootte van de rastercellen op de machinetijd te kwantificeren, zijn er bij wijze van voorbeeld drie GIS-bewerkingen uitgevoerd met verschillende celgroottes (computer: Dell Latitude E6530 (Intel CPU 64 bit 2,90 GHz)).

extent	cell size	uncompressed size	tool	processing time
Flussgebiet Rhein	100x100	42 MB	reclassify	12 s
Flussgebiet Rhein	25x25	672 MB	reclassify	70 s
Flussgebiet Rhein	5x5	16410 MB	reclassify	1800 s
Flussgebiet Rhein	100x100	42 MB	times	8 s
Flussgebiet Rhein	25x25	672 MB	times	108 s
Flussgebiet Rhein	5x5	16410 MB	times	2945 s
Flussgebiet Rhein	100x100	42 MB	plus	8 s
Flussgebiet Rhein	25x25	672 MB	plus	110 s
Flussgebiet Rhein	5x5	16410 MB	plus	2917 s

De resultaten laten zien dat de machinetijd exponentieel toeneemt als de celgrootte afneemt. Omdat de tool bestaat uit zes tot tien ModelBuilders moet de machinetijd nog worden vermenigvuldigd met dit aantal.

Bibliografie

BMUB 2015: Hochwasserschutzfibel - Objektschutz und bauliche Vorsorge (5. Auflage) (<http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/bauwesen/gesetzgebung-und-leitfaeden/leitfaeden/hochwasserschutzfibel/>)

Bubeck (2012): Detailed insights into the influence of flood-coping appraisals on mitigation behavior

Buck, W.; Kron, A.; Wetzel, A. (2007): Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für das Vorhaben Sturmflutschutz Greifswald (in opdracht van het Staatliche Amt für Umwelt und Natur Rostock, niet gepubliceerd)

Defra (2006): Flood Risks to People, Phase 2. London, UK: Defra (Joint Defra/EA Flood and Coastal Erosion Risk Management R&D Programme; R&D Technical Report FD2321/TR2)

Dassayanake (2012): XtremRisk – Evaluation of Cultural Losses, Leichtweiß-Institute for Hydraulic Engineering and Water Resources, Technische Universität Braunschweig (https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/hyku-xr/43_dassanayake_et_al_xtremrisk_evaluation_of_cultural_losses.pdf)

EU Commission (2013): Guidance for Reporting under the Floods Directive (2007/60/EC) - Guidance Document No. 29 (Technical Report - 071): A compilation of reporting sheets adopted by Water Directors (tabel 10.3-2),
Link: <http://icm.eionet.europa.eu/schemas/dir200760ec/resources>

HKV (2006): Leidraad normering compartimenteringsdijken (in opdracht van STOWA, rapport, niet gepubliceerd)

HKV Hydrokontor GmbH (2012): Entwicklung einer Methodik zur mesoskaligen Schadenspotentialanalyse für Mecklenburg Vorpommern (in opdracht van het Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg) (niet gepubliceerd)

HKV (2015): Aufbereitung der Wassertiefenraster für die Berechnungen der EG-HIRI (in opdracht van RWS)

HKV (2016): Opzet van een instrument voor de evaluatie van de reductie van het overstromingsrisico rekening houdend met de types van maatregelen en beschermingsdoelen conform ROR (richtlijn 2007/60/EG) voor de totstandbrenging van het ORBP van het internationaal Rijndistrict en voor de uitvoering van berekeningen voor de evaluatie van de reductie van het schaderisico (Actieplan Hoogwater (APH), actiedoel 1), intern technisch eindrapport

ICBR (1998): Actieplan Hoogwater (APH) en Balans van de uitvoering van het APH in de periode 1995-2005 (brochure en rapport 157)

ICBR (2001): Rijnatlas 2001 en basisdocument over de totstandbrenging van de atlas "Overzichtskaarten van het overstromingsrisico en de mogelijke schade bij extreem hoogwater in de Rijn - werkwijze voor de bepaling van overstromingsgevoelige gebieden en werkwijze voor de bepaling van vermogenswaarden" (2001, alleen beschikbaar in het Duits en het Frans).

ICBR (2002): Voorzorgsmaatregelen tegen hoogwater: maatregelen en hun effectiviteit (en deelstudies/basisonderzoeken voor deze publicatie)

ICBR (2006): Instrumenten voor de evaluatie van de reductie van schaderisico's - evaluatie van de effectiviteit van maatregelen voor de reductie van schaderisico's in het kader van de uitvoering van het Actieplan Hoogwater Rijn van de ICBR (rapport 156, alleen beschikbaar in het Duits en het Frans)

ICBR (2011): Evaluatie van de effectiviteit van maatregelen ter verlaging van de hoogwaterstanden in de Rijn - uitvoering van het Actieplan Hoogwater in de periode 1995-2010 en doorkijk naar 2020 en 2020+ (rapport 199)

ICBR (2011): Balans van de uitvoering van het APH in de periode 1995-2010 (rapport 200)

ICBR (2013): De Rijn en zijn stroomgebied in vogelvlucht

ICBR (2015): Rijnatlas 2015 (link: http://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/ICPR_NL/index.html?lang=en).

ICBR (2015): Inschatting van de verandering van de overschrijdingskans als gevolg van hoogwaterverlagende maatregelen langs de Rijn (rapport 229)

ICBR (2016): Syntheserapport "Evaluatie van de reductie van het overstromingsrisico (Actieplan Hoogwater, actiedoel 1) rekening houdend met de types van maatregelen en beschermingsdoelen conform richtlijn 2007/60/EG (ROR)" (rapport 236)

ICBR (2015; intern): User's guide to the ICPR GIS Instrument for evaluating the reduction of the risk of flooding taking into account the protection objectives in accordance with Floods Directive

IKSE (2003): Aktionsplan Hochwasserschutz Elbe. Magdeburg: Internationale Kommission zum Schutz der Elbe, <http://www.ikse-mkol.org>

LAWA-Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen (http://www.lawa.de/documents/Empfehlungen_zur_Aufstellung_von_HWRMPL_mit_Anlagen_563.pdf)

Jüpner R.: Interne informatie (beschikbaar bij HKV)

Jonkman (2007): Loss of life estimation in flood risk assessment: Theory and applications. Delft: (Technische Universiteit Delft, Dissertation)

Kreibich et al. (2005): Flood loss reduction of private households due to building precaution measures - lessons learned from the Elbe flood in August 2002 (Natural Hazards and Earth System Science, Vol. 5)

Maijala (2001): RESCDAM, Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis, Final Report, Grant Agreement No Subv 99/52623. Helsinki: Finnish Environment Institute

Messner et al. (2006): Guidelines for socio-economic flood damage evaluation (FLOODsiteReport Nr. T9-06-01)

Wind et al. (1999): Analysis of flood damages from the 1993 and 1995 Meuse floods (Water Resources Research, Vol. 35, No 11)