

Opdrachtgever: Provincie Zuid-Holland

Risicomethode buitendijks: Methodiek ter bepaling van risico's als gevolg van hoogwater

Auteurs: Jan Huizinga
Andries Nederpel
Klaas de Groot
Marlies Batterink



Inhoud

1	Inleiding	1-1
1.1	Kader	1-1
1.2	Risico	1-1
1.3	Schadecategorieën	1-1
1.4	Oriëntatiewaarden	Error! Bookmark not defined.
1.5	Methodiek afweging	1-2
1.6	Uitgangspunten	1-3
1.7	Leeswijzer	1-3
2	Risicobepaling hoogwater buitendijks	2-1
2.1	Inleiding	2-1
2.2	Objecten en functies in de risicomethode	2-1
2.3	Slachtoffer risico	2-1
2.3.1	Oriëntatiewaarde slachtoffer risico	2-3
2.3.2	Voorbeeld	2-3
2.4	Risico maatschappelijke ontwrichting	2-4
2.4.1	Oriëntatiewaarde Maatschappelijke Ontwrichting	2-6
3	Toetsing aan oriëntatiewaarden	3-1
3.1	Inleiding	3-1
3.2	Toets aan oriëntatiewaarden	3-1
4	Maatregelen ter reductie van het risico	4-1
4.1	Inleiding	4-1
4.2	Mogelijke maatregelen	4-1
4.2.1	Kansreducerende maatregelen	4-1
4.2.2	Gevolgreducerende maatregelen	4-2
4.3	Hernieuwde toetsing aan oriëntatiewaarden	4-3
5	Aanbevelingen	Error! Bookmark not defined.
6	Begrippenlijst	5-1
7	Literatuurlijst	6-1

Lijst van tabellen

Tabel 4-1. Mogelijke maatregelen en hun effect op de schadecategorieën.....	4-2
---	-----

Lijst van figuren

Figuur 1.1. Schematische weergave toetsingsmethodiek.....	1-3
---	-----

1 Inleiding

1.1 Kader

Het realiseren van een functie (bestemming) in het buitendijkse gebied kan risico's met zich meebrengen ingeval van hoogwater door getijdewerking of hoge afvoer van de rivier. Dit document beschrijft een methodiek voor het bepalen van hoogwaterrisico's in buitendijkse gebieden van Zuid-Holland.

Gedeputeerde Staten van de provincie Zuid Holland werken toe naar een nadere uitwerking van het buitendijks beleid in het provinciaal Waterplan 2010-2015 en de Provinciale Structuurvisie. De bestuurlijke opgave voor de provincie Zuid Holland is te komen tot een afbakening van het overstromingsrisico bij nieuwe buitendijkse ontwikkelingen en het bieden van een instrument aan gemeenten om buitendijks ruimtelijk beleid op goede wijze uit te voeren.

Er is voor gekozen om samen met betrokken partners een methodiek uit te werken. Zo is er in breed verband nagedacht over de basisprincipes waarop de methodiek gebouwd is. Vervolgens zijn de methodiek en de oriëntatiewaarden één jaar getest met de bestuurlijke partners. Op basis van o.a. resultaten uit pilotprojecten en een second opinion is deze definitieve methodiek opgesteld.

De methodiek beschreven in dit document is een instrument dat de beleidsontwikkeling ondersteunt door inzichtelijk te maken welke risico's verbonden zijn aan het toestaan van functies in buitendijkse gebieden voor de komende 50 tot 100 jaar. Bij het bepalen van de risico's wordt in de methodiek rekening gehouden met klimaatverandering.

1.2 Risico

In de voorliggende methodiek wordt gebruik gemaakt van de risicobenadering. Het begrip risico is gedefinieerd als kans maal gevolg.

Kans: kans van optreden van een hoge waterstand op een bepaalde locatie per herhalingstijd.

Gevolg: schade en slachtoffers, veroorzaakt door de hoge waterstand.

De omvang en aard van de schade is gerelateerd aan de functie en de locatie van de functie in het buitendijks gebied.

1.3 Schadecategorieën

In het kader van het project 'Veiligheid Nederland in Kaart' (VNK, Rijkswaterstaat) worden effecten voor de volgende schadecategorieën geïdentificeerd:

1. Slachtoffers;
2. Maatschappelijke ontwrichting;
3. Milieuschade;
4. Schade aan cultuur;
5. Schade aan natuur;

6. Individuele economische schade:

- Directe schade;
- Directe schade t.g.v. bedrijfsuitval;
- Indirecte schade.

De risicomethodiek voor het provinciaal waterveiligheidsbeleid in Zuid-Holland geeft alleen invulling aan dié schadecategorieën die als provinciaal belang zijn bestempeld. In de voorliggende methodiek gaat het in dit geval om dodelijke slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting. Een definitie voor 'maatschappelijke ontwrichting' zoals die voor deze rapportage is gehanteerd, is opgenomen in de begrippenlijst.

In de risicomethodiek voor buitendijkse gebieden wordt schade aan natuur niet meegenomen omdat er vanuit wordt gegaan dat buitendijkse natuur robuust is voor hoogwater. De kans op economische schade is, volgens de provincie, primair een lokale verantwoordelijkheid en dient goed meegewogen te worden in de (maatschappelijke) kosten-batenanalyse van de ontwikkelende partijen en overheden. Ook de eventuele maatschappelijk ontwrichtende effecten van grootschalige economische schade zijn geen onderdeel van deze risicomethodiek.

Cultuur(historische) schade in buitendijkse gebieden is van geringer belang wegens de beleidsafbakening dat de methode alleen van toepassing is op nieuw te ontwikkelen gebieden.

De afweging van de kans op eventuele schade aan het milieu zou onderdeel moeten zijn van de vergunningverlening rond het gebruik van gevaarlijke stoffen en is, in beginsel, geen onderdeel van het waterveiligheidsdomein.

1.4 Oriëntatiewaarden

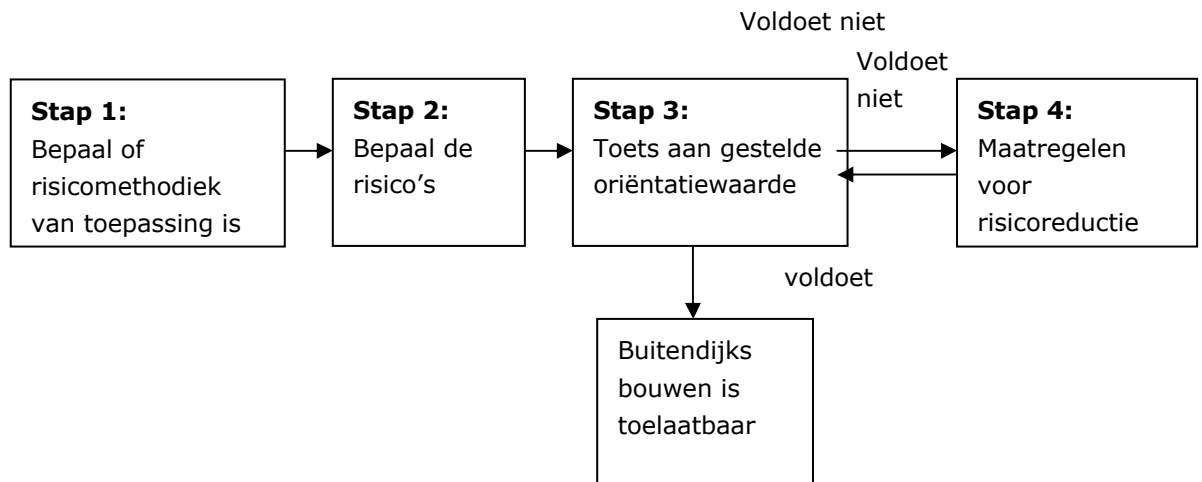
De buitendijks te realiseren functies en objecten dienen, middels een berekening, te worden getoetst aan oriëntatiewaarden die door de provincie gesteld zijn voor de schadecategorieën 'Slachtoffers' en 'Maatschappelijke Ontwrichting'. Zo kan worden vastgesteld of een ontwikkeling inherent voldoende veilig is, of dat maatregelen wenselijk zijn. In deze methodiek zijn de provinciale oriëntatiewaarden opgenomen voor deze beide schadecategorieën.

1.5 Methodiek afweging

In de afweging, of functies toegestaan zijn in buitendijks gebied, worden de volgende stappen beschreven:

- Stap 1: In de eerste stap wordt getoetst of de risicomethodiek dient te worden toegepast. De methodiek dient te worden toegepast wanneer ontwikkelingen zich binnen bepaalde contouren van risicozoneringsskaarten bevinden. Deze risicozoneringsskaarten zijn digitaal benaderbaar.
- Stap 2: In deze stap wordt voor de schadecategorieën bepaald hoe groot het risico is.
- Stap 3: In deze stap wordt getoetst of het risico voldoet aan de gestelde oriëntatiewaarde. Daartoe zijn oriëntatiewaarden beschreven voor Slachtoffers en Maatschappelijke Ontwrichting.
- Stap 4: Als blijkt dat niet aan de oriëntatiewaarden wordt voldaan is het mogelijk maatregelen te treffen. De toetsing op de gestelde oriëntatiewaarde wordt, inclusief de beoogde maatregelen, nogmaals uitgevoerd. Als dan vervolgens wél wordt voldaan aan de oriëntatiewaarde is buitendijks bouwen toelaatbaar.

Een en ander is in Figuur 1-1 weergegeven.



Figuur 1.1. Schematische weergave toetsingsmethodiek

In dit document ligt de nadruk op de uitwerking van stap 2 en 3. Stap 4 wordt ter illustratie kort belicht met een aantal voorbeelden. Deze stap wordt in de toekomst verder uitgewerkt.

1.6 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten worden gehanteerd voor de methodiek:

- Binnen de berekende waterstanden is het sluitingsregime van de Maeslantkering verdisconteerd;
- De risicomethodiek werkt met 2 zichtjaren: 2050 en 2100;
- Binnen de risicomethodiek wordt met klimaatverandering rekening gehouden;
- De risicomethodiek beperkt zich tot de schadecategorieën 'dodelijke slachtoffers' en 'Maatschappelijke ontwrichting', die als provinciaal belang zijn geïdentificeerd;
- De risicomethodiek berekent de maatschappelijke ontwrichting alleen voor de door de provincie gedefinieerde functies in buitendijks gebied.
- Binnen de risicomethodiek is beschreven wat onder maatschappelijke ontwrichting verstaan wordt.

1.7 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft hoe het risico kan worden bepaald voor de verschillende schadecategorieën. Hoofdstuk 3 beschrijft de toetsing van de risico's aan de oriëntatiewaarden. Hoofdstuk 4 geeft een kort overzicht van mogelijke risicoreducerende maatregelen. In hoofdstuk 5 zijn aanbevelingen opgenomen voor nader onderzoek.

2 Risicobepaling hoogwater buitendijks

2.1 Inleiding

Bij de ontwikkeling van functies in buitendijks gebied moet worden getoetst of de risico's op slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting de provinciale oriëntatiewaarden niet overschrijden. De lijst met functies waarvoor deze methodiek de gevolgen voor maatschappelijke ontwrichting berekent is opgenomen in paragraaf 2.2.

De wijze waarop risico's worden bepaald is per functie uitgewerkt in de risicomethode. In de uitwerking wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij bestaande gevalideerde methoden. Per schadecategorie is aangegeven hoe het risico wordt berekend. In de volgende paragrafen wordt dit nader toegelicht. De Bijlagen A en B geven inzicht in welke informatie nodig is en beschrijven de rekenregels.

2.2 Objecten en functies in de risicomethode

De functies en objecten die ten behoeve van de maatschappelijke ontwrichtingsberekening voor buitendijkse gebieden in de risicomethodiek onderkend zijn:

1. Wonen:
 - a. Laagbouw (begane grond flats incl. eengezinswoningen)
 - b. Hoogbouw (v.a. 1^e verdieping flats)
2. Onderwijsinstellingen & kantoren e.d. (gebouwen waar men verblijft tussen 9-17 uur – dus incl. kinderdagverblijven)
3. Nutsvoorzieningen:
 - a. water
 - b. elektriciteit (stroomvoorziening) -> kabels/leidingen & centrales
 - c. riolering
 - d. gas
4. Bereikbaarheid (dus wegen, (personen)spoor – trein/metro);
 - a. Tijdens overstroming voor hulpdiensten,
 - b. personenvervoer
5. Zorg (ziekenhuizen, verzorgingstehuizen, 24-uurs-locaties);
6. Evenementenlocaties (voetbalstadions, theater, musea en bibliotheken); gebouwen waar grote hoeveelheden mensen bijeenkomen,)
7. Industrie & bedrijvigheid; (petrochemische industrie, autosloperijen, fabrieksterreinen e.d.)
8. Horeca en winkels (Restaurants, hotels, cafe, sportclubs, jachthavens, tankstations)

Hiermee wordt het overgrote deel van de veel voorkomende functies afgedekt. Voor eventuele (nog) niet benoemde functies geldt een lokale afweging en is de gemeente als bevoegd gezag aan zet om de oriëntatiewaarden te bepalen waaraan voldaan dient te worden.

2.3 Slachtofferisico

Bij het beleid ten aanzien van risico's voor personen (Jonkman e.a., 2008) wordt tegenwoordig een onderscheid gemaakt tussen het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR):

- Het groepsrisico geeft de kans per jaar op een ongeval met N of meer slachtoffers. Het groepsrisico wordt vaak weergegeven in een zogenaamde F_n -curves. Hierin is de kans op een ramp met N (> 10) of meer slachtoffers uitgezet op de verticale as en het aantal slachtoffers N op de horizontale as. Dit beleid heeft voor de binnendijkse waterveiligheid een redelijk concrete invulling gekregen. Specifieke oriëntatiewaarden zijn echter voor buitendijkse overstromingsrisico's nog niet beschikbaar en het aantal voorziene slachtoffers is zeer gering. Het groepsrisico wordt om deze reden vooralsnog niet meegenomen in deze methodiek, maar zal onderdeel uitmaken van een vervolgonderzoek;
- Het plaatsgebonden risico betreft het risico dat een onbeschermd persoon die gedurende een jaar aanwezig is op een specifieke plaats als gevolg van hoogwater komt te overlijden. Het plaatsgebonden risico wordt bepaald voor de schadecategorie 'Slachtoffers'.

In de methodiek worden gewonden voorlopig niet meegenomen; hiervoor zijn geen aanvaarde methoden beschikbaar.

Of er slachtoffers vallen is afhankelijk van waterdiepte, stijgsnelheid en stroomsnelheid. Dit is vast te leggen in een slachtofferfunctie. Een voorbeeld hiervan is de methode voor slachtofferberekening als opgesteld door Jonkman in zijn proefschrift en in gebruik in de Schade en Slachtoffers Module (SSM) van het HIS (Jonkman, 2007). Het betreft in dit geval een gevalideerde methode voor binnendijks gebied.

Tijdens een expertsessie met specialisten op het gebied van (water)veiligheidsberekeningen en de Schade en Slachtoffers Module van het HIS is geconcludeerd dat deze slachtofferfunctie (zie Bijlage A) ook toepasbaar is voor buitendijkse gebieden. Onderzoek van Asselman (2010) heeft aangetoond dat de stroomsnelheden tijdens hoogwater in buitendijkse gebieden over het algemeen laag zijn (0,1-0,3 m/s). Ook de stijgsnelheid is gering bij gesloten Maeslantkering.

Bij de bepaling van het slachtofferisico wordt informatie over overstromingskansen en de gevolgen gecombineerd. In het geval van een overstromingsrisico wordt ook wel gebruik gemaakt van een alternatieve benadering van het plaatsgebonden risico: Het Lokaal Individueel Risico (LIR) - (Jonkman e.a., 2008):

- Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans dat een onbeschermd persoon, die zich een jaar lang continu op dezelfde plek zou bevinden, overlijdt door een ongeval.
- Het lokaal individueel risico (LIR) is een verbijzondering van het plaatsgebonden risico, waarin ook de fractie van het aantal geëvacueerden/afwezigen wordt meegenomen.

Bij de bepaling van het LIR wordt dus rekening gehouden met de mogelijkheid dat een bepaald deel van de bevolking niet aanwezig is tijdens het ongeval – voor overstromingen in buitendijks gebied een reële aanname. Wél dient er goed overwogen te worden welk deel van de bevolking als afwezig mag worden aangenomen en waarom, hierover later meer in deze notitie.

Berekening Plaatgebonden Risico

De bepaling van het PR is gebaseerd op een set overstromingsscenario's voor een bepaald gebied. Op basis van de overstromingskenmerken en een slachtofferfunctie kan per locatie de kans op overlijden voor een zeker overstromingsscenario worden bepaald. De mortaliteit wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende scenariokans en vervolgens worden de PR waarden voor verschillende scenario's bij elkaar opgeteld. Na integratie is per locatie bekend wat het plaatsgebonden is.

Het plaatsgebonden risico kan voor een locatie als volgt worden bepaald:

$$PR(x, y) = \sum_i P_i F_{Di}(x, y)$$

Waarin:

$PR(x, y)$ – plaatsgebonden risico voor locatie (x, y) [1/jr];

P_i – kans op overstromingsscenario i [1/jr];

$F_{Di}(x, y)$ – kans op overlijden op locatie (x, y) gegeven overstromingsscenario i [-].

Het (lokaal) individueel risico kan voor een locatie als volgt worden bepaald:

$$IR(x, y) = \sum_i P_i \alpha_i(x, y) F_{Di}(x, y)$$

Waarin:

$(L)IR(x, y)$ – individueel risico voor locatie (x, y) [1/jr];

P_i – kans op overstromingsscenario i [1/jr];

$\alpha_i(x, y)$ – aanwezigheidsfractie van de bevolking bij overstromingsscenario i .

$F_{Di}(x, y)$ – kans op overlijden op locatie (x, y) gegeven overstromingsscenario i [-].

De fractie van de bevolking die aanwezig is op een locatie is gelijk aan (1- de fractie geëvacueerden).

Ten behoeve van de score ten opzichte van oriëntatiewaarden kunnen vervolgens maatregelen genomen worden die vervolgens weer (iteratief) verdisconteerd kunnen worden binnen de methodiek om zo het berekende risico te verlagen. Binnen de risicomethodiek zal bij de berekening van het risico, waar mogelijk, gerekend worden met het individueel risico (LIR). Indien er geen mogelijkheid bestaat tot evacueren (bijvoorbeeld bij een ontploffing), dan zijn individueel risico en plaatsgebonden risico identiek. De methodiek maakt geen gebruik van het *daadwerkelijk* aantal aanwezige mensen, omdat dit slechts een verschaling is van de methodiek (Jonkman e.a., 2008).

Het uitrekenen van het aantal slachtoffers vindt plaats voor verschillende herhalingstijden (hht): 1, 10, 100, 1000, 4000 en 10.000 jaar. Effecten van het sluitingsregime van de Maeslantkering, de kans op het falen van de kering en klimaatveranderingen zijn verdisconteerd in de gebruikte klimaatscenario's.

2.3.1 Oriëntatiewaarde slachtofferrisico

Het maximale risico wordt, in aansluiting op de externe veiligheidsmethodiek, weergegeven in een oriëntatie-waarde. Er wordt voor deze risicoduiding de volgende oriëntatiewaarde voorgesteld: $PR = 10^{-6}$

Omdat binnen de risicomethodiek met LIR gerekend wordt, voldoen plannen die aan de waarde $LIR=10^{-6}$ aan de toets. In bijlage C is de totstandkoming van de voorgestelde oriëntatiewaarde kort beschreven.

2.3.2 Voorbeeld

In het volgende voorbeeld wordt op basis van de slachtofferfunctie (zoals deze wordt toegepast in de Schade en SlachtofferModule van het Hoogwater Informatie Systeem, HIS-SSM) per waterstand bepaald wat de mortaliteitsfractie is. Daarbij wordt uitgegaan van een maximale

stijgsnelheid van 0.3 m per uur¹ en een maximaal optredende stroomsnelheid van 0.3 m/s (Asselman, 2010). In het voorbeeld is er geen sprake van evacuatie.

De mortaliteitsfractie volgt uit de slachtofferfunctie van HIS-SSM. De mortaliteitsfractie wordt gedeeld door de gerelateerde terugkeertijd. De berekende waarden per herhalingstijd worden getotaliseerd / geïntegreerd (?). Indien het totaal de oriëntatiewaarde overschrijdt, wordt niet voldaan aan de oriëntatiewaarde.

Voorbeeld 1: Slachtoffers

Op basis van de volgende gegevens in de tabel wordt het individueel risico bepaald voor een te realiseren functie (woonwijk) binnen een bestemming van 1 hectare.

	Herhalingstijd hoogwater op een specifieke buitendijkse locatie				
	1 jaar	10 jaar	100 jaar	1.000 jaar	10.000 jaar
Stijgsnelheid	0.3 m/u	0.3 m/u	0.3 m/u	0.3 m/u	0.3 m/u
Stroomsnelheid	0.1 m/s	0.1 m/s	0.1 m/s	0.1 m/s	0.1 m/s
Waterdiepte	1 m	1.25 m	1.5 m	2.2 m	3.1 m
Fractie aanwezige mensen	1 (=100% aanwezig)	1	1	1	1
Mortaliteitsfractie	0.00286	0.00365	0.00444	0.0067	0.00903
Individueel risico	2.87E-03	3.65E-04	4.44E-05	6.70E-06	2.26E-06
Totaal individueel risico/ha/jaar	2.87E-03 + 3.65E-04 + 4.44E-05 + 6.70E-06 + 2.26E-06 = 3.28E-03 per jaar per 1 hectare				

NB1: doordat de fractie aanwezige mensen op 1 is gesteld geldt dat PR = LIR

NB2: in het voorbeeld ontbreekt de herhalingstijd 4000

In Bijlage A is uitgebreid beschreven hoe het slachtofferisico dient te worden berekend.

2.4 Risico maatschappelijke ontwrichting

Voor het bepalen van maatschappelijke ontwrichting is geen gevalideerde methode beschikbaar. In het kader van dit project is daarom in samenwerking tussen HKV, Arcadis, de provincie en enkele waterschappen een methodiek ontwikkeld om maatschappelijke ontwrichting te kunnen kwantificeren.

Maatschappelijke ontwrichting is, voor deze risicomethodiek gedefinieerd als:

Maatschappelijke ontwrichting is de mate waarin mensen als gevolg van hoogwater fysieke, sociale en emotionele hinder ondervinden bij uitval van een functie².

Getroffenen in het kader van maatschappelijke ontwrichting kunnen zich zowel buitendijks als binnendijks bevinden.

¹ De waarde is bepaald op basis van stijgsnelheidsgegevens uit www.waterbase.nl voor het hoogwater van 1995 op de lokatie Krimpen aan de Lek

² Binnen de risicomethodiek is een voorgedefinieerde lijst van functies opgesteld waartoe deze definitie zich beperkt

Het aantal getroffen personen dat hinder ondervindt als gevolg van hoogwater is bepaald door de omvang van het voorzieningsgebied van de functie, ofwel het totaal aantal mensen dat hinder ondervindt van uitval van de functie. Een winkel kent bijvoorbeeld over het algemeen een kleiner voorzieningsgebied dan een energiecentrale.

Het is ook mogelijk dat de uitval van de ene functie een meer ontwrichtend effect heeft dan de andere. Dit kan kwalitatief worden beschouwd met een ernstfactor_{maatschappelijke ontwrichting}, die functiespecifiek is. De maatschappelijke ontwrichting is groter als uitval van een functie ernstiger gevolgen voor een getroffen individu heeft.

Voorbeeld 2: Maatschappelijke ontwrichting

Voor de functies 'zorg' en 'onderwijsinstelling' stellen we de grootte van het voorzieningsgebied gelijk (beide 1.000 mensen). Aannemelijk is dat een zorginstelling een hogere ernstfactor_{maatschappelijke ontwrichting} heeft dan de onderwijsinstelling, omdat de mate van ontwrichting bij uitval van een zorginstelling groter is dan bij een onderwijsinstelling. Van een zorginstelling zijn verminderd zelfredzamen afhankelijk voor primaire levensbehoeften. De uitval van een onderwijsinstelling heeft tot gevolg dat kinderen niet naar school kunnen, en valt eerder in de categorie 'ongemak' dan primaire levensbehoefte. Daarom wordt aan de functie 'zorg' een hogere ernstfactor toegekend dan aan de functie 'onderwijsinstelling'.

Naast omvang van het voorzieningsgebied (het aantal getroffen personen) en ernst van uitval (ernstfactor) is ook de duur van de hinder van belang. Hierbij geldt niet uitsluitend de overstromingsduur, maar de totale benodigde tijd om een functie te herstellen. De duur is samengesteld uit overstromingstijd + schoonmaaktijd + eventuele vervanging of reparatietijd. De maatschappelijke ontwrichting zou verminderd kunnen worden door het nemen van maatregelen die de ontwerptijd verkorten. Een voorbeeld hiervan is dat energielevering na uitval van een energiecentrale mogelijk wordt overgenomen door een andere energiecentrale; of het redundant aanleggen van drinkwaterlevering. Voorbeelden van mogelijke maatregelen om de ontwerptijd te beperken worden in hoofdstuk 4 (maatregelen voor risico-reductie) behandeld.

Voorbeeld 3: Maatschappelijke ontwrichting

Stel dat we bij voorbeeld 2 ervan uit mogen gaan dat na een overstroming de duur van uitval van de onderwijsinstelling korter is dan die van de zorginstelling, dan is de mate van maatschappelijke ontwrichting bij de functie 'zorg' groter dan bij de functie 'onderwijsinstelling' op basis van de duur.

Resumerend zijn de volgende factoren van belang voor maatschappelijke ontwrichting:

- omvang voorzieningsgebied (aantallen mensen);
- ernstfactor_{maatschappelijke ontwrichting};
- duur;
- waterdiepte.

$$\begin{aligned}
 &\text{aantal getroffen} \text{ per hht} = f(\text{waterdiepte, omvang voorzieningsgebied, ernstfactor maatschappelijke ontwrichting, duur}) \\
 &\text{risico per hht} = \text{aantal getroffen} \text{ per hht} / \text{herhalingsstijd} \\
 &\textbf{totaal maatschappelijk risico}_{\text{uitval publieksfunctie}} \textbf{ per jaar per hectare} = \\
 &\quad \textbf{integratie van de maatschappelijk risico's}_{\text{uitval publieksfunctie}} \textbf{ over alle hht's}
 \end{aligned}$$

2.4.1 Oriëntatiewaarde Maatschappelijke Ontwrichting

Verschillende gebruiks- en inrichtingsfuncties voor buitendijks gebied worden beoordeeld op hun maatschappelijk belang (ernst) en gevoeligheid voor langdurige uitval (ontwrichtingsduur) in geval van een overstroming. De maatschappelijke ontwrichting wordt uiteindelijk getalsmatig uitgedrukt in 'Getroffenendagen per jaar per hectare', aan dit getal wordt een oriëntatiewaarde gekoppeld.

De keuze voor de oriëntatiewaarde volgt uit de ervaringen die in het proefjaar 2009/2010 zijn opgedaan met de verschillende pilots. In deze 8 pilots zijn bestemmingsplannen onder de loep genomen en is de risicomethodiek rekentechnisch getest om te beoordelen of er werkbare en betekenisvolle uitkomsten uitkwamen. Vervolgens zijn er ook vergelijkende berekeningen uitgevoerd naar overstromingssituaties uit het verleden en ontwrichtende situaties buiten de watersector (vulkaan IJsland, brand verkeersleiding NS). Het totaalinzicht heeft geleid tot de keuze om binnen de risicomethodiek met een oriëntatiewaarde van '10' te werken.

In bijlage C wordt in meer detail ingegaan op de onderbouwing van de oriëntatiewaarde.

Voorbeeld 4: Maatschappelijke ontwrichting

In onderstaande tabel wordt het jaarlijks verwachte aantal getroffen dagen bepaald voor de functies 'Onderwijsinstelling', 'Zorginstelling' en 'Bereikbaarheid / Wegen'. Hierbij is, ter illustratie, uitgegaan van een variërende ernstfactor maatschappelijke ontwrichting:

	Onderwijsinstelling	Zorginstelling	Wegen
Verzorgingsgebied	1000 mensen	1000 mensen	1000 mensen
ernstfactor maatschappelijke ontwrichting	0.1	0.5	1
Duur = Overstroming + schoonmaak + hersteltijd / vervangingsstijd	1 dg + 3 dg + 4 dg = 8 dg	1 dg + 3 dg + 4 dg = 8 dg	1 dg + 3 dg + 4 dg = 8 dg
Herhalingstijd	10	10	10
Risico maatschappelijke ontwrichting	80 getroffenen- dagen/jr	400 getroffen- dagen/jr	800 getroffen- dagen/jr

Uit dit voorbeeld volgt dat uitval van de functie 'Bereikbaarheid / wegen' het hoogste risico heeft op maatschappelijke ontwrichting uitval publieksfuncties. De formulering voor getroffen dagen heeft een eenheid van getroffen dagen (in analogie met filedruk, kilometeruur). De getroffen dagen zijn bepaald op basis van vermenigvuldiging van de verschillende parameters. In Bijlage B wordt een overzicht gegeven van de verschillende functies en de bijbehorende ernstfactoren.

In Bijlage B is verder beschreven hoe voor functies het risico van maatschappelijke ontwrichting dient te worden berekend.

3 Toetsing aan oriëntatiewaarden

3.1 Inleiding

In voorgaande hoofdstukken is aangegeven op welke wijze het risico van een bepaalde functie binnen het buitendijks gebied bepaald kan worden, rekening houdend met de locatie en de daarmee samenhangende kans op overstroming.

In dit hoofdstuk wordt kort aangegeven op welke manier de gemeente de risico's kan toetsen aan de oriëntatiewaarden die daarvoor zijn vastgesteld.

3.2 Toets aan oriëntatiewaarden

Er zijn, in het kader van provinciaal belang, in deze risicomethodiek voor twee categorieën oriëntatiewaarden bepaald. Wanneer wordt voldaan aan de oriëntatiewaarde, kunnen buitendijkse functies zonder risicoreducerende maatregelen worden gerealiseerd. Wanneer niet wordt voldaan aan de oriëntatiewaarde, dienen maatregelen overwogen te worden die het risico reduceren (zie ook Figuur 1.1).

Bij nieuwe ontwikkelingen waarin in de methodiek beschreven functies voorkomen wordt gestreefd naar het voldoen aan de oriëntatiewaarden voor slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting.

De oriëntatiewaarden voor de beide schadecategorieën zijn als volgt gedefinieerd (zie ook Hoofdstuk 2):

- Dodelijke slachtoffers: 10-6
- Maatschappelijke Ontwrichting: 10 getroffenendagen/jaar/ha

Voorbeeld 5: Toets aan gestelde oriëntatiewaarde

Slachtoffers (individueel risico)

In voorbeeld 1 is voor een woonwijk het risico bepaald. Een woonwijk is een functie waarvoor een oriëntatiewaarde voor slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting gehanteerd wordt. Uit de berekening volgt dat het individueel risico op $3.28E-03$ per jaar per hectare ligt. Er wordt niet voldaan aan de oriëntatiewaarde. Om de buitendijkse functie te realiseren zijn maatregelen nodig om het risico te reduceren tot onder de gestelde oriëntatiewaarde.

Risico op maatschappelijke ontwrichting

De jaarlijkse verwachtingswaarde voor maatschappelijke ontwrichting uit voorbeeld 4 komt uit op:

- Uitval Onderwijsinstelling: 8 getroffenendagen/jaar/ha
- Uitval Zorginstelling: 400 getroffenendagen/jaar/ha
- Uitval Wegen: 800 getroffenendagen/jaar/ha

De functie 'Onderwijsinstelling' voldoet aan de gestelde oriëntatiewaarde. De zorginstelling en de wegen zijn functies die niet voldoen aan de oriëntatiewaarde voor maatschappelijke ontwrichting. Om de functie te realiseren in het buitendijkse gebied moet de noodzaak van maatregelen worden overwogen om het risico op ontwrichting te reduceren tot onder de gestelde oriëntatiewaarde.

4 Maatregelen ter reductie van het risico

4.1 Inleiding

Als voorbeeld worden, ter inspiratie, enkele maatregelen beschreven. Het is belangrijk dat een maatregel bijdraagt aan het halen van de gestelde oriëntatiewaarde. Binnen de risicomethodiek worden geen maatregelen hard voorgeschreven. Het is aan de gemeente om nut en noodzaak van maatregelen die bijdragen aan risicoreductie af te wegen. Dit hoofdstuk geeft een beeld hoe maatregelen kunnen leiden tot een lagere score. Maatregelen kunnen worden onderverdeeld in twee sporen.

Omdat een risico wordt berekend uit de kans op een incident en de gevolgen daarvan, dienen maatregelen hun effect te hebben in:

- kansreductie;
- gevolgenreductie.

Kansreductie is gericht op het verminderen van de kans dat een object of persoon getroffen wordt door een overstroming. Gevolgreductie kan bijvoorbeeld vorm krijgen via bouwtechnische maatregelen zijn die gericht zijn op de verkleining van de gevoeligheid van objecten voor water.

Bovendien kunnen maatregelen voor risicoreductie worden genomen in de diverse lagen van het meerlaagsveiligheidsmodel:

- Laag 1: preventieve maatregelen aan de keringen
- Laag 2: duurzame ruimtelijke inrichting (andere locatiekeuzes, bouwtechnische maatregelen)
- Laag 3: crisismanagement (o.a. evacuatieplannen, waarschuwingssystemen en rampoefeningen)

4.2 Mogelijke maatregelen

Ter inspiratie voor mogelijke maatregelen en ter verduidelijking van de toepassing van de methodiek worden hieronder kort enkele voorbeelden gegeven van kans- en effectreducerende maatregelen. De doorwerking van deze maatregelen naar risicoreductie kan met de risicomethodiek verrekend worden.

Er zijn, in het land, ook al veel ideeën over bijvoorbeeld bouwtechnische maatregelen om de gevolgen van een overstroming te beperken. De risicomethodiek zal geen gestandaardiseerde lijst van maatregelen bevatten. Voor concrete suggesties zal, naast de genoemde voorbeelden, worden verwezen naar eerder en elders uitgevoerde studies over dit onderwerp:

- http://promise.klimaatvoorruijnte.nl/pro1/publications/show_publication.asp?documentid=2555&GUID=8a4892b9-17f6-49d6-84a7-f8bf41dd4b73
- http://www.provincie-utrecht.nl/publish/library/681/handreiking_overstromingsrobuust_inrichten_januari_2010.pdf

4.2.1 Kansreducerende maatregelen

Het doel van het reduceren van de kans op overstromen is het totale risico op overstromen te verkleinen door de oorzaak van overstromen te minimaliseren.

Mogelijke kansreducerende maatregelen betreffen:

- Land ophoging (terpen);
- (Dynamische) compartimentering;
- Gebouw als kering;
- Lokale berging van overstromingswater;
- Verhoging van het terrein ter beperking van de waterdiepte in combinatie met compenserende maatregelen ter beperking van opstuwing op;
- Aangepast bouwen van woningen, kantoren en industrie (verhoogd, drijvend);
- Stroomsnelheid verlaging door lineaire elementen dwars op de stromingsrichting te projecteren, ter compensatie zullen wel nevengeulen moeten worden aangelegd om ongewenste opstuwing op de rivier te vermijden;
- Verhoogde aanleg of waterdichte infrastructuur nutsvoorzieningen.

Het doel van het reduceren van de gevolgen is het totale risico te verkleinen. Sommige maatregelen zullen specifiek gericht zijn op de reductie van slachtoffers, andere maatregelen hebben hun doorwerking in de reductie van maatschappelijke ontwrichting of wellicht beide schadecategorieën.

4.2.2 Gevolgreducerende maatregelen

Voorbeelden van gevolgreducerende maatregelen zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Maatregelen	Slachtoffers	Maatschappelijke Ontwrichting
Oefening, noodplannen	X	
Vluchtroutes, veilige plaatsen (daktuinen, vluchtheuvels, verzamelplaatsen)	X	
Bereikbaarheid hulpdiensten	X	
Ruimtelijke inrichting die de overstroming stuurt	X	X
Overstromingsbestendige redmiddelen	X	
Maatregelen die uitgevoerd worden tussen het moment dat een overstroming dreigt en de daadwerkelijke overstroming om het risico door overstroming zo veel mogelijk te beperken	X	X
Waterdichte uitvoering onderverdiepingen	X	X
Opzetten van een voorspelsysteem en/of waarschuwingssysteem ter vergroting evacuatietijd	X	X
Zorgen voor alternatieven bij uitval van de functie		X
Waterdichte bouwwijze tot x meter hoogte	X	X

Tabel 4-1. Mogelijke maatregelen en hun effect op de schadecategorieën.

4.3 Hernieuwde toetsing aan oriëntatiewaarden

Wanneer maatregelen worden overwogen moet de situatie waarin de maatregel is uitgevoerd opnieuw doorgerekend kunnen worden om te beoordelen hoe het risico zich in deze situatie tot de oriëntatiewaarde verhoudt (stap 3). Om te toetsen aan de oriëntatiewaarde moet de mate van reductie van het risico door de desbetreffende maatregel gekwantificeerd zijn. Het effect van sommige maatregelen t.a.v. risicoreductie is gestandaardiseerd, voor andere maatregelen kan door de initiatiefnemer worden beargumenteerd wat de reductie van het treffen van de maatregel betekent en wordt er een nieuwe berekening uitgevoerd. In bijlage D is toegelicht hoe maatregelen een rol spelen in de risicomethodiek.

5 Begrippenlijst

Risico	Het begrip risico is gedefinieerd als kans maal gevolg. Kans = de kans van optreden van een hoge waterstand op een bepaalde locatie. Gevolg = de effecten van de hoge waterstand.
Groepsrisico	Het groepsrisico geeft de kans per jaar op een ongeval met N (> 10) of meer slachtoffers.
Plaatsgebonden risico	Het plaatsgebonden risico (PR) geeft het risico per jaar op een specifieke plaats voor een bepaalde functie als gevolg van hoogwater.
Lokaal Individueel Risico	Het Lokaal individueel Risico (LIR) is vergelijkbaar met het PR waarbij rekening gehouden wordt met het afwezigheidspercentage van de bevolking, bijvoorbeeld als gevolg van, al dan niet georganiseerde, evacuatie.
Maatschappelijke ontwrichting	Maatschappelijke ontwrichting is de mate waarin mensen als gevolg van hoogwater fysieke, sociale en emotionele hinder ondervinden bij uitval van een buitendijkse functie. Getroffenen in het kader van maatschappelijke ontwrichting kunnen zich zowel buitendijks als binnendijks bevinden. Maatschappelijke ontwrichting wordt gekwantificeerd in 'getroffenendagen per hectare per jaar'.
Ernstfactor ^{maatschappelijke ontwrichting}	De ernstfactor ^{maatschappelijke ontwrichting} geeft de mate van hinder bij uitval van een functie aan. Hoe groter ernstfactor ^{maatschappelijke ontwrichting} hoe groter de ontwrichting is die de uitval van een functie tot gevolg heeft. De inschatting van de ernstfactor ^{maatschappelijke ontwrichting} gebeurt op basis van expert judgement en heeft een waarde tussen 0.1 en 1.
Functie	Een bestemming (in het buitendijkse gebied)
Schadecategorie	Een categorie waar het hoogwaterisico voor bepaald kan worden. Dit zijn bijvoorbeeld: Slachtoffers, Maatschappelijke ontwrichting, Milieuschade, Schade aan cultuur, Schade aan natuur, Economische schade.
Directe economische schade-materieel	Onder directe materiële schade verstaan we de schade die optreedt aan objecten, kapitaalgoederen en roerende goederen vanwege het directe contact met water. Hiertoe behoren: 1. Herstelschade aan onroerende goederen in eigendom of huur: erven en opstallen; 2. Herstelschade aan productiemiddelen, zoals machinerie, apparatuur, procesinstallaties en transportmiddelen; 3. Schade aan inboedels; 4. Schade door het verloren gaan van roerende goederen, zoals grondstoffen, hulpstoffen en producten (inclusief schade aan oogst).
Directe economische schade - bedrijfsuitval	Directe schade ten gevolge van bedrijfsuitval is gedefinieerd als de schade vanwege bedrijfsuitval, d.w.z. de zakelijke verliezen door productiestilstand
Indirecte economische schade	De indirecte schade bestaat uit de schade bij toeleverende en afnemende bedrijven buiten het overstroomde gebied, en reistijdverlies door uitval van (spoor)wegen in het overstroomde gebied.
HIS-SSM	Hoogwater Informatie Systeem- Schade en Slachtoffer Module. Methode en software om schade als gevolg van overstromingen te kunnen kwantificeren ten aanzien van aantallen slachtoffers en economische schade. Buiten project buitendijks wordt de methode o.a. toegepast bij VNK1 en VNK2.

6 Literatuurlijst

- Asselman, 2010.
Flood risk in unembanked areas. Part B Water safety: flow velocities. Knowledge for Climate. Hotspot Rotterdam. Deltares, Delft
- Deltacommissie, 2008.
Samen werken met water. Den Haag, Staatsuitgeverij.
- HIS-SSM, 2007.
HIS-Schade en Slachtoffers Module versie 2.4. Gebruikershandleiding.
- Huizinga, J., W.E.W. van den Braak, en M. Dijkman, 2005.
Schade en Slachtoffer Module. Versie 2.2. Gebruikershandleiding.
HKV LIJN IN WATER en Geodan IT, november 2005.
- Huizinga, J., 2010.
Flood risk in unembanked areas. Part A. Water safety: flood depth and extent. Knowledge for Climate. Hotspot Rotterdam. HKV CONSULTANTS, Lelystad
- Jonkman, B., 2007
Loss of life estimation in flood risk assessment – theory and applications. PhD thesis, Delft University.
- Jonkman, B., Jongejan, R., Maaskant, B., Kok, M., & H. Vrijling, 2008
Verkenning slachtofferisico's in het hoogwaterbeschermingsbeleid.
In opdracht van RWS Waterdienst: Royal Haskoning, HKV LIJN IN WATER, Jongejan Risk Management Consulting, TU Delft
- KNMI, 2006
KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR2006-01. De Bilt.
- Kok, M., H.J. Huizinga, A.C.W.M. Vrouwenvelder en W.E.W. van den Braak, 2005.
Standaardmethode 2005. Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen.
HKV LIJN IN WATER en TNO Bouw, november 2005.
- PPS25, 2006
Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk. UK. December 2006
- RIVM, 2004
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Risico's in bedijkte termen.
RIVM rapportnummer 500799002, mei 2004.
- Stijnen, J & N. Slootjes, 2010.
Eerste verkenning Waterveiligheid Rijnmond-Drechtsteden (concept). Kennis voor Klimaat Hotspot Rotterdam. Lelystad, HKV LIJN IN WATER.

Maaskant, Kolen, Jongejan, Jonkman, Kok - 2009
Evacuatieschattingen Nederland.
Deltares, HKV LIJN IN WATER rapport PR 1718.10

Bijlagen

Bijlage A: Berekening slachtofferisico

Het slachtofferisico kan worden berekend als het Plaatsgebonden Risico (PR) of het Lokaal Individueel Risico (LIR). Bij het LIR wordt bij de bepaling van het risico rekening gehouden met de afwezigheids- of evacuatiefractie.

Het slachtofferisico is bepaald door drie factoren:

1. slachtofferfunctie
2. bepaling van de waterdiepte
3. evacuatiefractie (LIR)

Slachtofferfunctie

Voor de berekening van het slachtofferisico wordt gebruik gemaakt van functies die beschikbaar zijn in de Schade en Slachtoffer Module van het Hoogwater Informatie Systeem (HIS-SSM). De functies waarmee HIS-SSM het aantal slachtoffers bepaalt zijn onderstaand weergegeven (HIS-SSM, 2007). De in HIS-SSM toegepaste functie is afhankelijk van lokale overstromingsparameters: stroomsnelheid, stijgsnelheid en diepte van het water.

Binnen de HIS-SSM methodiek wordt, in de rekenkundige benadering, onderscheid gemaakt tussen de situatie vlak bij een bres (hoge stijg- en stroomsnelheden) en de situatie die beschreven is als 'overige gebieden' (minder extreme overstromingscondities).

De overstromingscondities in Zuid-Hollands buitendijks gebied vallen binnen de categorie 'overige gebieden'. Zie ook Asselman, 2010: in overstroomde buitendijkse gebieden zijn stijgsnelheid en stroomsnelheid van het water gering.

Voor slachtoffers in overige gebieden (relevant voor deze risicomethodiek) ziet de berekening uit HIS-SSM er als volgt uit::

$$F_D(h) = \Phi_N \left(\frac{\ln(h) - \mu_N}{\sigma_N} \right)$$

$$\mu_N = 7,60 \quad \sigma_N = 2,75$$

$$\text{indien } (w < 0,5 \text{ m/uur} \text{ of } (w \geq 0,5 \text{ m/uur en } h < 2,1 \text{ m})) \text{ en } (hv < 7 \text{ m}^2/\text{s} \text{ of } v < 2 \text{ m/s})$$

Voor bovenstaande formule geldt:

- F_D = slachtoffers als fractie van het totaal aantal aanwezige inwoners
- w = stijgsnelheid (m/uur)
- h = waterdiepte (m)
- v = stroomsnelheid (m/s)

Bepaling van de waterdiepte

De waterdiepte is een functie van bodemhoogte (ook wel maaiveldhoogte) en de verwachte hoogwaterstand. Deze wordt per oppervlakte-eenheid bepaald door in GIS de bodemhoogte af te trekken van de verwachte hoogwaterstand.

Voor de bepaling van de bodemhoogte is gebruik gemaakt van het actuele hoogtemodel dat is opgebouwd in het Kennis voor Klimaat project voor de Hotspot Rotterdam (Huizinga, 2010). Dit hoogtemodel is samengesteld uit gegevens afkomstig van diverse bronnen, onder meer ingevlogen laseraltimetrie data van de gemeente Rotterdam en het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard en data uit het AHN2. De ruimtelijke resolutie van dit model is 5x5m² met een zeer goede verticale nauwkeurigheid die minder dan 5 centimeter afwijkt.

De waterstanden kunnen met een hydraulisch model (bijvoorbeeld Sobek (1D) of Waqua (2D)) worden berekend. De waterstanden variëren per herhalingstijd en per locatie. Bij de berekening van de hoogwaterstanden wordt rekening gehouden met lokale waterkerende elementen en natuurlijke barrières in het terrein en wordt uit gegaan van het huidige sluitingsregime van de Maeslantkering en de faalkans daarvan.

In de toekomst worden de waterstanden hoger als gevolg van klimaatsverandering. Wegens het ontbreken van randvoorwaarden is het niet mogelijk aanpassingen in het sluitingsregime van de Maeslantkering mee te nemen in de berekeningen. Toekomstige hoogwaterstanden, verwacht vanuit klimaatscenario's, kunnen hier echter wel toe leiden.

De verwachte waterstandhoogte wordt bepaald klimaatscenario's (voorspellingen) en zichtjaren. Zichtjaren zijn de termijnen waarmee in de klimaatvoorspellingen vooruit wordt gekeken; in het geval van deze risicomethodiek betreft het de zichtjaren 2050 en 2100. De hieraan gekoppelde klimaatscenario's zijn respectievelijk het W en het G+-scenario van het KNMI (KNMI, 2006). De onderbouwing van de keuze voor deze klimaatscenario's is opgenomen in bijlage E.

In de **pilots** (2009/2010) ter verbetering van de methodiek is gebruik gemaakt van de volgende waterstandsgegevens:

Zichtjaar	Herhalingstijden	Gegevensbron	Klimaatscenario
2010	1,10,100,1000,4000,10.000	Geo-viewer PZH	-
2050	10,100,1000,4000, 10.000	Stijnen & Sloopjes (2010)	KNMI-G ⁺
2100	idem	Stijnen & Sloopjes (2010)	Veerman ³

Bij de berekende waterstanden moet worden bedacht dat de nauwkeurigheid hiervan wordt bepaald door de [veronderstellingen](#)⁴ in de klimaatscenario's.

Evacuatiefractie

Bij evacuatie kan onderscheid worden gemaakt tussen *natuurlijke* evacuatie en *gestuurde* evacuatie. Natuurlijke evacuatie betreft afwezigheid van mensen in een gebied op eigen initiatief worden. Gestuurde evacuatie het gevolg is van een genomen maatregel, denk aan risico & crisiscommunicatie of gedwongen evacuatie van mensen door de veiligheidsregio.

Natuurlijke evacuatie is onderdeel van de berekening van het LIR in de uitgangssituatie. Gestuurde evacuatie betreft een maatregel. Gestuurde evacuatie kan zowel horizontaal (het gebied uit) als verticaal plaatsvinden (omhoog in gebouw of woning).

³ In het definitieve voorstel van de methodiek vervagen door het KNMI - W scenario

⁴ <http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/knmi06/samenvatting/>

Kennis omtrent de natuurlijke evacuatie van mensen binnen een gebied is van belang voor het berekenen van het Lokaal Individueel Risico (LIR). Het LIR wordt op dezelfde wijze berekend als het Plaatsgebonden Risico (PR), maar dan rekening houdend met evacuatie; met andere woorden: $LIR = PR \times (1 - \text{evacuatiefractie})$. Evacuatiefractie dient te worden geïnterpreteerd als het percentage mensen dat in de referentiesituatie niet aanwezig is door natuurlijke evacuatie.

Er is in de risicomethodiek gekozen voor om natuurlijke evacuatiepercentages per functie te definiëren. Deze percentages zijn geen functie van de waterstand, omdat kennis voor nadere differentiatie ontbreekt. De evacuatiefracties zijn bepaald op basis van expert-judgement.

De in de risicomethodiek gebruikte Evacuatie/afwezigheidsfracties zijn in de tabel hieronder aangegeven:

	Functie	Specificering	Evacuatiefractie
1	Wonen		15%
2	Onderwijsinst. en kantoren		80%
3	NUTS voorzieningen		Nvt
4	Bereikbaarheid		Nvt
5	Zorg (24-uur-locaties)		15%
6	Evenementenlocaties		-
7	Industrie en bedrijvigheid	Continu diensten	50%
		40 uur/week	80%
8	Horeca en winkels		-

Het betreft hier natuurlijke evacuatie, ofwel dát percentage mensen waarvan aangenomen mag worden dat zij gedurende de overstroming niet in het gebied aanwezig zullen zijn.

De onderbouwing van de evacuatiefracties volgt voor een deel uit het rapport 'Evacuatie-schattingen Nederland'. De voorgestelde evacuatiefractie voor 'Wonen' & 'Zorg' is conform de voorstellen uit project 'Waterveiligheid 21^e Eeuw' (WV21) voor de Randstad: 15% evacueert uit zichzelf ongeacht de waterstand. Er worden geen evacuatiefracties aan infrastructuur (wegen en tunnels) toegekend omdat deze geen bevolkingsdichtheden kennen in de methodiek, deze zijn dus al 'leeg'.

Ten behoeve van de berekening mogen volcontinue bedrijven standaard in de berekening al 50% van het personeelsbestand als afwezig beschouwen. Indien er afspraken gemaakt worden dat deze bedrijven leeg zijn tijdens hoogwater wordt dat als een aanvullende (3^e laags) maatregel beschouwd en kan deze maatregel in de methodiek verdisconteerd worden.

Objecten uit de categorieën 'Industrie en bedrijvigheid – 40 uur/week' en 'Onderwijsinstellingen en kantoren' zijn gemiddeld 40 uur per week in gebruik. Mensen in deze locaties mogen daarom 80% van de tijd als afwezig beschouwd worden. Kinderdagverblijven worden onder de categorie 'Onderwijsinstellingen en kantoren' geschaard.

Berekening

Ruimtelijke resolutie

De berekening van het slachtofferrisico kan in GIS worden uitgevoerd met raster bewerkingen. De ruimtelijke resolutie (cel-grootte) waarmee in de pilots is gerekend bedraagt 5m x 5m. Het is gebleken dat met deze cel-grootte goede resultaten worden behaald.

Waterdiepte

In het gebied wordt de waterdiepte bepaald per cel. Dit is een typische GIS bewerking waarbij de terreinhoogte wordt afgetrokken van de berekende waterstand per herhalingsstijd.

Terreinhoogteinformatie is beschikbaar in digitale hoogtemodellen als het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). De nauwkeurigheid van deze informatie is groot. Afwijkingen in de verticaal zijn kleiner dan 5 centimeter volgens de specificaties van het AHN dat momenteel wordt opgebouwd (AHN2).

Het maaiveld ofwel de hoogte van het terrein is samen met de hoogwaterstand bepalend of mensen kunnen komen te overlijden wanneer ze niet zijn geëvacueerd. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat zich geen mensen bevinden in parkeergarages of andere ondergrondse niet openbare ruimten.

De waterstanden zijn nauwkeurig berekend op de rivier. De uiteindelijke nauwkeurigheid van de berekeningen is afhankelijk van de uitgangspunten van de klimaatmodellen. Er wordt binnen de risicomethodiek gewerkt met de best beschikbare data (KvK, DDP Rijnmond-Drechtsteden).

Bij het bepalen van de waterstanden in het terrein wordt rekening gehouden met lokale waterkerende elementen en kaden. Hoe de dijkhoogte zich ontwikkelt in de toekomst is onduidelijk. Om de mogelijke gevolgen van een hoogwaterstand in 2050 en 2100 te kunnen bepalen, is er bij de berekening van de waterstanden aangenomen dat de primaire waterkeringen "meegroeien" met toenemende maatgevende waterstanden.

Mortaliteit

De waterdiepte wordt ingevoerd bij de slachtofferfunctie en resulteert in mortaliteit (sterftecijfer). De slachtofferfunctie voor 'overige gebieden' is geldig voor gebieden met een stijgsnelheid die kleiner is dan 0.5 m per uur en een maximaal optredende stroomsnelheid die kleiner is dan 2m/s. Asselman (2010) concludeert dat de stroomsnelheden in buitendijkse gebieden meestal tussen 0.1m/s en 0.3 m/s liggen. Ook zal de stijgsnelheid bij gesloten Maeslantkering lager liggen dan 0.5m/uur.

Risico

De berekende mortaliteit per cel wordt gedeeld door de terugkeertijd die hoort bij de waterstand. Als voor de herhalingsstijden 1, 10, 100, 1000, 4000 en 10.000 jaar de mortaliteit is bepaald, worden deze gesommeerd per cel.

Als voorbeeld voor een willekeurige lokatie:

Terugkeertijd (jaar)	Waterdiepte (m)	Mortaliteit	Plaatsgebonden risico (mortaliteitsfractie / terugkeertijd)
1	0	0	0
10	0	0	0
100	0	0	0
1000	0.25	5.56×10^{-4}	5.56×10^{-7}
4000	0.37	8.33×10^{-4}	2.09×10^{-7}
10 000	0.5	1.29×10^{-3}	1.29×10^{-7}
totaal			8.94×10^{-7}

Door de mortaliteit per waterdiepte bij elkaar op te tellen ontstaat een maat voor het plaatsgebonden risico (PR) (Jonkman e.a., 2008).

Het lokaal individueel risico (LIR) is te bepalen door het berekende PR te vermenigvuldigen met de fractie achtergeblevenen na natuurlijke evacuatie (zie boven):

$$\text{LIR} = 8.94 \times 10^{-7} \times (1 - 0.15)$$

Het LIR krijgt zo de waarde 7.6×10^{-7} voor de beschouwde cel.

In de kaart van het PR of LIR dient 95% van de locaties te voldoen aan de oriëntatiewaarde. Locaties in de kaart die bijvoorbeeld niet behoeven te voldoen aan de oriëntatiewaarde zijn taluds langs het water die vaak lager liggen dan het terrein.

Bijlage B: Berekening maatschappelijke ontwrichting

Maatschappelijke ontwrichting wordt berekend aan de hand van een voorgedefinieerde lijst van functies die in de risicomethodiek is opgenomen`. Het gaat om de volgende objecten en functies die gerealiseerd kunnen worden in buitendijkse gebieden:

1. Wonen:
 - a. Laagbouw (begane grond flats incl. eengezinswoningen)
 - b. Hoogbouw (v.a. 1^e verdieping flats)
2. Onderwijsinstellingen & kantoren e.d. (gebouwen waar men doorgaans 40 uur/weekverblijft – dus incl. kinderdagverblijven)
3. Nutsvoorzieningen:
 - a. water
 - b. elektriciteit -> kabels/leidingen & centrales
 - c. riolering
 - d. gas
4. Bereikbaarheid (dus wegen, (personen)spoor – trein/metro);
 - c. Tijdens overstroming voor hulpdiensten,
 - d. personenvervoer
5. Zorg (ziekenhuizen, verzorgingstehuizen, 24-uurs zorglocaties);
6. Evenementenlocaties (voetbalstadions, theater, musea en bibliotheken)
7. Industrie & bedrijvigheid; (petrochemische industrie, autosloperijen, fabrieksterreinen e.d.)
8. Horeca en winkels (Restaurants, hotels, cafe's)

Maatschappelijke ontwrichting wordt bepaald door **vier** factoren:

1. aantal getroffen
2. duur van ontwrichting
3. ernst van de ontwrichting (ernstfactor)
4. waterdiepte

Navolgend worden de verschillende factoren nader toegelicht.

1. Aantal getroffen

In de volgende tabel is aangegeven hoe het aantal getroffen per functie dient te worden bepaald.

Functie		Aantal getroffen
Wonen	Laagbouw	aantal inwoners
	Hoogbouw	aantal inwoners
Onderwijs	Laagbouw + hoogbouw	Max capaciteit van het gebouw (= aantal leerlingen + docenten + ondersteunend personeel)
Kantoren	Laagbouw	aantal werknemers
	Hoogbouw	aantal werknemers
Nutsvoorzieningen	Laagbouw + hoogbouw	Het totaal van inwoners, werknemers, leerlingen en personeel in het dekkingsgebied
Bereikbaarheid	Laagbouw + hoogbouw	Aantal inwoners

Zorg		Het aantal inwoners + personeel
Evenementen lokaties		Max capaciteit van het gebouw
Industrie & bedrijvigheid		Het aantal werknemers
Horeca & winkels		Personeel

2. Ontwrichtingsduur

Het betreft de duur dat een functie ontwricht is, dus de totale duur voordat de functie weer hersteld/beschikbaar is. De ontwikkelde ontwrichtingsduur van een functie is opgebouwd uit drie elementen:

1. overstromingsduur ten gevolge van hoogwater;
2. schoonmaaktijd;
3. hersteltijd.

Overstromingsduur zal in het benedenstroomse rivierengebied beperkt zijn en wordt aangenomen op gemiddeld drie dagen. Voor hoger gelegen buitendijkse gebieden kan dat aan de hoge kant zijn, terwijl lager gelegen gebieden juist langer onder water kunnen staan. Desondanks is er, voor de eenduidigheid, gekozen voor een gemiddelde waarde voor gehele buitendijkse gebied. Het is hierbij aangenomen dat in buitendijkse gebieden het water zich ná die drie dagen vanzelf terugtrekt en de schoonmaakwerkzaamheden kunnen beginnen. Er blijft dus geen water op het land staan.

Schoonmaaktijd is de tijd die nodig is om het vuil en de modder als gevolg van de overstroming uit de functie (woning, horeca, etc.) verwijderd te krijgen. Voor meeste functies is deze duur geschat op 2 dagen.

Hersteltijd is de tijd die benodigd zal zijn om de functie weer beschikbaar/operationeel te krijgen. De hersteltijd varieert in sterke mate per functie.

In het onderstaande schema is op basis van expert-judgement (input vanuit verantwoordelijke organisaties en discussie tijdens inhoudelijke expertsessies / workshops) per functie de standaard ontwrichtingsduur (dagen) aangegeven waarmee in de risicomethodiek wordt gerekend. Tussen haakjes de afzonderlijke componenten 'overstromingsduur', 'schoonmaakduur' en 'hersteltijd'. Bij diverse functies is gedifferentieerd naar hoog- en laagbouw, omdat dit gegeven mede bepalend is voor hersteltijd.

Functie	Sub-categorie	ontwr. duur (dagen)	Toelichting
Wonen (exclusief NUTS)	Laagbouw	26 (3+2+21)	Drogen & herstellen casco.
	Hoogbouw	3 (3+0+0)	Alleen overstromingsduur
Onderwijs & kantoren	Laagbouw	26 (3+2+21)	Als kantoor alleen op BG zit, dan wel volledige hersteltijd zoals laagbouw woningen.
	hoogbouw	3 (3+0+0)	
	Laag en hoogbouw	15 (3+2+10)	Je kan hogerop werken in het kantoor.
NUTS	Zie onderstaand aparte tabel voor Nutsvoorzieningen		

Bereikbaarheid	Wegen op maaiveld < 3 dagen	5 (3+2+0)	Verweking kan optreden als weg 3 dagen onder water heeft gestaan.
	Wegen op maaiveld > 3 dagen	5 (3+2+0)	Check duur herstelwerkzaamheden
	Personenvervoer (trein en metro, snelweg) ondergronds	PM (3+0+730)	Ondergelopen tunnels dienen te worden vervangen.
	Personenvervoer (trein metro,) bovengronds	PM (3+5+2)	Inspectie duurt ca 2 dagen,
Zorg		26 (3+2+21)	Vaak BG en meerdere verdiepingen.
Evenementenlokaties	Laagbouw	26 (3+2+21)	Redenering zie woningen
	hoogbouw	3	
Industrie & bedrijven	Bedrijvigheid (autosloperij, tankstation ed)	15 (3+2+10)	Vgl. kantoren en horeca
	Lichte industrie (evt. en bedrijvigheid)	PM (3+PM+PM)	PM Havenbedrijf
	zware industrie	PM (3+PM+PM)	Weken/Maanden nodig om weer op te starten, gevoelig voor uitschakeling, opstarten en water.
Horeca & winkels	laagbouw	15 (3+2+10)	Winkels en horeca zijn sneller in functie hersteld dan woningen. Er is variatie in watergevoeligheid tussen diverse winkels. Gemiddeld ca. 10 dagen.
	hoogbouw	3 (3+2+0)	Geen hersteltijd van casco

Toelichting bij de tabel:

- Als een functie zowel op begane grond als ook op de verdiepingen is gevestigd, zoals een ziekenhuis, kantoor, winkel etc., dan wordt het gemiddelde genomen. Deze tussencategorie geldt niet voor 'zorg'.
- Er is in de tabel uitgegaan van robuust aangelegde wegen ten aanzien van verzadiging ondergrond.
- Trein/metro alleen personenvervoer! Voor goederenvervoer is ontwrichtingsduur niet in te schatten, hangt namelijk af van voorzieningengebied per product.

Bij ontwrichtingsduur van nutsvoorzieningen is gebleken dat deze zijn gerelateerd aan de optredende waterstanden. In de onderstaande tabel is een aanzet gegeven voor de inschatting van de ontwrichtingsduur. Hiervoor is onder meer inoput geleverd door netwerkbeheerders Stedin, Rioned en Evides.

NUTS			
Elektriciteit	kabels	Trafo's	Centrale
> 50 cm	3+10+4 (10 = inspectietijd)	Hoogspanning naar middenspanning = 3+10+730 (vervangingstijd) Midden->laagspanning = 3+10+84 (12 weken * 7d)	Ligt minstens gelijk met inschatting Hoog -> Midden
Gas	Lage druk gasnet	Hoge druk	
0-100 cm	0+0+0 (lage druk gasnet)	0	
>100	Mogelijk geheel vervangen?	0	
Water	waterleiding		
Wettelijke plicht tot beschikbaar hebben 10 dagen tijdens crises	0	Geen uitval verwacht, mogelijk tijdelijke lokale leidingbreuk.	Waterleidingnetwerk is redundant uitgevoerd.
Riolering	rioleringsbuizen		
	3+3+0	3 dagen inspectietijd gerekend, geen uitval verwacht	

Water

Het waterleidingbedrijf ziet alleen waterleidingbreuk als gevolg van de overstroming als mogelijke schade aan het systeem. Dit zou op kunnen treden door het wegspoelen van land waardoor leidingen bloot komen te liggen of doordat de grond zich gaat zetten wanneer het water zich terugtrekt. Wegspoelen van land is niet erg waarschijnlijk aangezien de stroomsnelheden in buitendijks gebied relatief laag zijn. Het 'zetten' van de grond zal afhangen van de bodemgesteldheid en is op voorhand slecht te voorspellen.

Door de hoge redundantie in het drinkwatersysteem is het overigens te verwachten dat de levering van drinkwater vaak snel hersteld kan worden. Verder is de levering van drinkwater geregeld in een wettelijke verplichting om 10 dagen onafhankelijk van elektriciteit en chemicaliën te kunnen functioneren (o.a. dankzij noodaggregaten).

Elektriciteit

Ondergrondse elektriciteitskabels kunnen uitvallen indien er meer dan 50 cm water op het land komt te staan. Reparatie aan het distributienetwerk kost naar verwachting ongeveer 4 dagen. Reparatie of vervanging van laagspanning- en middenspannings-transformatorhuizen kost 12 weken tot 2 jaar. Het is dan ook het advies voor deze onderdelen bijzondere aanlegcriteria te laten gelden in buitendijks gebied.

Riolering

De riolering in buitendijks gebied zal, volgens rioleringsexperts, weinig schade ondervinden van een overstroming. De inhoud van het riool zal met het oppervlaktewater afgevoerd worden, maar breuk lijkt onwaarschijnlijk.

Het meest duidelijke gevolg van een overstroming in buitendijks gebied is het gegeven dat de riolering tijdens de overstroming niet beschikbaar zal zijn. Dit betekent dat getroffen en in buitendijks gebied gedurende de drie dagen durende overstroming op alternatieve wijze hun behoeften dienen te doen.

Aandachtspunt is overigens wel dat buitendijkse rioleringen afsluitbaar dienen te worden uitgevoerd met het oog op de mogelijke vrije doorgang naar binnendijks gebied die het rioolsysteem anders voor het water biedt.

Gas

GasUnie meldt dat de levering van gas via het hogedruk hoofdnet gewaarborgd blijft. Stedin geeft aan dat tot een hoogte van 1,80m waterkolom op de gasleiding geen uitval van het gasdistributienet te verwachten is (1,80 m is inclusief de diepteligging onder de grond, dus indien op 80 cm diepte gelegen: 1,00 m water op het land).

3. Ernstfactor

De ernstfactor van een functie geeft een getalsmatige weergave van 'de ernst van het niet beschikbaar hebben van verschillende functies tijdens een overstroming in buitendijks gebied'. Deze factor varieert van 0 tot 1. Om schijnnaauwkeurigheid te voorkomen is ervoor gekozen de ernstfactor in 3 categorieën in te delen:

Ernstfactor	Toelichting
0,1	Niet ernstig, categorie 'ongemak'
0,5	Relevant, maar niet direct levensbedreigend
1,0	Directe slachtoffers, hulpbehoevenden of randvoorwaardelijk voor de crisisbeheersing

Het gaat er bij de ernstfactor dus niet om hoeveel mensen getroffen worden of hoe lang een functie uitvalt, want het aantal getroffen en de ontwrichtingsduur worden separaat (zie eerder in dit document) per functie binnen de risicomethodiek berekend. Het betreft de ernst voor *één persoon* om deze functie gedurende de overstroming niet beschikbaar te hebben. In de tabel hieronder is een advies gegeven voor de ernstfactoren per voorgedefinieerde functie.

nr	Functie	subcategorie	Ernstfactor	Toelichting
1	Wonen	Laagbouw	1	Directe aanwezigheid van water <i>in</i> de woning
		Hoogbouw	0,5	Geen direct water in de woning, maar wel omringd door water
2	Onderwijs & Kantoren		0,1	Mensen kunnen niet naar school of hun werk
3	Nuts	water	0,5	Drinkwater en verwarming <i>tijdens</i> de overstroming. Drinkwater is primair belang, maar alternatieven beschikbaar.
		elektriciteit	1	Zonder elektriciteit, geen communicatie. Daarom ernstfactor op 1.
		riolering	0,1	Geen riolering <i>tijdens</i> de overstroming, geen

		gas	0,1	lange termijn effecten Gas is relevant voor warmte, maar geen primaire behoefte
5	Bereikbaarheid	Tijdens overstroming voor hulpdiensten Personenvervoer: trein, metro, weg	1 0,1	Randvoorwaardelijk voor crisisbeheersing tijdens hoog water Tijdens overstroming geen gebruik kunnen maken van trein/auto gedurende hoog water wordt niet ernstig ingeschat.
6	Zorg		1	Ziekenhuizen en 24-uurs zorglocaties
7	Evenem.lokaties		0,1	Indien geen opvanglokatie
8	Industrie & bedrijvigheid		0,1	mensen kunnen niet naar hun werk
9	Horeca & winkels		0,1	

Kanttekeningen:

Industrie en bedrijvigheid

In deze categorie mogelijk wel grote consequenties voor de schadecategorieën milieu en economie. Deze zijn geen onderdeel van de risicomethodiek. Daarom is er hier gekozen voor ernstfactor 0,1: hoe erg is het als mensen tijdelijk niet naar hun werk kunnen.

Een evenementenlocatie kan een andere functie vervullen in een rampenplan tijdens een overstroming. Deze mogelijke andere rol wordt niet meegenomen bij de bepaling van de ernstfactor. Als een functie in een rampenplan wordt opgenomen, dan moet er vanuit die invalshoek *maatregelen* (in wisselwerking tussen veiligheidsregio en gemeente) worden voorgesteld of opgelegd om die functie bij hoog water te waarborgen.

Personenvervoer tijdens hoogwater is met de ernstfactor 0,1 gewaardeerd omdat het door alle betrokkenen als zéér onwenselijk is bestempeld dat burgers zich verplaatsen tijdens het hoogwater. Het is wél essentieel dat het gehele gebied voor hulpverleners toegankelijk blijft, vandaar de ernstfactor 1. De zelfredzaamheid van burgers zal zich dan ook niet moeten richten op verplaatsing *tijdens* hoogwater, maar op voorbereiding, tijdige evacuatie (verticaal dan wel horizontaal) of het veilig achterblijven in overstroomd gebied. Met het uitgangspunt dat burgers zich tijdens hoogwater niet op eigen gelegenheid door het gebied hoeven te verplaatsen is het ook niet relevant dat de infrastructuur dat faciliteert.

4. Waterdiepte

Voor de bepaling van de waterdiepte zijn, zoals eerder vermeld het gekozen klimaatscenario en het zichtjaar relevant. Bij de ontwikkeling van functies is het van belang een voldoende lange periode vooruit te kijken in verband met de gebruikperiode van deze nieuwe buitendijkse ontwikkelingen. Nieuw te ontwikkelen buitendijkse gebieden zijn, in hoofdlijnen, in twee functietypen in te delen: 'industriegebied' en 'woon- en overige functies'.

In acht nemende dat in Nederland de gemiddelde levensduur van woningen ongeveer 110 jaar is, en dat deze voor industrieterreinen gemiddeld ca. 40 jaar is.; is het logisch voor deze beide functietypen verschillende zichtjaren te definiëren.

Met de gedifferentieerde zichtjaren per functietype wordt, aan de ene kant, voorkomen dat investeringen worden gevraagd waarvan niet met zekerheid te zeggen is of deze

gerechtvaardigd zijn. Aan de andere kant voorkom je dat gedane investeringen op korte termijn mogelijk schade ondervinden van hoogwater als gevolg van een te korte vooruitblik in de klimaatvoorspelling.

Binnen de rekenmethodiek is aan 'industriegebied' het zichtjaar 2050 en aan 'woon- en overige functies' het zichtjaar 2100 gekoppeld.

De waterdiepte is bepalend voor het al dan niet optreden van maatschappelijke ontwrichting. In de pilots ter verbetering van de methodiek is gesteld dat een waterdiepte van 1 cm al leidt tot maatschappelijke ontwrichting. In een dergelijk geval is immers niet meer goed te zien waar je loopt of rijdt met fiets of auto. Is het de weg of is het een sloot naast de weg? Is het nog de kade of is het de Maas?

Als bij een functie of object op enige plaats een centimeter waterdiepte is berekend wordt aangenomen dat de gehele functie of object is ontwricht.

Er wordt soms aangenomen dat grote voertuigen als brandweerauto's of legertrucks nog door 30 centimeter water kunnen rijden, maar hiervoor geldt dat een weg duidelijk is gemarkeerd. Markering van wegen wordt in de risicomethode gezien als een maatregel.

Bij de bepaling van de waterdiepte gelden dezelfde voorwaarden als bij de berekening van het slachtoffer risico. Waterdiepte wordt per oppervlakte eenheid vastgesteld in GIS door de bodemhoogte af te trekken van de waterhoogte.

Berekening maatschappelijke ontwrichting

De berekening van maatschappelijke ontwrichting kan in GIS worden uitgevoerd met raster bewerkingen. De ruimtelijke resolutie (cel-grootte) waarmee in de pilots is gerekend bedraagt 5m x 5m. Uit deze pilots is gebleken dat met deze cel-grootte goede resultaten worden behaald.

Ontwrichting kan bij een 1/1000 jaar gebeurtenis groot zijn, maar met een kleine kans op het voorkomen. In een 1/10 jaar gebeurtenis kan de ontwrichting beperkt zijn, maar is de kans op voorkomen groter. In een risicobenadering wordt voor verschillende herhalingstijden bepaald wat de optredende ontwrichting is en vervolgens teruggerekend naar een jaarlijkse verwachtingswaarde van de ontwrichting (dit is de gemiddelde jaarlijkse ontwrichting over een langere periode).

Per herhalingstijd wordt de maatschappelijke ontwrichting bepaald door de volgende vergelijking:

$$\text{Ontwrichting} = \text{Aantal getroffen} \times \text{Duur} \times \text{Ernstfactor (getroffenendagen)}$$

Het totale risico op maatschappelijke ontwrichting (jaarlijkse verwacht risico) kan per functie of object worden berekend volgens:

$$JVS = \frac{1}{T_n} * S(T_n) + \dots + \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) * \frac{S(T_1) + S(T_2)}{2}$$

waarin

JVS = jaarlijks verwacht risico

$T_{1,n}$ = herhalingstijd van 1 (kleinste) tot n (grootste)

$S(T)$ = ontwrichting behorende bij herhalingsjijd T

Voorbeeldberekening Maatschappelijke Ontwrichting

Herhalingsjijd Ontwrichting

10.000	10 kE
1000	1 kE
100	0.1 kE
10	0.01 kE

Uitgewerkt voor de genoemde herhalingsjijden ziet de berekening er als volgt uit:

$$JVS = \frac{1}{T_{10.000}} * 10kE + \left(\frac{1}{T_{1000}} - \frac{1}{T_{10.000}} \right) * \frac{1kE + 10kE}{2} + \left(\frac{1}{T_{100}} - \frac{1}{T_{1000}} \right) * \frac{0.1kE + 1kE}{2} + \left(\frac{1}{T_{10}} - \frac{1}{T_{100}} \right) * \frac{0.01kE + 0.1kE}{2}$$

Omwillen van de overzichtelijkheid ontbreekt in het bovenstaande voorbeeld de herhalingsjijd van 4000 jaar, deze wordt wel meegenomen in de berekeningen.

Na berekening van de ontwrichting dient te worden gedeeld door het oppervlak van het functiegebied. Uiteindelijk wordt dan Maatschappelijke Ontwrichting uitgedrukt als het aantal getroffenendagen per jaar per hectare.

De uiteindelijke scores voor de verschillende objecten en functies worden niet opgeteld, maar afzonderlijk beoordeeld. Optellen zou dubbeltelling van ontwrichte personen tot gevolg hebben. Zo overlapt de functie 'nutsvoorzieningen' bijvoorbeeld met aanwezigen in woningen en kantoren. Om deze reden worden alle functies en objecten afzonderlijk getoetst aan de gestelde oriëntatiewaarde voor maatschappelijke ontwrichting.

Praktisch is de berekening van maatschappelijke ontwrichting afhankelijk van de fase waarin de risicomethode wordt toegepast. Dit wordt onderstaand toegelicht.

Bij toepassing van de methodiek in een vroege planfase gelden aannames. Deze zijn in de onderstaande tekst benoemd.

Locatie van objecten

Voor objecten en functies in de vroege planfase is het niet bekend waar functievlakken terecht zullen komen. Voor de geplande functies dient daarom de slechtst denkbare score op ontwrichting te worden bepaald door voor elke functie een vlak te leggen over het gehele plangebied. Dit levert zo een slechtst mogelijke score op voor elke geplande functie, omdat ook de laagst gelegen locaties worden beschouwd, daar zou immers ook een object/functie gerealiseerd kunnen worden. Deze manier van werken heeft tot gevolg dat functies die een locale voorziening betreffen identiek scoren, mits de ernstfactor niet verschilt.

Een voorbeeld: in de vroege planfase is niet duidelijk waar wegen worden aangelegd. Daarom worden alle inwoners samengenomen en toegekend aan het gehele ontwikkelingsvlak. Waar woningen precies terecht zullen komen is ook niet bekend. Om deze reden wordt ontwrichting

van inwoners van woningen op een vergelijkbare wijze bepaald als ontwrichting ten gevolge van ondergelopen wegen. Omdat beide functies (wegen en woningen) op dezelfde wijze worden benaderd, scoren ze gelijk. Differentiatie treedt alleen op indien de ernstfactor per functie varieert of als een functie een groter voorzieningsgebied heeft (meer mensen bedient dan alleen de bewoners van het buitendijksgebied).

Aantal getroffen personen algemeen

Tot het aantal getroffen personen in relatie tot het plangebied worden gerekend alle inwoners, werknemers en gebruikers (zoals bijvoorbeeld een ziekenhuis) van de geplande functies. Tot de getroffen personen worden niet gerekend mensen van buiten het gebied die mogelijk gebruikmaken van het buitendijks gebied om te evacueren (transit-functie), maar alleen bewoners, gebruikers en werknemers in buitendijks gebied

Aantal getroffen personen bij wegen

Voor de berekening van de ontwrichting van een weg (evacuatie/bereikbaarheidsroute) geldt dat het aantal getroffen personen gelijk is aan het aantal bewoners en werknemers dat gebruik maakt van de weg; het aantal bewoners, gebruikers en werknemers wordt geschat op basis van het voorziene aantal woningen en type /oppervlak kantoren en/of industrie dat naar verwachting gebruik gaat maken van een weg.

Overstroming van de laagste maaiveldhoogte in een evacuatieroute is maatgevend voor al dan niet optreden van ontwrichting in het buitendijks gebied. Daarbij moet de hoogte van de evacuatieroute worden beoordeeld tot aan de primaire kering. Dat kan dus buiten het totale plangebied liggen. Daarbij is ontwrichting binair gedefinieerd: wel of geen ontwrichting, niets er tussenin. Er is sprake van ontwrichting als er tenminste 1 centimeter water staat op de weg op enige locatie. Hiervoor wordt gekozen omdat het belangrijk is te weten of mensen te voet droog hun huis kunnen verlaten of bereiken en (hulpverlenings)voertuigen zonder problemen alle locaties in het gebied kunnen bereiken. Bij 1 cm water is voor voertuigen al moeilijk te onderscheiden waar een kade ligt of waar zich een sloot bevindt.

Aantal getroffen personen in woningen

Voor ontwrichting aan woningen wordt gebruik gemaakt van het gemiddeld aantal inwoners per woning per 1 januari 2009 volgens het CBS: 2,24 inwoners/woning⁵. Onderscheidt dient te worden gemaakt in laagbouw (begane grond) en hoogbouw. Bij gebouwen met meerdere woningen boven elkaar, ondervindt alleen de onderste woning hinder van water over de vloer. Er wordt dan gerekend met alleen de inwoners van de laagbouw. Hierbij wordt uitval van nutsvoorzieningen niet meegenomen, omdat dit apart wordt gescoord. Ook wordt aangenomen dat bewoners van de hoogbouw zonder problemen het gebouw in en uit kunnen.

Aantal getroffen personen in kantoren en onderwijsinstellingen

Voor het aantal getroffen personen kan het aantal werknemers worden aangehouden. Als alleen het vloeroppervlak bekend is kan een standaard kantooroppervlak van 7m² per werknemer worden aangehouden⁶.

Aantal getroffen personen in zorg

⁵ Gegevens uit Statline:
<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37312&D1=30&D2=a&HD=080910-0003&HDR=T&STB=G1>

⁶ Gegevens ontleend aan FNV-Bondgenoten

Voor het aantal getroffen en in de zorg kan het aantal werknemers + het aantal inwoners worden aangehouden.

Aantal getroffen door uitval nutsvoorzieningen (water/gas/electriciteit/telefoon/internet)

Het aantal getroffen bij uitval van nutsvoorzieningen is te bepalen door het aantal getroffen in laagbouw woningen, hoogbouw woningen, kantoren/onderwijsinstellingen en zorg te sommeren.

Aantal getroffen openbaar vervoer

Bij maatschappelijke ontwrichting ten gevolge van stremming van spoorlijnen of metro wordt gesproken over personenvervoer, niet over goederenvervoer. Van goederenvervoer is niet eenduidig te bepalen of ontwrichting optreedt en wie worden ontwricht bij stremming. Met een kwalitatieve beoordeling is bepaald dat maatschappelijke ontwrichting niet onmiddellijk optreedt door stremming in aan- en afvoer via de haven, dus bij stagnatie enkele dagen van de invoer van diverse goederen.

Aantal getroffen industrie

Voor risicovolle industrieën is vaak niet bekend wat de gevolgen zijn van hoogwater. Mochten er calamiteiten optreden, dan is onduidelijk hoeveel mensen ontwricht raken door eventuele emissies in bodem, water of lucht en hoe lang dergelijke ontwrichtingen gaan duren. De Risicomethode bevat dan ook geen richtlijn voor berekening en richtlijnen voor inrichtingen gevaarlijke stoffen.

Om risicovolle bedrijven toch te kunnen toetsen op gevolgen hoog water, lijkt het voor de hand liggend om voor waterveiligheid voor dergelijke bedrijven aan te sluiten bij externe veiligheidstoetsing en vergunningverlening. De hoogwater gerelateerde risico's kunnen dan tijdens vergunningverlening per bedrijf worden beoordeeld. Daarbij moeten wel duidelijke randvoorwaarden ten aanzien van omstandigheden van hoogwater worden vastgelegd, zoals overstromingsdiepte, windsnelheden, overstromingsduur, golven, etc. Door aan te sluiten bij de externe veiligheidstoets worden echter niet alle bedrijven getoetst (deze toets geldt voor alle risicovolle bedrijven die een vergunning nodig hebben volgens Bevi). Het heeft dan echter wel betrekking op de bedrijven die een risico vormen in het kader van externe veiligheid, ook tijdens hoog water.

Voor overige typen industrieën kan als aantal getroffen het aantal werknemers worden aangehouden.

Rekenhoogte gebouwen

De hoogte waarmee wordt gerekend voor ontwrichting aan woningen is het vloerpeil. Het vloerpeil is hoogte van de vloer in woningen in de onderste bouwlaag. Het vloerpeil dient in voorkomende gevallen als volgt worden bepaald:

- vloerpeil = maaiveld + hoogte drempel voordeur/achterdeur (20 centimeter)
- vloerpeil = maaiveld + hoogte bedrijfseenheden begane grond
- vloerpeil = hoogte (dak) parkeerkelder onder het gebouw

Rekenhoogte wegen

Ontwrichting voor bereikbaarheid over wegen wordt berekend o.b.v. straatniveau (= maaiveld)

Waterhoogte

Een uniforme terreinhoogte als invoergegeven kan worden gebruikt bij opgehoogde terreinen. Dit geldt echter niet voor "natuurlijke" terreinen. Voor dergelijke gebieden dient per functie te worden bepaald wat de werkelijk (minimale) terreinhoogte per functie is.

Bij het bepalen van de waterhoogte in het terrein dient rekening te worden gehouden met lokale waterkerende elementen en kaden.

Bij toepassing van de methodiek in een latere planfase gelden vrijwel geen aannames meer.

Later in het planvormingsproces (of bij gebieden die reeds zijn ingericht) behoeven nog maar weinig aannames te worden gedaan; veel detailinformatie is beschikbaar. Het verzamelen van de benodigde informatie kost in deze fase meer tijd, maar het resultaat van de berekeningen is nauwkeuriger.

Bijlage C: Bepaling oriëntatiewaarden

In deze bijlage wordt aan de hand van een aantal cases een uitspraak gedaan over de oriëntatiewaarden voor de categorieën slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting.

Slachtofferisico

Tijdens de pilots die in het inhoudelijke proefjaar (2009/2010) zijn gehouden is een beeld verkregen van een redelijke oriëntatiewaarde. Hierbij is zijdelings rekening gehouden met het gegeven dat de oriëntatiewaarde een sturende werking dient te hebben op het buitendijks gebied in Zuid-Holland.

De opgedane ervaringen en de evaluatie hiervan binnen de projectgroep heeft geleid tot onderstaand voorstel voor de oriëntatiewaarde. Tijdens het implementatieproefjaar (2011/2012) zal in de praktijk getoetst worden of dit voorstel een werkbare situatie oplevert die een toegevoegde waarde heeft voor het buitendijks waterveiligheidsbeleid.

De hoogte van het risico wordt getalsmatig uitgedrukt in een oriëntatiewaarde, bijvoorbeeld 10^{-5} of 10^{-6} . Het is lastig een waterveiligheidsnorm voor buitendijks gebied te vergelijken met de norm voor de binnendijkse situatie. Het is een gegeven dat de dreiging in buitendijks gebied van een andere orde is dan binnendijks: geen hoge stroomsnelheden, geen grote waterdiepten en een relatief korte overstromingsduur.

De volgende oriëntatiewaarden worden in de risicomethodiek gehanteerd:
Lokaal individueel risico (LIR) met een oriëntatiewaarde van 10^{-6}

In de pilots is voor het plaatsgebonden risico per pilot-gebied een score bepaald op basis van een vijf procent criterium. Dat wil zeggen dat bij elke berekening 5% van de slechtst scorende waarden is verwijderd onder aanname dat dit gebieden zijn waar nooit mensen komen, zoals bijvoorbeeld taluds. De slechtste score van de overblijvende waarden werd als score aan het gebied toegekend. Omdat hiermee echter geen recht wordt gedaan aan de verdeling van de scores binnen een gebied (bijvoorbeeld in het geval dat er heel weinig slecht scorende cellen zijn en juist heel veel zeer goed scorende cellen) wordt voorgesteld om in de risicomethode in het vervolg te werken met kaarten. Een eenheid (rastercel) die een factor 10 of meer slechter scoort dan de oriëntatiewaarde wordt geclassificeerd als rood, een eenheid die lager scoort dan de oriëntatiewaarde wordt geclassificeerd als groen. Eenheden die tot een factor 10 slechter scoren dan de norm worden geclassificeerd als geel. Voor groene cellen zijn geen maatregelen nodig; voor rode cellen wel. Voor gele cellen zijn de benodigde maatregelen beperkt; er zou bijvoorbeeld al via communicatie aan de oriëntatiewaarde voldaan kunnen worden. Uiteindelijk dient in een te ontwikkelen gebied 95% van de cellen te voldoen aan de oriëntatiewaarde.

Maatschappelijke ontwrichting

Voor de bepaling van het risico op maatschappelijke ontwrichting zijn vijf overstromings-gerelateerde cases onderzocht die de afgelopen 50 jaar maatschappelijke ontwrichting tot gevolg hebben gehad of net niet.

In dit kader is maatschappelijke ontwrichting gedefinieerd als een calamiteit zonder slachtoffers waarop een duidelijke politieke reactie is gevolgd

Het betreft de volgende gebeurtenissen:

1. Stroomstoring Bommelerwaard in 2007 ten gevolge van Apache tegen hoogspanningsleiding;
2. Wateroverlast in Limburg ten gevolge van hoogwater op de Maas 2002/2003;
3. Wateroverlast Wilnis in 2003 ten gevolge van dijkafschuiving;
4. Evacuatie tijdens hoogwater in 1995;
5. Bezwijken kade Tuindorp Oostzaan 1960.

De cases worden hieronder besproken.

In alle cases is de ernstfactor gesteld op 1 (meest ongunstige aanname-benadering).

Stroomstoring Bommelerwaard in 2007:

Het aantal mensen dat werd getroffen bedroeg ca. 80 000, de stroomstoring duurde 50 uur. De geschatte terugkeertijd van een dergelijk incident is eerder 10 jaar dan 100 jaar. Het oppervlak van het getroffen gebied was ca 28.400 hectare. Er is rekening gehouden met deze vorm van 'verdunding' door alleen naar het stedelijk gebied te kijken.

Op basis van de beschikbare gegevens is het jaarlijks verwachte aantal getroffen-en-dagen vastgesteld op **14 getroffendagen/jaar/ha**

Hoogwater Maas bij Borgharen en Itteren in 2002-2003:

Het hoogwater was de op 3 na hoogste van de afgelopen 100 jaar. Het aantal mensen dat is getroffen bedroeg ca 2500 in Borgharen en Itteren, de overstroming inclusief opruimen duurde ca. 7 dagen. Het oppervlak van het getroffen gebied was ca 120 hectare. De geschatte terugkeertijd van een dergelijk incident is eerder 10 jaar dan 100 jaar.

Op basis van de beschikbare gegevens is het jaarlijks verwachte aantal getroffen-en-dagen vastgesteld op **8 getroffendagen/jaar/ha**

Bezwijken kade Wilnis in 2003:

Het aantal mensen dat werd getroffen bedroeg ca 2000 in Wilnis, de overstroming inclusief het opruimen duurde ca. 7 dagen. De geschatte terugkeertijd van een dergelijk incident is eerder 100 jaar dan 10 jaar. Het oppervlak van het getroffen gebied was ca 80 hectare.

Op basis van de beschikbare gegevens is het jaarlijks verwachte aantal getroffen-en-dagen vastgesteld op **10 getroffendagen/jaar/ha**

Evacuatie Hoogwater 1995:

Tijdens het hoogwater zijn 250.000 mensen geëvacueerd uit de Alblasserwaard. Het oppervlak van het gebied was ca 104.800 hectare. Terugkeer vond plaats na 5-14 dagen; gerekend is met 7 dagen. De geschatte terugkeertijd van de gebeurtenis is 100 jaar.

Op basis van de beschikbare gegevens is het jaarlijks verwachte aantal getroffen-en-dagen vastgesteld op **15 getroffendagen/jaar/ha**

Bezwijken kade Tuindorp Oostzaan 1960:

Na het bezwijken van de kade waren 11.250 mensen getroffen. Het stedelijk gedeelte van de overstroomde polder had een oppervlak van 75 hectare. Bewoners konden na 14 dagen terugkeren (exclusief schoonmaaktijd). De geschatte terugkeertijd van de gebeurtenis is 100 jaar.

Op basis van de beschikbare gegevens is het jaarlijks verwachte aantal getroffen-en-dagen vastgesteld op **124 getroffendagen/jaar/ha**

De beschreven overstromingscases zijn door betrokkenen, in relatie tot maatschappelijke ontwricting, ervaren als 'lastig' maar niet onoverkomelijk. De cases hebben **niet** geleid tot massale ingrepen van overheidswege om herhaling te voorkomen, uitgezonderd het bezwijken van de kade in Wilnis en het hoogwater van 1995. Blijkbaar is er dus sprake van geaccepteerde maatschappelijke ontwricting.

Verder is, ter vergelijk, ook het verband gelegd met verschijnselen van ontwricting op andere thema's: de verstoring van het luchtvaartverkeer als gevolg van de vulkaanuitbarsting op IJsland, de stremming van het treinverkeer door brand bij de NS-verkeersleiding en fileoverlast tijdens de drukste avondspits ooit door sneeuwval op 29 november 2010.

De uitkomsten van alle berekende casussen zijn voor het overzicht in de volgende tabel opgenomen:

Calamiteit	Maatsch. ontwricting (getroffenendagen/jaar/ha)	Opp. getroffen gebied (ha)	Aantal getroffenen
Hoogwater 1995 (evacuatie)	6,4 (stedelijk gebied)	7697	128763
	7,6 (zeer sterk stedelijk)	3123	61455
Stroomstoring Bommelerwaard 2007	13,5	164	5771
Hoogwater Limburg 2002/2003	8	Ca. 120	2.500
Bezwijken kade Wilnis 2003	10	Ca. 80	2.000
Bezwijken kade Tuindorp Oostzaan 1960	124 (stedelijk gebied)	75	11.250
Verstoring luchtverkeer vulkaanuitbarsting IJsland	0,01	914999000	5.000.000
Geen treinverkeer door brand Utrecht	0,33	150000	50.000
Drukste avondspits ooit (sneeuwval)	0,04 (ANWB)	419900	116.000
	0,25 (TomTom)		708.400

Het voorstel voor de oriëntatiewaarde in de risicomethodiek volgt:

1. uit de ervaringen die in het proefjaar 2009/2010 zijn opgedaan met de verschillende pilots.
 - In deze 8 pilots zijn bestemmingsplannen onder de loep genomen en is de risicomethodiek rekentechnisch getest om te beoordelen of er werkbare en betekenisvolle uitkomsten uitkwamen.
2. vergelijkende berekeningen die zijn uitgevoerd naar 5 overstromingssituaties uit het verleden
3. vergelijkende berekeningen die zijn uitgevoerd naar ontwrictende situaties buiten de watersector

Het totaalinzicht heeft geleid tot de keuze om met een oriënterende waarde voor Maatschappelijke Ontwricting van '10' de proefperiode voor implementatie in te gaan.

Bijlage D: Maatregelen

In deze bijlage zijn als voorbeeld maatregelen uitgewerkt.

De maatregelen kunnen worden ingedeeld volgens het meerlaagsveiligheid (MLV) model. Dit bevat drie lagen:

1. preventie tegen overstromingen
 - o dmv keringen en kunstwerken
2. een duurzame ruimtelijke inrichting
 - o Hierbij wordt gekeken naar de mogelijkheden die een goede ruimtelijke inrichting van het land biedt om de veiligheid van gebieden achter de dijken en in buitendijkse gebieden te vergoten. Denk aan een betere afweging van locatiekeuze, landophoging, of compartimentering.
3. crisismanagement.
 - o Gericht op een goede voorbereiding op een overstroming door middel van organisatorische maatregelen en risicocommunicatie. Denk ook aan evacuatieplannen, waarschuwingssystemen en rampoefeningen.

De eerste laag is gericht op het beheersen en verkleinen van de kans op overstromingen, terwijl de andere twee lagen iets vertellen over het beheersen van de gevolgen van een eventuele overstroming.

Bij het nemen van maatregelen moet rekening gehouden worden met de onzekerheid in de voorspelling van waterstanden in klimaat scenario's.

Sommige maatregelen kunnen zowel het slachtofferisico als maatschappelijke ontwrichting reduceren. Andere hebben alleen effect op het slachtofferisico of maatschappelijke ontwrichting. Bij het doorrekenen van de maatregelen met de methodiek dient daar scherp op gelet te worden.

Maatregelen eerste/tweede laag – preventie en duurzame inrichting

Landophoging is een typische maatregel. Het vermindert de waterdiepte en de frequentie waarmee gebieden onder water staan. Veel maatregelen in de eerste- en tweede laag zijn terug te brengen tot een verhoging, deze verhoging is vervolgens binnen de risicomethodiek verrekenbaar via de parameters 'maaiveldhoogte' of 'vloerpeilhoogte'.

Kanttekening:

Bouwtechnische maatregelen kunnen niet in een bestemmingsplan worden vastgelegd. Als een ontwikkeling aan bestemmingsplan voldoet is een bouwvergunning niet te weigeren. Over de borging van maatregelen doet de risicomethodiek geen uitspraak. De risicomethodiek dient onderdeel te worden van het RO-proces en de nut/noodzaak/kosten/baten/risico-afweging zal door de gemeente gemaakt moeten worden. Een gemeente kan wel in een bouwverordening voorschriften vastleggen; daarmee is te sturen en handhaven. Wijze van borging van het besluit is de verantwoordelijkheid van een gemeente.

Maatregelen derde laag – crisis management

Slachtofferisico

Er is een gestandaardiseerde reductie gekoppeld aan de score voor LIR door middel van de derde laag maatregel Risico- en Crisiscommunicatie: de score mag met een factor 10 worden verminderd.

Hier liggen enkele voorwaarden aan ten grondslag:

1. Periodieke communicatie naar inwoners en bedrijven⁷. Onderdeel van de communicatie dient te zijn 1) een risicobeschrijving en 2) een beschrijving van handelingsperspectief;
2. gebiedsdekkende & tijdige⁸ alarmering voor en tijdens hoogwater situatie;
3. Informeren (punt 1) en alarmeren (punt 2) gebeurt in afstemming met de veiligheidsregio.

Een gedeeltelijke reductie van het risico, wanneer bijvoorbeeld aan 1 of 2 van bovenstaande criteria wordt voldaan is niet voorzien: de maatregelen worden als randvoorwaardelijk aan elkaar beschouwd – het is alles of niets.

Het kwantificeren van derde laag maatregelen is lastig, omdat het om de 'zachte' maatregelen gaat die hun effect pas in de 'warme fase' kunnen bewijzen. Daarom is het voorstel om de kwantificering van dit soort maatregelen in goed overleg met de veiligheidsregio uit te voeren.

Maatschappelijke ontwrichting

Maatregelen in het kader van maatschappelijke ontwrichting beïnvloeden de duur van de ontwrichting, of het aantal getroffen, nooit de ernstfactor. Dit soort maatregelen is binnen de risicomethodiek goed te kwantificeren. Voorbeelden van maatregelen op vlak van maatschappelijke ontwrichting zijn bijvoorbeeld loopplanken, vloedschotten en markering van wegen tijdens hoog water. Het effect van maatregelen dient door de gemeente kwantitatief te worden onderbouwd; er is geen standaard tabel beschikbaar. Daarbij dient vooral een beschouwing te worden gegeven van de effectiviteit van de maatregel; eventueel bij toenemende waterdiepte, omdat te verwachten is dat de effectiviteit van maatregelen juist afneemt bij toenemende waterdiepte.

Bij de beoordeling van maatregelen is het van belang dat een eventuele faalkans van dergelijke maatregelen wordt meegenomen in de beoordeling van de effectiviteit. Bijvoorbeeld vloedschotten hebben een faalkans.

De maatregel evacuatie heeft per definitie in de risicomethode geen effect op maatschappelijke ontwrichting, omdat ook geëvacueerden als ontwricht worden beschouwd; mensen moeten uit hun woning en kunnen niet hun dagelijkse leven leiden.

Het niet meenemen van evacuatie bij maatschappelijke ontwrichting heeft als bijkomend voordeel dat de initiatiefnemer geen terughoudendheid in het uitvoeren van maatregelen ter beperking van het slachtofferisico hoeft te betrachten.

Borging van maatregelen is geen verantwoordelijkheid van de provincie. Als een gemeente tot maatregelen besluit ter reductie van het risico voor maatschappelijke ontwrichting, dan is zij

⁷ Vrijheid wordt geboden aan de gemeente voor de wijze waarop; wel ingaan op evacuatieplan; wat verwacht je van burgers hoe te handelen in welke situatie).

⁸ Twee dagen van te voren en voorwaarschuwing 5 dagen van te voren

ook verantwoordelijk voor borging en realisatie daarvan. Een gemeente kan zelf kiezen hoe dit soort maatregelen dient te worden uitgevoerd of andere maatregelen voorschrijven, aangezien gemeente de risicomethodiek hanteert en dus de kwantitatieve beoordeling uitvoert.

Bijlage E: Klimaatscenariokeuze

In deze bijlage is uiteengezet voor welke klimaatscenario's gekozen is en waarom.

Veel ontwikkelingen in het buitendijkse gebied worden toegekend voor een langere periode (> 50 jaar). Daarom dient een klimaatfactor onderdeel te zijn van het provinciale beleid buitendijs en dus ook van de risicomethodiek.

Het is belangrijk bij de voorspelling van klimaatveranderingen en waterstanden gebruik te maken van landelijk uitgewerkte en erkende voorspellingen. Dit bevordert kwaliteit, uniformiteit met andere (nationale) trajecten en vermindert discussie. De PZH was lange tijd voornemens om de landelijke ontwikkelingen in het kader van het Deltaprogramma (deelprogramma waterveiligheid) af te wachten. Ook daarin moeten immers keuzes worden gemaakt in relatie tot klimaatscenario's. Omdat op korte termijn hierbij echter geen keuzes zijn voorzien, maakt PZH nu zelf een keuze. Op het moment dat het Rijk richtinggevende keuzes maakt, zal de PZH bezien in hoeverre het nodig is de eerder gemaakte keuzes bij te stellen.

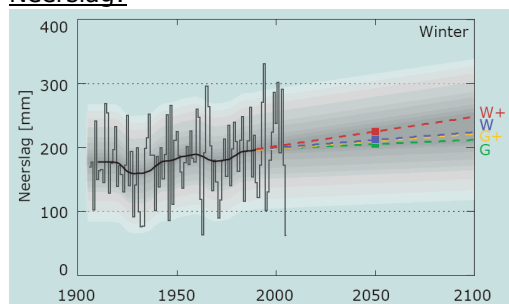
Verder is van belang is dat de Veerman-scenario's onlangs (ook) door de Deltacommissaris als té extreem zijn beoordeeld. Deze zullen daarom in de methodiek niet toegepast worden.

Het KNMI heeft in 2006 met het oog op de lange termijn effecten (2050 en 2100) van klimaatverandering vier klimaatscenario's ontwikkeld: Gematigd (G), Gematigd+ (G+), Warm (W) en Warm+ (W+). Alle klimaatscenario's hebben, rekening houdend met temperatuur, neerslag en veranderende luchtstromingspatronen, een even grote kans van optreden. Ook werken alle scenario's met een bandbreedte in de voorspelde waarde voor de zeespiegelstijging. Het is daarom belangrijk bij het selecteren van een scenario te kijken naar de meest relevante variabelen voor de hoogwatersituatie in het rivierengebied in Zuid-Holland: neerslag in de winter, windsnelheid en zeespiegelstijging.

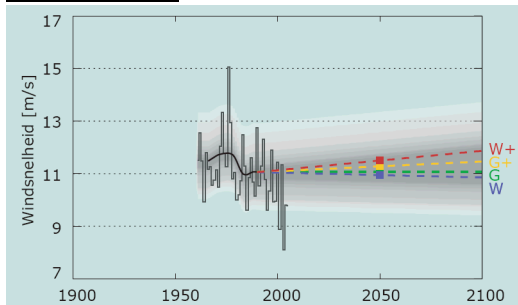
Criteria voor keuze:

- Alle scenario's hebben even veel kans van optreden. PZH kiest voor een klimaatscenario dat gemiddelde waarden laten zien. De reden daarvoor is dat er grote onzekerheden bestaan voor toekomstige waterstanden in het gebied. Een worst case benadering is daarom niet logisch evenmin als uitgaan van de laagste waarden.
- beschikbaarheid van gegevens voor gebruik in de risicomethodiek (waterstanden) is een ander criterium.

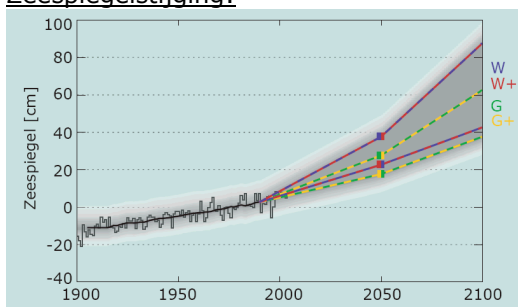
Neerslag:



Alle scenario's voorspellen een toename van de neerslag. De scenario's G+ en W vertegenwoordigen echter een redelijk gemiddelde van alle voorspellingen en liggen vrij dicht bij elkaar.

Windsnelheid:

De voorspellingen voor de te verwachten windsnelheden lopen uiteen van gelijkblijvend (W) tot de relatief grootste toename in het W+ scenario. Van alle voorspellingen liggen het G en G+ scenario het dichtst bij het gemiddelde.

Zeespiegelstijging:

Er zijn twee bandbreedtes te zien: die van de G scenario's (15-25 cm voor het jaar 2050 en 36-60 cm voor 2100) en die van de W scenario's (20-35 cm voor 2050 en 40-85 cm voor 2100). De figuur toont duidelijk dat de bovengrens van de G+ bandbreedte een mooi midden houdt in de W-scenario's.

Voorstel: Voorgesteld wordt om het G+ scenario (KNMI 2006) te kiezen als uitgangspunt, waarvan bijbehorende maximale waterstandgegevens voor de beide zichtjaren worden gebruikt in de risicomethodiek.

Beschikbaarheid van gegevens

Van het G+ scenario zijn vanuit het 'Kennis voor Klimaat'-onderzoeksprogramma de bijbehorende verwachte waterstanden (rekening houdend met zeespiegelstijging en prognoses rivierafvoer) op dit moment alleen gebiedsdekkend beschikbaar voor het zichtjaar 2100. Binnen het onderzoeksprogramma van het DeltaDeelprogramma Rijnmond-Drechtsteden worden in 2010 de berekeningen afgerond voor de verwachte waterstanden in 2050 binnen het W-scenario. Het wordt daarom, *op basis van beschikbaarheid van gegevens*, geadviseerd de bovengrens van dit scenario voor het zichtjaar 2050 (35 cm zeespiegelstijging) in de risicomethodiek op te nemen. Hiermee wordt een conservatieve aanname gedaan in vergelijking met het geadviseerde maximum G+ scenario. Met het oog op de relatief korte termijn naar dit zichtjaar toe (40 jaar) is deze extra veiligheidsmarge wenselijk boven het alternatief: de ondergrens van het W-scenario, 20 cm, een waarde die onder het G+ maximum valt.