

**Maatschappelijke  
kosten-batenanalyse  
Waterveiligheid 21e eeuw**

**Bijlage D: Bewerking van schadegegevens**





**Maatschappelijke  
kosten-batenanalyse  
Waterveiligheid 21e eeuw**

**Bijlage D: Bewerking van schadegegevens**

Johan Gauderis  
Jarl Kind

1204144-006



**Titel**  
 Maatschappelijke  
 kosten-batenanalyse  
 Waterveiligheid 21e eeuw

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Rijkswaterstaat Waterdienst	1204144-006	1204144-006-ZWS-0008	56

**Trefwoorden**

Deltaprogramma, waterveiligheid, hoogwaterbescherming, overstromingskansen, normstelling, waterkeringen, dijkringen, maatschappelijke kosten-batenanalyse, optimalisatie, schade

**Samenvatting**

Dit is Bijlage D van het hoofdrapport van de maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw (MKBA WV21). Het belangrijkste doel van deze MKBA is om economisch optimale beschermingsniveaus voor dijkkring(delen) te berekenen.

Deze bijlage gaat in op een aantal aanvullingen en bewerkingen van de gegevens over schade en slachtoffers zoals die gerapporteerd zijn in het rapport *Gevolgen van overstromingen – Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21e eeuw* (De Bruijn en Van der Doef, 2011). De bewerkte gegevens zijn gebruikt in MKBA WV21 (Kind, 2011).

**Referenties**

-

<b>Versie</b>	<b>Datum</b>	<b>Auteur</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Review</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Goedkeuring</b>	<b>Paraaf</b>
	mrt. 2011	Johan Gauderis	<i>bla bla</i>	Frans Klijn	<i>[Handwritten Signature]</i>	Toon Segeren	<i>[Handwritten Signature]</i>
		Jarl Kind					

**Status**  
 definitief



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Overzicht van schadeposten</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Aanpak van de berekening van de overstromingsschade</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Indexering van de schadebedragen naar het basisjaar 2011</b>	<b>5</b>
4.1	Methode van indexering	5
4.2	Bepaling van de indexeringsfactoren	8
<b>5</b>	<b>Indexering van de slachtoferaantallen naar het basisjaar 2011</b>	<b>13</b>
5.1	Methode van indexering	13
5.2	Bepaling van de indexeringsfactoren	14
<b>6</b>	<b>Opslag op schadebedragen</b>	<b>17</b>
6.1	Kosten van hulpverlening, evacuatie, opruimen en nazorg	18
6.2	Schade van directe en indirecte bedrijfsuitval	18
6.3	Doorsnijding infrastructuur	22
6.4	Schade aan LNC-waarden	23
<b>7</b>	<b>Risicopremie</b>	<b>27</b>
7.1	Waarom een risicopremie?	27
7.2	Raming van de risicopremie voor WV21	29
<b>8</b>	<b>Schade van overstromingsslachtoffers</b>	<b>35</b>
8.1	Dodelijke slachtoffers en gewonden	37
8.2	Getroffenen en evacués	45
8.3	Indexering tot 2011	47
<b>9</b>	<b>Totale overstromingsschade in 2011</b>	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>Scenario's vanaf 2012</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>Literatuur</b>	<b>53</b>





## 1 Inleiding

Deze bijlage gaat in op een aantal aanvullingen en bewerkingen van de gegevens over schade en slachtoffers zoals die gerapporteerd zijn in het rapport *Gevolgen van overstromingen – Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21e eeuw* (De Bruijn en van der Doef, 2011). De bewerkte gegevens zijn gebruikt in MKBA (Kind, 2011).

De basisgegevens voor de bepaling van de schade zijn de resultaten van de schade- en slachtoffermodule van het hoogwater informatiesysteem (HIS-SSM versie 2.5; Kok et al., 2005). HIS-SSM genereert voor elk overstromingsscenario en elk dijkkringdeel een raming van de materiële overstromingsschade, het aantal getroffen en het aantal dodelijke slachtoffers. Ten behoeve van het gebruik in de MKBA WV21 moeten op deze gegevens aanvullende bewerkingen uitgevoerd worden. Deze aanvullende bewerkingen worden de in voorliggende bijlage uiteengezet.

## 2 Overzicht van schadeposten

Tabel 2.1 geeft een overzicht van typen overstromingsschade. De schadeposten zijn op twee manieren in categorieën ingedeeld.

Een eerste indeling is gebaseerd op het onderscheid tussen directe en indirecte schade. Directe schade ontstaat door het directe contact met het water (bijvoorbeeld fysieke schade aan onroerende en roerende goederen). De indirecte schade ontstaat als gevolg van de directe schade (bijvoorbeeld schade bij toeleveranciers en afnemers van overstroomde bedrijven door het wegvallen van omzet of van essentiële toelieferingen).

Een tweede onderscheid wordt gemaakt tussen geprijsde en niet-geprijsde schade. Geprijsde schade betreft goederen die op de markt verhandeld worden en waarvoor een prijs bestaat. Deze schade is direct in geld uit te drukken (bijvoorbeeld materiële schade of productieverlies van overstroomde bedrijven en hun toeleveranciers en afnemers). Niet-geprijsde schade betreft schade aan objecten waarvoor geen marktprijzen bestaan en die dus niet direct in geld is uit te drukken (bijvoorbeeld slachtoffers en schade aan natuur en milieu). Het streven in de MKBA WV21 is om ook de niet-geprijsde schade zo veel mogelijk in geld uit te drukken, zodat ze bij de geprijsde schade opgeteld kan worden. Dat maakt de berekening van economisch optimale beschermingsniveaus mogelijk.

Bij de berekening van de schadeposten moet ook rekening gehouden worden met economische baten die door de ramp veroorzaakt worden en de schade deels compenseren. Deze vloeien onder meer voort uit (zie Tabel 2.1) de substitutie door productie buiten het overstroomde gebied, en de vraagimpuls van herstel en wederopbouw.

Tabel 2.1 geeft met behulp van lettertypes weer in welke mate de verschillende schadeposten (en eventuele compenserende baten) in de schadeberekening van HIS-SSM opgenomen zijn. De vetgedrukte schadeposten zijn op afdoende wijze in HIS-SSM opgenomen (RebelGroup Advisory, 2006). De onderstreepte, vet gedrukte schadeposten zijn opgenomen in HIS-SSM, maar op onvolledige wijze. De onderstreepte schadeposten, tenslotte, worden in HIS-SSM niet beschouwd; ook de schade van dodelijke en niet-dodelijke slachtoffers vallen hieronder.

Tabel 2.1 De verschillende typen overstromingsschade, met een onderscheid in directe en indirecte, en geprijste en niet-geprijsde schade. *Vetgedrukt: schade is afdoende in HIS-SSM opgenomen. Vetgedrukt en onderstreept: schade is onvolledig in HIS-SSM opgenomen. Onderstreept: schade is niet in HIS-SSM opgenomen.*

	Geprijsd	Niet-geprijsd
<b>Direct</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe materiële schade aan kapitaalgoederen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Woningen en inboedel</b></li> <li>– <b>Voertuigen</b></li> <li>– <b>Kapitaalgoederen van bedrijven</b></li> <li>– <b>Landbouwgewassen en vee</b></li> <li>– <b>Infrastructuur</b></li> <li>– <b>Ruimtelijke inrichting</b></li> </ul> </li> <li>• <u>Materiële schade/kosten van dodelijke slachtoffers en gewonden (medische kosten, productieverlies)</u></li> <li>• <b><u>Directe bedrijfsuitval</u></b></li> <li>• <u>Kosten van hulpverlening, evacuatie, opruimen en nazorg</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Immateriële schade van slachtoffers (doden, gewonden, evacués, getroffen)</u></li> <li>• <u>Schade aan landschap, natuur, milieu en cultuurhistorische objecten</u></li> </ul>
<b>Indirect</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indirecte bedrijfsuitval:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b><u>Schade bij toeleverende en afnemende bedrijven</u></b></li> <li>– <b><u>Substitutie door productie buiten het overstroomde gebied</u></b></li> <li>– <u>Vraagimpuls van herstel en wederopbouw</u></li> <li>– <u>Permanente impact op productiviteit en competitiviteit</u></li> </ul> </li> <li>• <u>Doorsnijding van infrastructuur, nutsleidingen en telecommunicatieverbindingen (lifelines): geprijsde effecten (transportkosten, schade aan bedrijven,...)</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Doorsnijding van infrastructuur, nutsleidingen en telecommunicatieverbindingen (lifelines): niet-geprijsde effecten (reistijdverliezen, verlies van leefcomfort,...)</u></b></li> </ul>

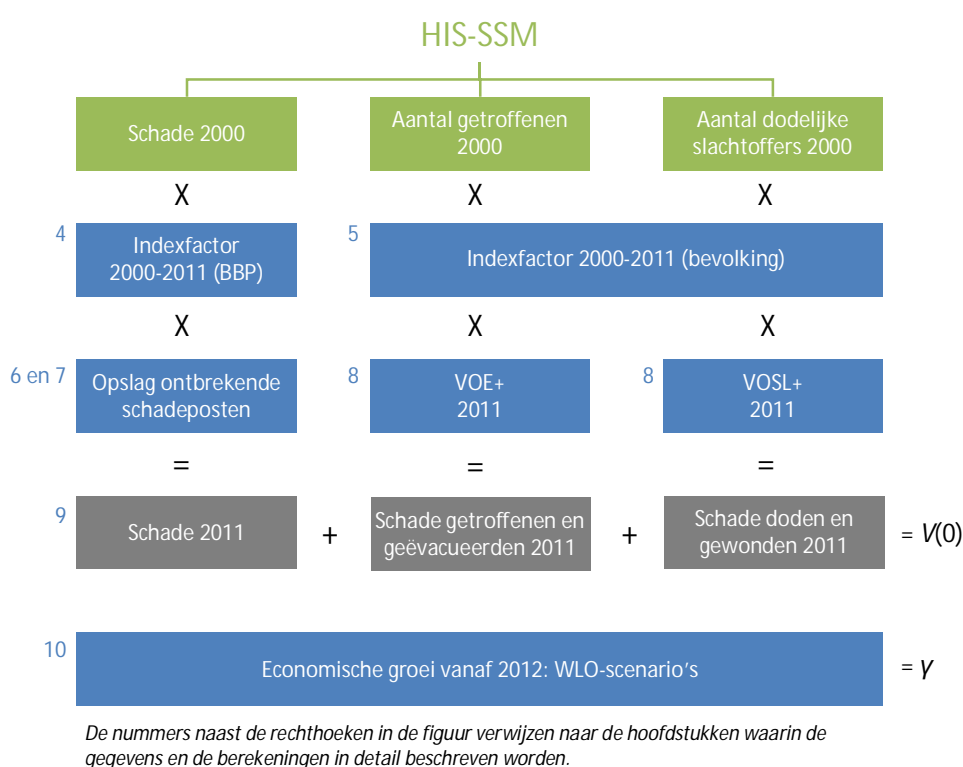
Om een systematische onderschatting van de overstromingsschade (en dus van de berekende economisch optimale beschermingsniveaus) te voorkomen, zijn schadeposten die niet of op onvolledige wijze in HIS-SSM opgenomen zijn, toch in de MKBA meegenomen:

- Materiële en immateriële schade slachtoffers: deze zijn in de MKBA meegenomen via kengetallen die de gemiddelde schade per slachtoffer uitdrukken. Deze kengetallen zijn vervolgens vermenigvuldigd met het aantal slachtoffers (aantal getroffen en aantal dodelijke slachtoffers) berekend door HIS-SSM. De bepaling van de kengetallen wordt verder in deze bijlage toegelicht.
- Overige niet of onvolledig opgenomen schadeposten: deze zijn meegenomen via een opslag op de schadebedragen uit HIS-SSM. Verder in deze bijlage wordt toegelicht hoe deze opslag bepaald is.

### 3 Aanpak van de berekening van de overstromingsschade

De basisinput voor *OptimaliseRing* is de overstromingsschade per dijkkring in het jaar 2011. In de beschrijving van *OptimaliseRing* in bijlage B wordt dit schadebedrag met het symbool  $V(0)$  aangeduid.

In Figuur 3.1 wordt geschetst hoe  $V(0)$  uit de outputs van HIS-SSM afgeleid wordt. De verschillende stappen van de berekening worden onder de figuur toegelicht.



Figuur 3.1 Stappenschema voor de berekening van de overstromingsschade per dijkkring in het jaar 2011 ( $V(0)$ ) op basis van de output van HIS-SSM.

HIS-SSM genereert per dijkkringgebied drie outputs (groene rechthoeken in de figuur):

- bedrag van de materiële schade in geval van een overstroming;
- aantal getroffen en geëvacueerden in geval van een overstroming;
- aantal dodelijke slachtoffers in geval van een overstroming.

De schadebedragen in HIS-SSM hebben betrekking op het jaar 2000.<sup>1</sup>  $V(0)$  wordt in de MKBA echter uitgedrukt in het prijspeil van 2009 en heeft betrekking op de schade in 2011. De schadebedragen gegenereerd door HIS-SSM moeten dus geïndexeerd worden om de inflatie tussen 2000 en 2009 evenals de toename van de reële schade tussen 2000 en 2011 in rekening te brengen. Deze indexering wordt uitgevoerd door de schadebedragen van HIS-

1. Op enkele schadecategorieën na, die een ander referentiejaar hebben (1997 of 2005). De implicaties hiervan worden later besproken en kunnen voorlopig genegeerd worden

SSM te vermenigvuldigen met factor **1,4**. Voor het dijkkringdeel 8-2: Flevoland-Zuidwest wordt een hogere factor gehanteerd (**3,6**) om rekening te houden met de bovengemiddelde economische groei van deze regio. In hoofdstuk 4 wordt de onderbouwing van de indexeringsfactoren nader toegelicht.

Ook de slachtofferaantallen (getroffenen en dodelijke slachtoffers) van HIS-SSM moeten geïndexeerd worden. Aangenomen is dat de procentuele toename van de slachtofferaantallen tussen 2000 en 2011 overeenkomt met de procentuele groei van de bevolking. Dit resulteert in een indexeringsfactor van **1,8** voor dijkkringdeel 8.2: Flevoland-Zuidwest en **1,05** voor de overige dijkkringgebieden. Deze factoren worden in hoofdstuk 5 nader toegelicht.

Het bedrag van de schade wordt vermenigvuldigd met factor **1,5** (d.w.z. verhoogd met een opslag van 50%) om rekening te houden met schadeposten die niet of onvolledig in het schadebedrag van HIS-SSM begrepen zijn. De onderbouwing van de hoogte van de opslag wordt in hoofdstuk 6 besproken.

Bij deze opslagfactor wordt een risicopremie van **10%** bijgeteld (d.w.z. de factor wordt verhoogd van 1,5 tot 1,6) om risicoaversie in rekening te brengen. Deze extra risicopremie wordt in hoofdstuk 7 gemotiveerd.

De slachtoffergelateerde schade wordt berekend door de slachtofferaantallen uit HIS-SSM te vermenigvuldigen met kengetallen die de gemiddelde schade per slachtoffer weergeven. Er worden twee kengetallen gebruikt:

- 1 Het kengetal VOE+ (Value of Evacuation "plus") is gelijk aan **12.000 euro** (schade in 2011 in prijspeil van 2009) en wordt vermenigvuldigd met het aantal getroffenen. Het omvat naast de persoonlijke kosten van evacuaties (ongemak, inkomensverlies,...) ook de immateriële schade aan de bezittingen van de getroffenen (verlies van onvervangbare bezittingen zoals souvenirs).
- 2 Het kengetal VOSL+ (Value of Statistical Life "plus") is gelijk aan **6,7 miljoen euro** en wordt vermenigvuldigd met het aantal dodelijke slachtoffers. Het omvat de persoonlijke schade van zowel dodelijke slachtoffers als gewonden (vandaar de "plus").

De onderbouwing van beide kengetallen wordt in hoofdstuk 8 toegelicht.

Alle elementen voor de berekening van  $V(0)$  zijn daarmee beschikbaar. Het bedrag van de materiële schade wordt verkregen door de vermenigvuldiging van het schadebedrag van HIS-SSM, de indexeringsfactor 2000-2011 en de opslagfactor voor ontbrekende schadeposten. De slachtoffergelateerde schade wordt verkregen door de vermenigvuldiging van de slachtofferaantallen van HIS-SSM (aantal getroffenen en aantal dodelijke slachtoffers), de indexeringsfactor 2000-2011 en de kengetallen VOE+ en VOSL+.  $V(0)$  is gelijk aan de som van de materiële schade en de slachtoffergelateerde schade (grijze rechthoeken in de figuur). De uitkomsten van de berekening van de totale schade worden in hoofdstuk 9 gepresenteerd.

Na 2011 wordt  $V(0)$  jaarlijks verhoogd met de economische groei ( $\gamma$  in de notatie van *OptimaliseRing*). De prognoses van de economische groei worden uit de WLO-scenario's gehaald. Meer uitleg wordt in hoofdstuk 10 verstrekt.

## 4 Indexering van de schadebedragen naar het basisjaar 2011

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de schadebedragen berekend met behulp van HIS-SSM geïndexeerd worden om ze geschikt te maken als input voor *OptimaliseRing*. Dit hoofdstuk bestaat uit twee paragrafen. In paragraaf 4.1 wordt de methode van de indexering toegelicht. In paragraaf 4.2 wordt de methode toegepast om de indexeringsfactoren te bepalen.

### 4.1 Methode van indexering

Er zijn twee redenen waarom de schadebedragen geïndexeerd moeten worden.

- 1 Verandering van het prijspeil (P). De schadebedragen in HIS-SSM zijn uitgedrukt in prijzen van 2000. De MKBA wordt opgesteld in prijzen van 2009. De schadebedragen in HIS-SSM moeten dus naar het prijspeil van 2009 omgezet worden.
- 2 Reële toename van de schade (Q). De schadebedragen in HIS-SSM zijn gebaseerd op het volume van de kapitaalgoederenvoorraad en de economische activiteit in het jaar 2000. Het schadebedrag  $V(0)$  in *OptimaliseRing* heeft betrekking op het jaar 2011. Ten gevolge van de economische groei stijgt de schade in geval van overstroming jaar na jaar. De schadebedragen in HIS-SSM moeten dus geïndexeerd worden om rekening te houden met de economische groei tussen 2000 en 2011.

#### Selectie van referentievariabele

De onderstaande tabel toont een overzicht van de schadegroepen die in HIS-SSM onderscheiden worden. Voor elke schadegroep worden bepalende of correlerende macro-economische variabelen benoemd die voor de indexering van de schadebedragen gebruikt kunnen worden. Samengevat is de directe schade het meeste gerelateerd met diverse categorieën van de kapitaalgoederenvoorraad, en de indirecte schade met de bruto toegevoegde waarde.

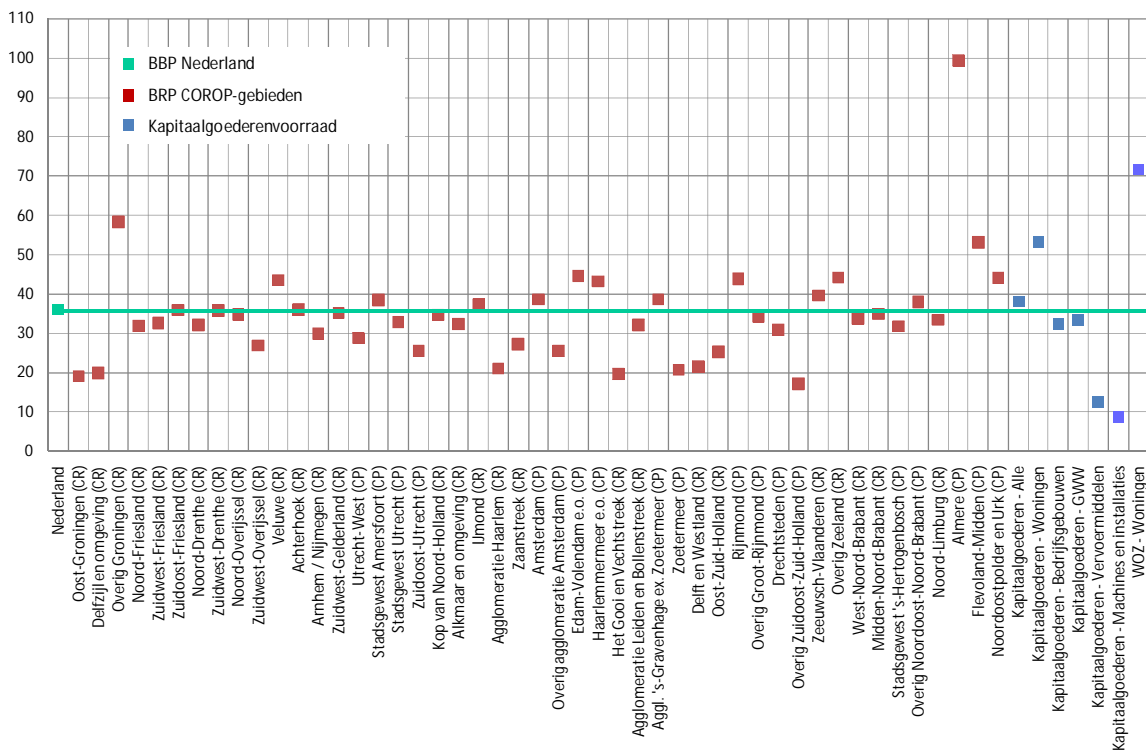
Tabel 4.1 Bepalende/correlerende variabelen van schadebedragen voor verschillende schadegroepen in HIS-SSM.

Schadegroep HIS-SSM	Bepalende/correlerende variabelen van schadebedrag
Grondgebruik (landbouw, recreatie, vliegvelden)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe schade: waarde kapitaalgoederenvoorraad</li> <li>• Indirecte schade: toegevoegde waarde landbouw</li> </ul>
Infrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarde grond-, weg- en waterbouwkundige werken (GWW)</li> </ul>
Huishoudens (woningen en auto's)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarde kapitaalgoederenvoorraad – woningen (gebouwen)</li> <li>• Waarde kapitaalgoederenvoorraad – vervoermiddelen</li> </ul>
Bedrijven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directe schade: <ul style="list-style-type: none"> <li>– waarde kapitaalgoederenvoorraad – bedrijfsgebouwen;</li> <li>– waarde kapitaalgoederenvoorraad – machines en installaties.</li> </ul> </li> <li>• Indirecte schade: toegevoegde waarde</li> </ul>
Overig (gemalen, waterzuivering)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarde grond-, weg- en waterbouwkundige werken (GWW)</li> </ul>

Het CBS publiceert historische gegevens over de ontwikkeling van de waarde van de kapitaalgoederenvoorraad in de tijd, maar die gegevens zijn enkel op landelijk niveau beschikbaar. De gegevens over het bruto regionaal product (BRP) worden wel regionaal opgesplitst (tot COROP+<sup>2</sup>). Er bestaat dus een keuze tussen twee werkwijzen voor de actualisering van de schadebedragen:

- gedifferentieerd per schadegroep, maar niet per gebied (landelijke gegevens voor alle gebieden);
- gedifferentieerd per gebied, maar niet per schadegroep (actualisering op basis van BRP voor alle schadegroepen).

Om te helpen bij deze keuze toont Figuur 4.1 de procentuele verandering tussen 2000 en 2007 van het nominale BRP per COROP-regio (inbegrepen COROP+-gebieden), alsmede van de landelijke ontwikkeling in de tijd van de waarde van de kapitaalgoederenvoorraad voor verschillende categorieën van kapitaalgoederen.



Figuur 4.1 Groei bruto regionaal product (BRP) en kapitaalgoederenvoorraad 2000-2007 (nominaal, mutatie 2000—2007, %)

Bron: CBS Statline

2. Een **COROP-gebied** is een regionaal gebied binnen Nederland dat deel uitmaakt van de COROP-indeling. Deze indeling wordt gebruikt voor analytische doeleinden. De naam COROP komt van **Coördinatie Commissie Regionaal OnderzoeksProgramma**. Dit was de naam van de commissie die in 1971 de indeling van Nederland in COROP-gebieden ontwierp. In totaal zijn er in Nederland 40 COROP gebieden. Elk COROP-gebied is een samenvoeging van gemeenten. Een aantal COROP-gebieden is nader onderverdeeld in COROP + gebieden.

Het nominale BBP in marktprijzen van Nederland groeide in die periode met 36%. Op een vijftal positieve of negatieve uitschieter na lagen alle COROP-gebieden in een bandbreedte tussen 20% en 50%.

De ontwikkeling van de waarde van alle kapitaalgoederen was over de beschouwde periode ongeveer gelijk aan die van het BBP. Hetzelfde geldt voor de deelcategorieën “bedrijfsgebouwen” en “grond-, weg- en waterbouwkundige werken (GWW)”. De waarde van de woningenvoorraad groeide beduidend sneller dan het BBP (iets meer dan 50%). De gegevens over de waarde van de woningenvoorraad betreffen in principe enkel de waarde van de gebouwen. De totale waarde van de woningen (“waarde onroerende zaken (WOZ) – woningen”) groeide nog sneller: meer dan 70%. Maar hierin is de grondwaarde wel inbegrepen, en daarom is deze variabele minder geschikt als maatstaf voor de evolutie van het schadebedrag. De evolutie van de waarde van voertuigen en machines liep daarentegen fors achter op het BBP.

De figuur pleit niet duidelijk voor één van beide werkwijzen. Uiteindelijk is er gekozen voor een derde optie:

- geen differentiatie per schadegroep, d.w.z. indexering op basis van de evolutie van het BRP/BBP voor alle schadegroepen;
- beperkte differentiatie per gebied, waarbij slechts twee gebiedsdelen onderscheiden worden: enerzijds alle dijkkringgebieden behalve Almere, en anderzijds dijkkringdeel 8-2: Flevoland-Zuidwest (waarin Almere gelegen is). Almere is in Figuur C.2 immers de enige regio die ver “uit de band springt”.

Dit betekent dat voor alle dijkkringgebieden behalve dijkkringdeel 8-2 de indexering van de schadebedragen op de ontwikkeling van het landelijke BBP gebaseerd wordt.

- Voor de periode 2000-2007 worden historische gegevens over de ontwikkeling van het nominale BBP gebruikt (aangezien over deze periode zowel het prijspeil P als het volume Q van de schadebedragen aangepast moeten worden).
- Voor 2008 en 2009 worden de meest recente gegevens over de ontwikkeling van het nominale BBP gebruikt, die door het CPB ten behoeve van het Centraal Economisch Plan (CEP) verzameld zijn.
- Voor 2010 en 2011 worden de kortetermijnprognoses van de reële groei van het landelijke BBP gebruikt, die door het CPB ten behoeve van het CEP opgesteld zijn.

Voor dijkkringdeel 8-2 worden hogere indexeringsfactoren dan het landelijk gemiddelde vooropgesteld om rekening te houden met (1) de bovengemiddelde groei van 2000 tot nu, en (2) de verwachte doorzetting van die trend tot minstens 2030 (“schaalsprong Almere”). De aparte werkwijze voor de dit dijkkringdeel komt later aan bod in paragraaf 4.2.

### Selectie van referentiejaar

In HIS-SSM worden vijf grote schadegroepen onderscheiden (zie eerste kolom Tabel 4.2). De schadebedragen van alle schadegroepen zijn in het prijspeil van 2000 uitgedrukt. Het basisjaar van het schadevolume varieert echter naargelang de schadegroep. Voor de eenvoud is echter voor alle schadegroepen het basisjaar van de indexering van zowel de P- als de Q-component op 2000 vastgelegd. Uit de berekeningen blijkt immers dat het verschil ten opzichte van de volledig correcte werkwijze klein is (zie bespreking van resultaten in de volgende paragraaf).

Tabel 4.2 Overzicht van basisjaren schadebedragen HIS-SSM

Schadegroep HIS-SSM	Basisjaar prijspeil (P)	Basisjaar schadevolume (Q)
Grondgebruik (landbouw, recreatie, vliegvelden)	2000	2000
Infrastructuur	2000	2005
Huishoudens (woningen en auto's)	2000	2000
Bedrijven	2000	2005
Overig (gemalen, waterzuivering)	2000	1997

## 4.2 Bepaling van de indexeringsfactoren

### Alle dijkkringgebieden behalve dijkkringdeel 8-2: Flevoland Zuidwest

Tabel 4.3 toont de berekening van de indexeringsfactor 2000-2011 voor alle dijkkringgebieden behalve dijkkringdeel 8-2. De indexering betreft het prijspeil (P) tussen 2000 en 2009, en het volume (Q) tussen 2000 en 2011. Als gevolg van de indexering moeten de schadebedragen in HIS-SSM met 42% (afgerond 40%) opgehoogd worden, en dus met een factor **1,4** worden vermenigvuldigd.

Tabel 4.3 Berekening schade-indexeringsfactor 2000-2011 (alle dijkkringgebieden behalve 8-2). De MKBA wordt opgesteld in prijzen van 2009; het schadebedrag V(0) in OptimaliseRing heeft betrekking op het jaar 2011.

Comp.	Periode	% mutatie	Indexeringsvariabele	Bron
P	2000-2007	18,9%	BBP deflator	CBS
P	2007-2009	2,7%	BBP deflator	CEP*
Q	2000-2007	14,4%	BBP volume	CBS
Q	2007-2011	1,4%	BBP volume	CEP*
Totaal 2000-2011		42%		
Indexeringsfactor		<b>1,4</b>	1,42 afgerond	

\* Bron: Centraal Economisch Plan 2010 (CPB, maart 2010)

Veronderstel dat voor schadegroepen "infrastructuur" en "bedrijven" de indexering van de Q-component slechts in 2005 zou aangevangen worden, omdat de raming van de schadeomvang in HIS-SSM van deze schadegroepen het basisjaar 2005 heeft. In dat geval moeten de indexeringsfactor in Tabel 4.3 verminderd worden met:

- 6,6% (reële groei BBP tussen 2000 en 2005) in geval van de schadegroep "infrastructuur";
- 1,5% (groei werkgelegenheid tussen 2000 en 2005) in geval van de schadegroep "bedrijven".

De indexeringsfactor zou dan 1,33 (voor infrastructuur) en 1,40 (voor bedrijven) bedragen (in plaats van 1,42). Die verschillen zijn te klein om een afwijking van de eenvoudige, uniforme indexeringsfactor van 1,42 (afgerond 1,4) te motiveren. Hetzelfde geldt voor de zeer kleine



schadegroep “overig”, waarvan het basisjaar van de schadeomvang in HIS-SSM gelijk is aan 1997.

### Dijkringdeel 8-2: Flevoland-Zuidwest

Voor dijkkringdeel 8-2 wordt een hogere indexeringsfactor gebruikt op basis van de economische en ruimtelijke visie voor 2030 (“schaalsprong”). De economische kerncijfers van de visie worden in Tabel 4.4 samengevat. Ze impliceren een groei van de bevolking en werkgelegenheid die het landelijke gemiddelde ruimschoots overschrijdt. Merk op dat de prognoses van het aantal inwoners en banen voor 2030 lager zijn dan de bedragen die in beleidsdocumenten geciteerd worden (100.000 extra banen tussen 2007 en 2030). De prognoses komen uit de maatschappelijke kosten-batenanalyse van de verstedelijkingsvarianten en openbaar vervoerprojecten van Almere (Zwaneveld et al., 2009). Daarin wordt een realistische schatting opgesteld van de banengroei die verwacht mag worden in de veronderstelling dat de ambitie van 60.000 extra woningen gehaald wordt.

Tabel 4.4 Kerncijfers “schaalsprong” Almere 2030

	2007	2030	Gemiddelde jaarlijks groeipercentage
Inwoners	183.000	310.000	2,3%
Werkgelegenheid <sup>(1)</sup>	57.000 <sup>(2)</sup>	110.000	2,9%

(1) In personen met een baan van twaalf uur per week of meer. Een persoon met één baan van 10 uur per week telt dus niet mee. Als iemand twee banen heeft van twaalf uur elk, telt dit mee als één baan.

(2) Raming op basis van verhouding inwoners/werkgelegenheid in 2006.

Bron: Zwaneveld et al., (2009)

Een klein deel van de verwachte banengroei (5%) zal buitendijks gecreëerd worden (*Concept Structuurvisie Almere 2.0*). Dit aandeel valt binnen de onzekerheidsmarge van onze berekeningen en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

De visie voor Almere 2030 is niet vertaald in termen van bruto regionaal product. Daarom is die vertaling ten behoeve van de MKBA van WV21 zelf uitgevoerd. De groei van het aantal banen in het schaalsprongscenario (2,9% per jaar) is geteld bij de groei van de arbeidsproductiviteit (BBP gedeeld door werkzame beroepsbevolking) volgens de recente gegevens en korte termijnprognoses in het Centraal Economisch Plan 2010. Zo wordt een raming van de ontwikkeling van het reële BRP van Almere over de periode 2007-2011 verkregen.

Alle gegevens om de indexeringsfactor 2000-2011 voor de regio Almere te berekenen zijn daarmee aanwezig (zie Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Berekening schade-indexeringsfactor 2000-2011 regio Almere (COROPgebied 4001). De MKBA wordt opgesteld in prijzen van 2009; het schadebedrag  $V(0)$  in OptimaliseRing heeft betrekking op het jaar 2011.

Comp.	Periode	% mutatie	Indexeringsvariabele	Bron
P en Q	2000-2007	99,5%	Nominaal BRP COROP 4001	CBS
P	2007-2009	2,7%	BBP deflator	CEP*
Q	2007-2011	13,3%	Raming BRP volume (aantal banen Schaalsprong x arbeidsproductiviteit CEP)	CEP* en Schaalsprong**
Totaal 2000-2011		132%		
Indexeringsfactor		2,32		

\* Centraal Economisch Plan 2010 (CPB, maart 2010)

\*\* Zwaneveld et al. (2009)

Er wordt verondersteld dat Almere zich tot 2030 ontwikkelt volgens het schaalsprongscenario, en vanaf dan het landelijke groeipad volgt. Voor de periode 2011-2030 wordt het BRP van Almere op dezelfde wijze berekend als voor de periode 2007-2011. De groei van het aantal banen in het schaalsprongscenario wordt opgeteld bij de groei van de arbeidsproductiviteit. Deze laatste komt uit de WLO-scenario's (omdat het CEP niet verder reikt dan 2011). Uit de WLO-scenario's is voor de MKBA WV21 het Transatlantic Market scenario (TM) geselecteerd (Zwaneveld et al., 2009). Het TM-scenario wordt gekenmerkt door een gemiddelde BBP-groei van 1,9% per jaar, bestaande uit een werkgelegenheidsgroei van 0% en een groei van de arbeidsproductiviteit van 1,9% per jaar. In de regio Almere groeit het BRP volgens onze rekenmethode dan met gemiddeld 4,9% per jaar (2,9% werkgelegenheidsgroei volgens de "schaalsprong" + 1,9% groei van de arbeidsproductiviteit zoals in het landelijk TM-scenario). Dit is een bovengemiddelde groei in 2011-2030 ten opzichte van het landelijk gemiddelde van 72% (2,9% per jaar gedurende 19 jaar).

De groei van zowel Almere als het landelijk gemiddelde hangt af van het gekozen langetermijnsceario. Onder een bepaalde voorwaarde blijft de bovengemiddelde groei van Almere echter vrij constant. De tweede kolom van Tabel 4.6 toont de gemiddelde werkgelegenheidsgroei in de vier WLO-scenario's. In Zwaneveld et al. (2009) wordt verondersteld dat de werkgelegenheidsgroei volgens de "schaalsprong" (2,9% per jaar) overeenstemt met het Transatlantic Market scenario. In de overige drie scenario's wordt een lagere of hogere werkgelegenheidsgroei verondersteld, zodanig dat het absolute verschil in percentagepunten ten opzichte van het TM-scenario hetzelfde is als bij het landelijk gemiddelde (zie laatste kolom van Tabel 4.6). Men kan nagaan dat in dat geval de bovengemiddelde groei van het BRP van Almere altijd ongeveer 70% bedraagt.

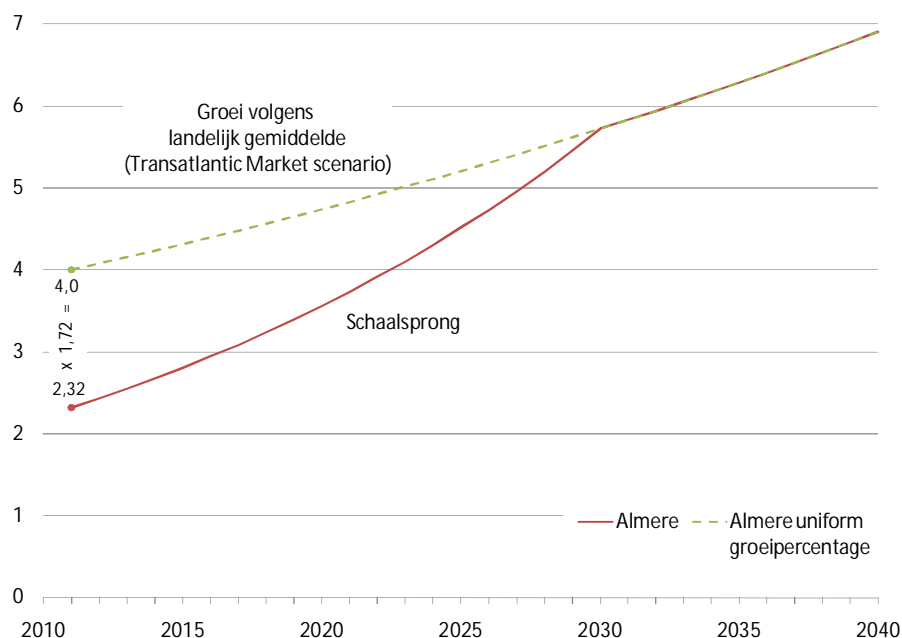
Tabel 4.6 Groei werkgelegenheid in andere langetermijnsceario's (% mutatie per jaar)

WLO-scenario	Landelijk gemiddelde	Almere
Regional Communities	-0,5	2,4
Strong Europe	0,1	3,0
Transatlantic Market	0,0	<b>2,9</b>
Global Economy	0,4	3,3

De bovengemiddelde groei tussen 2011 en 2030 van COROP-regio 4001 wordt al in de indexeringsfactor 2000-2011 verwerkt. Dit laat toe om na 2011 voor alle dijkkringgebieden een uniforme schadegroei te hanteren. De indexering van het BRP van Almere voor 2000-2011 wordt dus:

$$2,32 * 1,72 = 4,0.$$

Deze werkwijze leidt ertoe dat de indexeringsfactor van Almere gedurende de periode 2011-2030 overschat is (zie Figuur 4.2). Aangezien de MKBA WV21 economisch optimale overstromingskansen voor de periode tot 2050 afleidt en de eerste investeringen om deze optimale overstromingskansen te bereiken waarschijnlijk op zijn vroegste pas in de periode 2020-2030 moeten worden gedaan, wordt hiermee geen grote fout gemaakt.



Figuur 4.2 Schade-indexeringsfactor Almere (COROP+-gebied 4001)

De bovenvermelde factor van 4,0 geldt voor COROP+-gebied nr. 4001 (Almere). Dijkkringdeel 8-2 omvat echter zowel COROP+-gebied nr. 4001 (83%), als een deel van COROP+-gebied nr. 4002 (Flevoland-Midden, 17%). Voor COROP-gebied 4002 wordt uitgegaan van de gemiddelde indexeringsfactor van 1,4 die ook voor de andere dijkkringgebieden geldt (zie Tabel 4.3). De schade-indexeringsfactor 2000-2011 voor Dijkkringdeel 8-2 is gelijk aan:

$$83\% * 4,0 + 17\% * 1,4 = 3,6.$$



## 5 Indexering van de slachtofferaantallen naar het basisjaar 2011

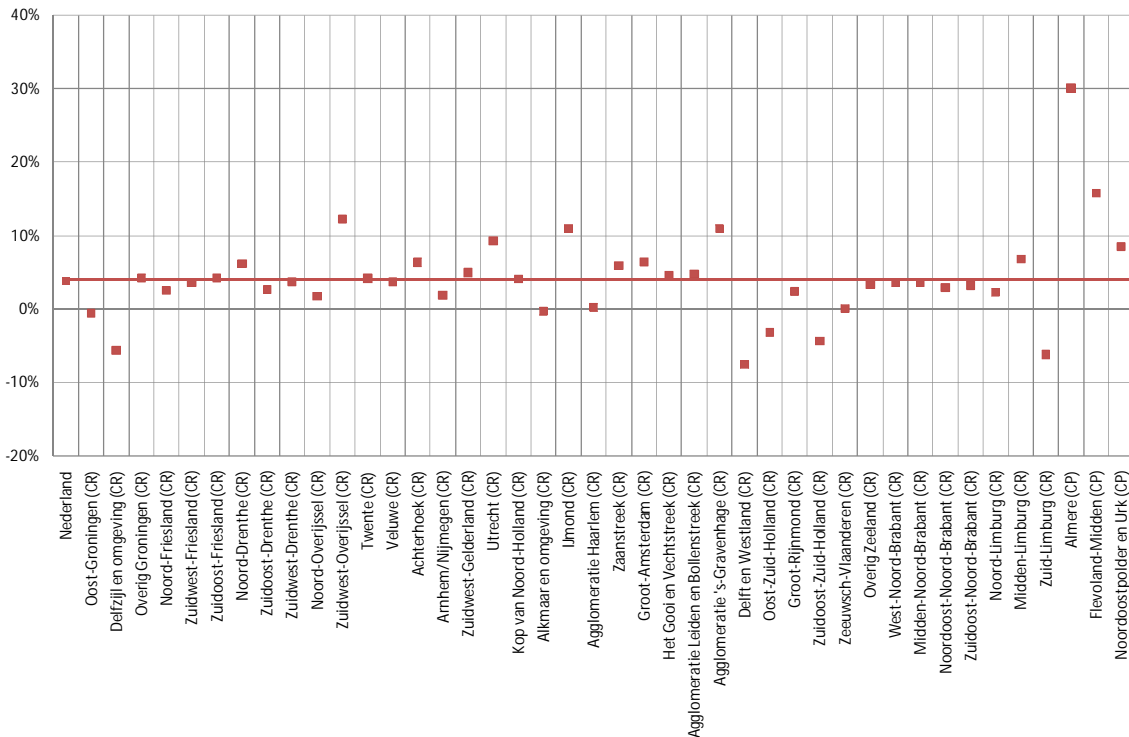
In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de slachtofferaantallen berekend met HIS-SSM geïndexeerd worden om ze geschikt te maken als input voor *OptimaliseRing*. De paragraaf bestaat uit twee paragrafen. In paragraaf 5.1 wordt de methode van de indexering toegelicht. In paragraaf 5.2 wordt de methode toegepast om de indexeringsfactoren te bepalen.

### 5.1 Methode van indexering

De raming van de slachtofferaantallen in HIS-SSM is gebaseerd op het bevolkingspeil per dijkkring in 2000. Ten behoeve van de MKBA moeten deze aantallen eerst geïndexeerd worden naar aantallen die op het jaar 2011 betrekking hebben.

Het slachtofferaantal in 2011 wordt verkregen door het slachtofferaantal in 2000 (uit HIS-SSM) te vermenigvuldigen met een factor die de nationale bevolkingsgroei tussen 2000 en 2011 weergeeft. Deze factor wordt berekend op basis van historische gegevens (2000-2009) en een prognose van het CBS (2009-2011). Alleen voor Almere wordt een hogere bevolkingsgroei aangenomen, die rekening houdt met de economische en ruimtelijke visie voor 2030 ("schaalsprong").

Om een indruk te geven van de regionale differentiatie van de bevolkingsgroei toont Figuur 5.1 de procentuele verandering tussen 2000 en 2009 van de bevolking per COROP-regio (per COROP+-gebied voor Flevoland). In Nederland steeg de bevolking met 4% in de periode 2000-2009. De meeste COROP-gebieden liggen in een bandbreedte tussen -10% en +10%. De belangrijkste positieve uitschieter is het COROP+-gebied Almere. Daarom is besloten om, zoals bij de indexering van de schadebedragen, enkel voor Almere een uitzondering te maken en voor alle andere dijkkringgebieden en dijkkringdelen een uniforme indexeringsfactor toe te passen.



Figuur 5.1 Bevolkingsgroei per COROP-regio (COROP+ voor Flevoland) in 2000-2009 (Bron: CBS Statline).

## 5.2 Bepaling van de indexeringsfactoren

### Alle dijkkringgebieden behalve dijkkringdeel 8-2

Als gevolg van de bevolkingsgroei tussen 2000 en 2011 moeten de slachtofferaantallen in HIS-SSM voor de indexeringsfactor naar 2011 met een factor **1,05** vermenigvuldigd worden.

### Dijkkringdeel 8-2: Flevoland- Zuidwest

Tabel 5.1 toont de berekening van de groeifactor 2000-2011 voor het COROP+-gebied Almere (4001), waarin de impact van de schaalessprong tot 2030 al verwerkt is. De gebruikte bevolkingsprognose is overgenomen uit de maatschappelijke kosten-batenanalyse van de verstedelijkingsvarianten en openbaar vervoerprojecten van Almere (Zwaneveld et al., 2009), en is iets lager dan de cijfers die in beleidsdocumenten geciteerd worden. Er wordt verondersteld dat 1/6 van de nieuwe woningen buitendijks gerealiseerd wordt, in overeenstemming met de uitgangspunten van de voorliggende concept structuurvisie.

Tabel 5.1 Berekening van de slachtofferindexeringsfactor voor COROP+-gebied 4001 voor de periode 2000-2011, waarbij de schaa sprong na 2011 al is inbegrepen en wordt uitgegaan van de bevolkingsgroei volgens het Transatlantic Market scenario.

	Waarde		Bron/toelichting
Bevolking in 2000	142.765	(1)	CBS Statline
Bevolking in 2030	310.000	(2)	Zwaneveld et al. (2009)
Bevolkingsgroei 2010-2030	120.000	(3)	Zwaneveld et al. (2009)
Aandeel buitendijkse groei	1/6	(4)	Concept Structuurvisie Almere 2.0
Aantal buitendijks in 2030	20.000	(5)	= (3) * (4)
Aantal binnendijks in 2030	290.000	(6)	= (2) – (5)
Factor 2000-2030 Almere binnendijks	2,03	(7)	= (6) / (1)
Factor 2011-2030 landelijk	1,03	(8)	= 1,0016 <sup>19</sup> (groei volgens TM-scenario)
Factor 2000-2011 + schaa sprong	1,97	(9)	= (7) / (8)

Dijkkringdeel 8-2 omvat zowel COROP+-gebied nr. 4001, als een deel van COROP+-gebied nr. 4002 (Flevoland-Midden), dat (wat de woongebieden betreft) ongeveer overeenkomt met de gemeente Zeewolde. De aandelen van Almere en Zeewolde in het dijkkringdeel bedragen respectievelijk 90% en 10%.<sup>3</sup> Voor de gemeente Zeewolde gaan we uit van de gemiddelde indexeringsfactor van 1,05 die ook voor de andere dijkkringgebieden geldt. De indexeringsfactor 2000-2011 voor dijkkringdeel 8-2 is dan gelijk aan:

$$90\% * 1,97 + 10\% * 1,05 = 1,88.$$

In de factor 2000-2011 zit de bovengemiddelde impact van de schaa sprong tot 2030 verwerkt.

In de berekening in Tabel 5.1 is van het Transatlantic Market scenario uitgegaan. Dit scenario wordt ook door de opstellers van de maatschappelijke kosten-batenanalyse van de verstedelijkingsvarianten en openbaar vervoerprojecten van Almere als centraal scenario gehanteerd. Maar eigenlijk doen de auteurs van die maatschappelijke kosten-batenanalyse geen uitspraak over de haalbaarheid van de schaa sprong in de verschillende WLO-scenario's. Zij beschouwen de realisatie van de schaa sprong als een onveranderlijk uitgangspunt, en enkel voor de omgevingsparameters nemen ze waarden uit de WLO-scenario's over.

In Tabel 5.2 wordt de indexeringsfactor 2000-2011 voor dijkkringdeel 8-2 berekend voor andere aannames over de gemiddelde landelijke bevolkingsgroei (en dus andere aannames over de bovengemiddelde groei van de schaa sprong). In de andere WLO-scenario's varieert de factor tussen 1,76 en 1,95. Voor de eenvoud wordt het gemiddelde van de vier uitkomsten genomen, d.w.z ongeveer **1,8**.

<sup>3</sup>. Op basis van bevolking in 2009 (bron: CBS Statline).

Tabel 5.2 Berekening van de slachtofferindexeringsfactor voor dijkkringdeel 8-2 voor de periode 2000-2011, waarbij de schaa sprong na 2011 al is inbegrepen en wordt uitgegaan van de bevolkingsgroei volgende de vier WLO scenario's.

Scenario:	RC	SE	TM	GE		Bron/toelichting
Factor 2000-2030	2,03				(1)	(7) in Tabel E.8
Factor 2011-2030	0,99	1,08	1,03	1,11	(2)	WLO
Factor 2000-2011 + schaa sprong	2,05	1,87	1,97	1,84	(3)	= (1) / (2)
Factor 2000-2011 Zeewolde	1,05				(4)	
Factor 2000-2011 Dijkkring 8-2	1,95	1,79	1,88	1,76	(5)	= 0,9*(3) + 0,1*(4)



## 6 Opslag op schadebedragen

De overstromingsschade die berekend wordt met de huidige schade- en slachtoffermodule van het hoogwater informatiesysteem (HIS-SSM), is niet volledig. Sommige schadecategorieën worden onderschat en andere worden helemaal buiten beschouwing gelaten.

Om een systematische onderschatting van de overstromingsschade (en dus van de berekende economisch optimale overstromingskansen) te voorkomen, worden de bedragen van de overstromingsschade volgens HIS-SSM vermenigvuldigd met een factor **1,5**.

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de samenstelling van de opslagfactor. In de rest van dit hoofdstuk worden de verschillende delen van de opslag toegelicht. De post "overige" omvat een algemene opslag voor diverse niet expliciet gewaardeerde effecten. De hoogte van deze opslag is niet expliciet onderbouwd maar is een afrondingsfactor die bij de andere opslagen opgeteld wordt.

Tabel 6.1 Samenstelling van de opslag op de materiële schade.

Posten die via een opslag meegenomen worden	Opslag op schade van SSM	Reden
Kosten van hulpverlening, evacuatie, opruiming en nazorg	10%	Niet in HIS-SSM
Schade van directe en indirecte bedrijfsuitval	9 – 19%	Onderschatting duur en scope van effecten
Indirecte effecten van doorsnijding van infrastructuur	2 – 14%	Onderschatting mobiliteitseffecten
Overige (afhandelingkosten, uitval van woningdiensten, doorsnijding nutsleidingen en communicatieverbindingen, langetermijnimpact op het investeringsklimaat, LNC-waarden, onbekende posten)	19 – 17%	Algemene opslag voor resterende, niet expliciet gewaardeerde effecten
Totaal - interval	40 – 60%	
Totaal - middenpunt	50%	
Factor	<b>1,5</b>	

In HIS-SSM worden drie schadegroepen onderscheiden. Het gemiddelde aandeel van deze groepen in het berekende totale schadebedrag voor alle dijkringen volgens HISS-SSM is (DWW 2005):

1	directe schade aan kapitaalgoederen:	95%
2	directe schade ten gevolge van bedrijfsuitval:	4%
3	indirecte schade:	1%

Deze gemiddelde verdeling wordt aangehouden als uitgangspunt voor het ramen van de opslagen.

## 6.1 Kosten van hulpverlening, evacuatie, opruimen en nazorg

Behalve de kosten van onmiddellijke hulpverlening (evacuatie, reddingsoperaties, medische verzorging, noodopvang,...) omvat deze rubriek ook de kosten van diverse nazorgactiviteiten (opruimen, schoonmaken, schadetaxatie, opvang in tijdelijke huisvesting, rechtszaken bij conflicten over verzekeringen en schadevergoedingen,...). Voor deze kosten is een opslag van 10 procent gekozen. Dit percentage is gebaseerd op de bevindingen van verschillende onderzoeken:

- 1 Er zijn twee onderzoeken uitgevoerd om kengetallen en kostenfuncties te ontwikkelen die in een volgende versie van de schade- en slachtoffermodule ingebouwd kunnen worden. De onderzoeken baseerden zich op literatuurstudie, statistische gegevens van het CBS en expertmeningen. Om de gevonden kengetallen en kostenfuncties te toetsen werden ze op enkele dijkringen toegepast. De kengetallen uit het eerste onderzoek (RebelGroup Advisory, 2007) resulteerden in een raming van de kosten van hulpverlening, evacuatie en opruimen van 20 tot 40 procent van de schade zoals berekend door de schade- en slachtoffermodule. Op basis van de kengetallen uit het tweede onderzoek (Royal Haskoning, 2007b), bedoeld als een verdieping van het eerste onderzoek, werd een percentage van 5 tot 7 procent gevonden. In deze onderzoeken werden alle hierboven vermelde kostenposten beschouwd, uitgezonderd de kosten van rechtszaken.
- 2 Na de overstroming van New Orleans in 2005 werden de kosten van reddingsoperaties, evacuatie, tijdelijke huisvesting en schoonmaken in New Orleans geraamd op 12 procent van de directe materiële schade. Men verwacht bovendien een aantal gerechtelijke procedures. De kosten daarvan zijn niet geraamd. Ze omvatten niet alleen de rechtstreekse juridische kosten maar ook de kosten ten gevolge van de vertraging van het herstel dat ze veroorzaken (Kok et al., 2006).
- 3 In het handboek dat in het Verenigd Koninkrijk wordt gebruikt voor het ramen van de baten van overstromingsrisicobeheer (Penning-Rowse, 2005) wordt een percentage van 10,7 van de directe materiële schade geadviseerd als standaard opslagpercentage voor de kosten van hulpverlening en evacuatie.

## 6.2 Schade van directe en indirecte bedrijfsuitval

### Wat is schade van directe en indirecte bedrijfsuitval?

Een overstroming beschadigt de kapitaalgoederenvoorraad van bedrijven. Tijdens de periode van herstel of wederopbouw van de beschadigde gebouwen en uitrusting is de productie van de getroffen bedrijven onderbroken. De toegevoegde waarde van de verloren productie vertegenwoordigt een schadepost die bij de schade aan de kapitaalgoederen geteld moet worden.

De bedrijfsuitval in het overstroomde gebied ("directe" bedrijfsuitval) heeft ook een impact op de productieactiviteiten buiten het overstroomde gebied ("indirecte" bedrijfsuitval). Bedrijven buiten het overstroomde gebied die leveren aan direct getroffen bedrijven zien een deel van hun omzet wegvallen en verminderen noodgedwongen hun productie (waardoor ook de vraag bij hun toeleveranciers daalt, enz.). Bedrijven die toeleveringen uit het overstroomde gebied betrekken, moeten hun productie stopzetten wegens het ontbreken van essentiële grondstoffen of onderdelen. Op deze wijze verspreiden de effecten van de overstroming zich via afzet- en toeleveringsrelaties over het economische systeem buiten het rampgebied.

De indirecte effecten op de productieactiviteiten buiten het overstromde gebied kunnen echter ook positief uitvallen. Bedrijven buiten het overstromde gebied substitueren de uitgevallen productie binnen het overstromde gebied. Het herstel en de wederopbouw creëren een vraagimpuls waardoor sommige bedrijfstakken buiten de overstromde gebieden hun afzet kunnen verhogen (bijvoorbeeld de bouwsector en de vervaardiging van duurzame huishoudgoederen). In de mate dat de substitutie en de wederopbouw leiden tot de aanwending van productiecapaciteit (mensen en machines) die anders werkloos of ongebruikt geweest zou zijn, heeft de overstroming een positieve impact op de toegevoegde waarde. De omvang van deze positieve impact hangt in belangrijke mate af van de beschikbaarheid van onbenutte reservecapaciteit in het economische systeem op het tijdstip van de overstroming.

Tenslotte kan een overstromingsramp ook permanente economische effecten veroorzaken, die voortduren nadat het herstel en de wederopbouw volledig achter de rug zijn. Die permanente effecten kunnen zowel nadelig als voordelig zijn. Nadelige effecten doen zich voor indien overstromde bedrijven besluiten om de beschadigde kapitaalgoederen niet te herstellen maar hun activiteiten stop te zetten en eventueel buiten Nederland te hervatten. Voorts zou de overstroming een negatieve impact kunnen hebben op het imago van Nederland bij buitenlandse investeerders. Anderzijds leidt de wederopbouw tot een versnelde modernisering van het productieapparaat, waardoor de productiviteit en het internationale concurrentievermogen van de Nederlandse economie stijgen.

#### **Omvang van bedrijfsuitval: vergelijking van HIS-SSM met buitenlandse ervaringen**

In de schadebedragen berekend met behulp van HIS-SSM vertegenwoordigt de directe en indirecte bedrijfsuitval ongeveer 5% van de totale schade, waarvan 4% direct en 1% indirect (DWW 2005).

Het is moeilijk om de plausibiliteit van deze ramingen te beoordelen. Er vinden niet vaak grote overstromingen plaats, en na een ramp wordt de schade door bedrijfsuitval veel minder goed in kaart gebracht dan de schade aan kapitaalgoederen. We hebben maar gegevens over twee grote overstromingsrampen in geïndustrialiseerde landen waarbij de impact op de bedrijfsuitval redelijk goed gedocumenteerd is: de overstromingen van de Elbe in 2002 en de overstroming van New Orleans in 2005 na de passage van Katrina.

Na de overstromingen van de Elbe werden een paar onderzoeken naar de directe bedrijfsuitval uitgevoerd (Ludwig en Brautzsch, 2002; Kreibich et al., 2007). Op basis van de bevindingen van deze onderzoeken is de raming van de schade van directe bedrijfsuitval 5% tot 7% van de totale overstromingsschade (Gauderis, 2009).

Na de overstroming van New Orleans werd een onderzoeksgroep opgericht die de ontwikkeling van een groot aantal socio-economische variabelen maand na maand registreerde om het proces van herstel en wederopbouw te volgen (New Orleans Index). De toegevoegde waarde werd niet gemonitord, maar wel de werkgelegenheid per bedrijfstak. De onderzoeksgroep vergeleek de evolutie in de agglomeratie New Orleans met die in de staat Louisiana en de Verenigde Staten. In de twee maanden na de passage van Katrina daalde de werkgelegenheid in New Orleans met 30%. Daarna begon een langzaam herstel. Vier jaar na de ramp bedroeg de achterstand in de ontwikkeling van de werkgelegenheid ten opzichte van de rest van de Verenigde Staten nog steeds 13%. In de rest van de staat Louisiana (buiten New Orleans) was de impact daarentegen licht positief (althans indien de sterkere groei van de werkgelegenheid in Louisiana ten opzichte van het gemiddelde in de Verenigde Staten aan de effecten van substitutie en wederopbouw toegeschreven wordt).

Door het verlies aan werkgelegenheid van New Orleans te vermenigvuldigen met de toegevoegde waarde per werkende (gemiddelde per jaar voor de staat Louisiana) kan een schatting gemaakt worden van het verlies aan toegevoegde waarde in de vier jaren na de ramp. Deze bedroeg in New Orleans 75% van de schade aan kapitaalgoederen (of 40% van som van de schade aan kapitaalgoederen en de schade van bedrijfsuitval). Indien we ook de positieve impact in de rest van Louisiana meenemen, dan daalt de schade van bedrijfsuitval tot ongeveer 55% van de schade aan kapitaalgoederen, of 35% van de totale schade (Gauderis, 2009).

De raming van de schade door bedrijfsuitval in New Orleans is dus veel groter dan die van de overstromingen van de Elbe en de berekeningen van HIS-SSM. Er zijn enkele mogelijke verklaringen voor het verschil. Hoewel het in beide gevallen om uitzonderlijk grote overstromingen ging, was de schade aan kapitaalgoederen in New Orleans (27 miljard dollar) toch beduidend groter dan in de getroffen gebieden langs de Elbe (12 miljard euro). Het belangrijkste onderscheid tussen beide overstromingen was echter de duur en concentratie van de overstroming. De overstromingen in het stroomgebied van de Elbe duurden 4 tot 6 dagen en waren over een groot gebied verspreid (in feite ging het om een groot aantal lokale overstromingen). In New Orleans duurde het 53 dagen om het overstromingswater weg te pompen. De overstroming trof er een dicht bebouwde agglomeratie. Beide factoren bemoeilijkten het herstel, wat de veel grotere omvang van de schade ten gevolge van bedrijfsuitval verklaart. Men kan dus stellen dat de overstroming in New Orleans een ontwrichting van de regionale economie veroorzaakte, terwijl daar bij de overstromingen van de Elbe geen sprake van was.<sup>4</sup>

Uit de (beperkte) gegevens over de overstromingen in New Orleans en in het stroomgebied van de Elbe kan geconcludeerd worden dat de omvang van de schade van bedrijfsuitval berekend door HIS-SSM waarschijnlijk correct is voor overstromingen die geen beduidende ontwrichting van het economisch systeem veroorzaken, maar een onderschatting vormen in het geval van zeer grote overstromingen van economische en bevolkingsconcentraties.

Deze conclusie wordt ondersteund door een andere grote ramp in een dichtbevolkte agglomeratie: de aardbeving van Kobe in 1995. De schade van bedrijfsuitval werd er geraamd op 50% van de schade aan kapitaalgoederen, of 1/3 van de totale schade (RMS, 2005).

### **Duur van de bedrijfsuitval**

Een reden waarom HIS-SSM op een relatief lage schade van bedrijfsuitval uitkomt is de veronderstelde lengte van de periode van productieonderbreking. De raming van de schade als gevolg van bedrijfsuitval in HIS-SSM is op dit moment gebaseerd op een maximale periode van uitval van twee maanden (voor de bedrijfstakken handel en horeca, banken en verzekeringswezen, transport en communicatie, overheid, zorg en overige diensten) of één jaar (voor delfstofwinning, industrie, bouw en nutsbedrijven). Deze maximale periode wordt echter alleen bereikt op plaatsen waar de overstromingsdiepte 5 meter of meer bedraagt. Bij een overstromingsdiepte van 3 meter bedraagt de geraamde omvang van de bedrijfsuitval slechts 20 procent van het maximum. Dat komt neer op een uitvalperiode van twee weken tot twee en een halve maand, al naar gelang de bedrijfstak.

Een vergelijking met buitenlandse ervaringen na rampen doet vermoeden dat de lengte van de periode van bedrijfsuitval in de schade- en slachtoffermodule ernstig onderschat wordt, in het bijzonder voor grote rampen. Zowel in New Orleans na de orkaan Katrina (2005) en in

---

4. De gegevens over de gevolgen van de overstromingen in New Orleans en het stroomgebied van de Elbe in deze alinea zijn afkomstig uit IPET (2007) en Kreibich et al. (2007).

Duitsland na de overstroming van de Elbe (2002) werd minstens in de dienstensectoren een meer langdurige bedrijfsuitval waargenomen dan de maximale duur in HIS-SSM. Uit de ervaringen bij deze overstromingen blijkt ook dat de duur van de bedrijfsuitval in de industriële bedrijfstakken en de dienstensectoren ongeveer gelijk is, terwijl in HIS-SSM voor de dienstensectoren een veel lagere maximale duur van de bedrijfsuitval verondersteld wordt. In dat verband kan vermeld worden dat in het overstromingsschademodel van FEMA (Federal Emergency Management Agency in de Verenigde Staten) periodes van bedrijfsuitval gehanteerd worden die veel langer zijn dan die in HIS-SSM (FEMA, 2003).

Ook in Kobe duurde de bedrijfsuitval meerdere jaren. In 1999, vier jaar na de aardbeving, bereikte de economische activiteit 75 tot 90% van het peil van voor de aardbeving, afhankelijk van de bedrijfstak. In de haven en de schoenindustrie was de impact echter groter en leek ze bovendien permanent. De heropbouw was in 1999 nog steeds niet beëindigd. De langdurige effecten op de economische activiteit waren niet te wijten aan een dralend optreden van de Japanse overheden: de omvang van de heropbouwinspanningen was zonder precedent in de geschiedenis. In de eerste drie jaren na de ramp besteedde de centrale overheid van Japan bijna 60 miljard dollar aan de heropbouw van infrastructuur, publieke voorzieningen en woningen (RMS, 2005; Chang 2000).

De bovenstaande feiten suggereren dat de modellering van de lengte van de bedrijfsuitval in HIS-SSM twee tekortkomingen vertoont:

- Dezelfde schadefunctie (relatie tussen overstromingsdiepte en percentage van maximale schade dat optreedt) wordt gehanteerd voor de bedrijfsuitval als voor de schade aan kapitaalgoederen. Dat is methodologisch fout, daar beide types van schade niet op dezelfde wijze van de overstromingsdiepte afhangen. Het concrete gevolg is dat voor kleinere overstromingsdiepten (minder dan 3 meter) de duur van de bedrijfsuitval in HIS-SSM onderschat wordt, vooral in de dienstensector.
- Ook de maximaal veronderstelde duur van de bedrijfsuitval (d.w.z. bij overstromingsdiepten van meer dan 5 m) is in HIS-SSM waarschijnlijk te laag geschat, wederom vooral in de dienstensector.

Om een indruk van de impact van beide tekortkomingen te verkrijgen, zijn met HIS-SSM voor enkele dijkkringen (10, 14, 43, 48) overstromingsscenario's doorgerekend met een aparte schadefunctie voor bedrijfsuitval (Cappendijk, 2009). De daarbij gebruikte schadefunctie is de beste raming die op basis van de (beperkte) informatie uit de studies van Katrina en de Elbe-overstromingen gemaakt kan worden. Met de oorspronkelijke schadefunctie vertegenwoordigde de schade van directe bedrijfsuitval in de door Cappendijk berekende scenario's 1–5% (gemiddeld 3%) van de totale schade.<sup>5</sup> Met de aangepaste schadefunctie steeg dit aandeel tot 8–20% (gemiddeld 15%).

In de berekeningen van Cappendijk is de indirecte bedrijfsuitval buiten beschouwing gebleven. Indien verondersteld wordt dat de omvang van de indirecte bedrijfsuitval gelijk is aan 25% van de directe bedrijfsuitval (zoals in DWW, 2005), dan moeten de bovengenoemde intervallen met een kwart verhoogd worden. Met de oorspronkelijke schadefunctie bedraagt de schade van directe en indirecte bedrijfsuitval dan ongeveer 1,25–6,25% van de totale schade. Met de aangepaste schadefunctie stijgt dit aandeel tot ongeveer 10–25%.

---

<sup>5</sup>. Het gemiddelde aandeel van 3% gevonden door Cappendijk (scenario's voor vier dijkkringen) is dus iets lager dan de waarde van 4% in DWW 2005 (gemiddelde voor alle dijkkringen).

## **Opslagpercentage**

Op basis van deze bevindingen wordt voor de schade van directe en indirecte bedrijfsuitval een *extra* opslag van 9 tot 19 procent op de schade van HIS-SSM gekozen (deze komt dus bovenop de 5% indirecte schade die al met behulp van de huidige versie van HIS-SSM wordt berekend).

De grotere schade van bedrijfsuitval waargenomen in New Orleans werd uiteindelijk niet meegenomen in de bepaling van het opslagpercentage. Door de grote bevolkings- en arbeidsmobiliteit in de Verenigde Staten is de relocatie van inwoners en productie gemakkelijker dan in Europa. Een belangrijk deel van de getroffen bevolking is na Katrina niet teruggekeerd, maar geëmigreerd naar andere staten. Hierdoor ontstaan er permanente bevolkings- en productie-effecten, waardoor de gemeten bedrijfsuitval groot is. In het geval van Nederland is dergelijke emigratie naar het buitenland onwaarschijnlijk. Het is mogelijk dat sommige inwoners en productieactiviteiten niet naar het overstroomde gebied terugkeren, maar dan zullen deze zich waarschijnlijk hervestigen in andere, veiliger geachte, gebieden in Nederland. Op het niveau van Nederland is de impact op de productie dan beperkt.

De mogelijke langetermijn- of permanente effecten van een grote overstroming op het investeringklimaat zijn opgenomen in een algemene opslag voor niet gewaardeerde resterende effecten. Op basis van enkele studies over de langetermijneffecten van natuurrampen kan overigens geconcludeerd worden dat deze effecten in geïndustrialiseerde landen verwaarloosbaar klein zijn (Christian en Jamarillo, 2009; Raddatz 2009).

## **Uitval van woningdiensten**

Een bijzondere vorm van directe bedrijfsuitval is de uitval van woningdiensten. Woningen brengen net als bedrijven toegevoegde waarde voort. In het geval van huurwoningen is de toegevoegde waarde gelijk aan de huurinkomsten, verminderd met de aankopen van goederen en diensten voor het onderhoud van de woning. Aan woningen die door hun eigenaar bewoond worden, wordt in de Nationale Rekeningen een fictieve huur toegekend.

Indien woningen na een overstroming gedurende een periode onbewoonbaar zijn, dan treedt er net als bij bedrijven een verlies van toegevoegde waarde op.

In vergelijking met bedrijven genereren woningen weinig toegevoegde waarde in verhouding tot de omvang van hun kapitaalstock (ongeveer 4% per jaar). Maar omdat overstromingen vaak veel meer woningen dan bedrijven treffen (gemeten in kapitaalwaarde), kan de schade ten gevolge van de uitval van woningdiensten toch significant worden, althans indien de woninguitval lang duurt.

De duur van de woninguitval na een overstroming is dus de belangrijkste factor van de omvang van het verlies van woningdiensten. De informatie hierover is echter nog beperkter dan die over de duur van bedrijfsuitval. Daarom wordt deze schadepost in de MKBA WV21 niet rechtstreeks gewaardeerd maar is ze opgenomen in een algemene opslag voor niet gewaardeerde resterende effecten.

## **6.3 Doorsnijding infrastructuur**

### **Transport**

De doorsnijding van transportverbindingen door een overstroming veroorzaakt indirecte schade bij particulieren en bedrijven buiten het overstroomde gebied. Reizigers en vrachten moeten omrijden om de ondergelopen verbindingen te vermijden. Op de alternatieve wegen stijgt de congestie, zodat er behalve extra rijafstand en –tijd ook extra wachttijd opgelopen

wordt. De congestie treft niet alleen de voertuigen die omrijden, maar ook de gewone gebruikers van de alternatieve wegen.

In HIS-SSM wordt de maximale indirecte schade van de onderbreking van weginfrastructuur geraamd op 560 euro per strekkende meter ondergelopen weg. Dit maximum wordt enkel bereikt op de locaties met een overstromingsdiepte van 5 meter of meer. Het bedrag is gebaseerd op een aantal gevalstudies en gaat uit van een periode van 4 maanden tot de weg hersteld is.

Twee studies van Rijkswaterstaat/Adviesdienst Verkeer en Vervoer kwamen echter op veel hogere schadebedragen uit (AVV, 2006 en 2007; 4Cast, 2006a en 2006b). In de eerste studie werden de gevolgen bestudeerd van een dijkdoorbraak bij Keent in dijkkring 36, Land van Heusden/de Maaskant. Na ongeveer drie dagen komt het water aan bij de A2, die overstroomt nabij 's-Hertogenbosch. Ook de A50 wordt onderbroken. Deze studie werd gekozen als voorbeeld van een overstroming met een zeer grote impact op de mobiliteit omdat ze twee belangrijke noord-zuidcorridors onderbreekt. De extra mobiliteitskosten (voor een belangrijk deel reistijdverlies als gevolg van omrijden en congestie) werden geraamd op jaarbasis op 0,4 tot 1,1 miljard euro. De bovengrens geldt op de zeer korte termijn, de ondergrens op de langere termijn nadat de weggebruikers hun verplaatsingsgedrag hebben kunnen aanpassen. Deze bedragen zijn 100 tot 200 keer groter dan die uit de schade- en slachtoffermodule, die slechts op 5 miljoen euro uitkomt. Ter vergelijking: de overige schade in dijkkring 36 wordt op ca 7,9 miljard euro geschat (De Bruijn en Van der Doef, 2011).

In een tweede studie werden duindoelbraken gesimuleerd bij Katwijk en Monster in dijkkring 14, Centraal Holland. De omvang van de overstromingen is uiteindelijk ruim 400 vierkante kilometer. Delen van de A4, de A44 en de A20 zullen in dit rampscenario langere tijd niet beschikbaar zijn. De extra mobiliteitskosten werden geraamd op jaarbasis op 0,2 tot 0,8 miljard euro. Ter vergelijking: de overige schade wordt op 9,8 miljard euro geschat (zie De Bruijn en Van der Doef, 2011).

Op basis van de bevindingen van de bovenbeschreven studies wordt de schade ten gevolge van de doorsnijding van transportverbindingen door middel van een opslag van 2 (=0,2/9,8) tot 14 (=1,1/7,9) procent in rekening gebracht.

### **Nutsleidingen en telecommunicatie**

De indirecte schade van de onderbreking van nutsleidingen en telecommunicatieverbindingen is niet in HIS-SSM opgenomen en er is ook nog geen onderzoek naar verricht. In de MKBA WV21 wordt deze schadepost daarom niet expliciet meegenomen. De ervaringen in Kobe suggereren dat nutsleidingen en telecommunicatieverbindingen in redelijk korte tijd hersteld kunnen worden: enkele weken voor elektriciteit en telecommunicatie tot enkele maanden voor water en gas, in vergelijking met meer dan een half jaar voor de spoorwegen en bijna twee jaar voor alle autowegen weer in dienst waren (Chang, 2000). In het geval van overstromingsschade kan dit echter anders zijn.

In de MKBA wordt de schade ten gevolge van de doorsnijding van nutsleidingen en telecommunicatie niet rechtstreeks gewaardeerd maar is ze opgenomen in een algemene opslag voor niet gewaardeerde resterende effecten.

## **6.4 Schade aan LNC-waarden**

LNC-waarden is een verzamelnaam voor de kwaliteiten van landschap, natuur en cultuurhistorie. Alterra (2003) heeft onderzocht welke aspecten van de LNC-waarden

gevolgen van een overstroming zouden ondervinden. Voor enkele van deze aspecten werden tevens al methoden voor de bepaling van de fysische schade ontwikkeld.

## **Landschap**

Kleinschalige reliëfpatronen kunnen bij een overstroming verdwijnen onder een laag slib. Anderzijds kunnen als gevolg van een overstroming door erosie en sedimentatie ook nieuwe reliëfpatronen ontstaan.

Een langdurige overstroming kan een grote sterfte van opgaande begroeiing (bomen, struiken) veroorzaken. De mate van de schade varieert wel sterk naargelang de boomsoort.

Voor het landgebruik worden geen significante blijvende effecten verwacht. Zelfs het zout dat bij een overstroming in de bodem terechtkomt, blijkt door neerslag snel uitgespoeld te worden.

## **Natuur**

Er is nog niet veel bekend over de impact van een overstroming op de vegetatie. Men verwacht dat vooral voedselarme vegetaties (blauwgraslanden, trilvenen en laagveenmoerassen) blijvende schade oplopen door verrijking met voedingsstoffen en aanslibbing.

Overstroming met zout water vernietigt hele zoetwatersystemen. Overstroming met voedselrijk water beschadigt de ecosystemen in voedselarme wateren.

Overstroming kan een grote sterfte onder zoogdieren en vogels veroorzaken. In de dijkkring Noord-Holland bevindt zich bijvoorbeeld een van de belangrijkste broedgebieden voor grutto's in de wereld. Bij een overstroming in het broedseizoen kunnen de vogels niet elders terecht zodat een groot deel van de populatie verloren zal gaan.

## **Cultuurhistorie**

De gevolgen van een overstroming voor historische gebouwen zijn vaak ernstiger dan die voor moderne gebouwen in baksteen. De muren en het houtwerk van vele monumenten zijn slecht bestand tegen verzadiging met water en golfbewegingen.

Uit historische bronnen is bekend dat het overstroomd van een landschap sloten en verkavelingspatronen ernstig kan aantasten (vooral door aanslibbing). Juist deze landschapskenmerken vormen de zichtbare dragers van de geschiedenis van een landschap.

De effecten van een overstroming op de archeologische waarden in de bodem zijn vermoedelijk klein (tenzij vlakbij een bres).

Het onderzoek van Alterra (2003) had een verkennend karakter, en streefde geen volledigheid na. Men kan zich nog andere schadelijke effecten van een overstroming op LNC-waarden indenken (bijvoorbeeld beschadiging van kunstschaten). Niettemin geven de bovenstaande voorbeelden al een goed overzicht van de mogelijke effecten van een overstroming op LNC-waarden.

## **Economische waarde van LNC-waarden**

In een maatschappelijke kosten-batenanalyse wordt de fysieke schade aan LNC-waarden omgezet in hun economische waarde voor mensen. Vele LNC-objecten (bijvoorbeeld landschappen of ecosystemen) hebben echter op zichzelf geen prijs. Andere objecten (bijvoorbeeld historische gebouwen of kunstschaten) hebben een prijs of verzekerde waarde, maar deze prijs dekt vaak slechts een fractie van de werkelijke waarde.



Het feit dat LNC-objecten geen prijs hebben, betekent niet dat ze geen economische waarde hebben. In de milieueconomie worden twee types van waarden van milieu- en natuurgooderen (en bij uitbreiding ook cultuurhistorische objecten) onderscheiden. De gebruikswaarde ontstaat als gevolg van het gebruik van het LNC-object. Bijvoorbeeld de houtopbrengst van een bos of de recreatiewaarde van een landschap. De niet-gebruikswaarde van een LNC-object is de waarde die mensen hechten aan het voortbestaan van het object, ook al maken ze er op geen enkele wijze gebruik van en zijn ze ook niet van plan om er in de toekomst gebruik van te maken. Mensen kunnen bijvoorbeeld bereid zijn om iets te betalen voor het voortbestaan van de Biesbosch, ook al zijn ze niet van plan om er ooit te zeilen.

Er bestaan geëigende methoden om gebruiks- en niet-gebruikswaarden van LNC-objecten te schatten. In Nederland wordt de impact op LNC-waarden al vaak in maatschappelijke kosten-batenanalyses meegenomen.

De eerste aanzetten tot de ontwikkeling van methoden en kengetallen voor de bepaling van de effecten van overstromingen op LNC-waarden en voor de economische waardering van die effecten zijn al gegeven. Witteveen+Bos (2008) heeft de orde grootte van de LNC-waarden geraamd en deze ten opzichte van de maximale materiële schade uitgedrukt. Ze verkregen een resultaat van 3–8% (gemiddeld 4%).

Merk op dat dit percentage de verhouding uitdrukt tussen enerzijds de maximale schade aan LNC-waarden die zou kunnen ontstaan, en anderzijds de maximale materiële schade die zou kunnen ontstaan. In geval van een werkelijk overstrooming zullen zowel de schade aan de LNC-waarden als de materiële schade lager dan dit maximum zijn, zodat de verhouding tussen beide anders kan uitvallen dan de hierboven geciteerde percentages aangeven.

De werkelijke schade aan LNC-waarden in geval van een concrete overstrooming zal, zoals beschreven in Alterra (2003) onder meer afhangen van het zoutgehalte van het water, het slibgehalte van het water, de inundatiediepte en de inundatieduur. Er zijn nog geen schadefuncties bepaald die weergeven hoe groot de werkelijke schade als functie van deze parameters is.

### **Opslagpercentage**

Ondanks de uitgevoerde onderzoeken is de beschikbare kennis voorlopig ontoereikend om een voldoende betrouwbare en volledige schatting van de schade aan LNC-waarden te verkrijgen. Uit de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken kan wel geconcludeerd worden dat de schade naar verhouding vermoedelijk gering is. Daarom wordt deze schadepost in de MKBA WV21 niet rechtstreeks gewaardeerd, maar is ze opgenomen in een algemene opslag voor niet gewaardeerde resterende effecten.

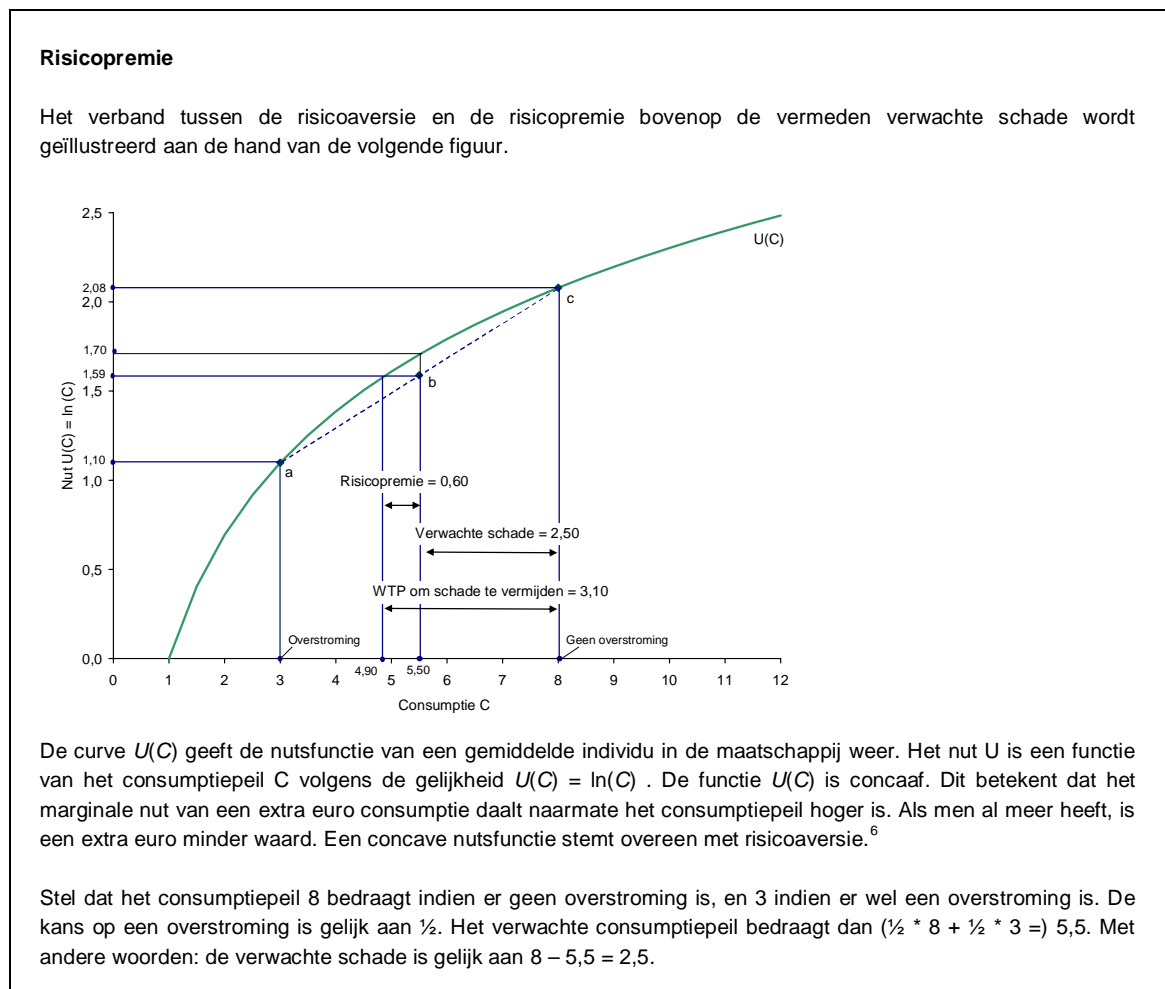


## 7 Risicopremie

### 7.1 Waarom een risicopremie?

Over het algemeen wordt het overstromingsrisico uitgedrukt als de verwachte overstromingsschade: de kans maal de schade. De maximale betalingsbereidheid voor een project voor bescherming tegen overstromingen is dan gelijk aan de vermindering van de verwachte overstromingsschade.

Het overstromingsrisico is echter breder te zien dan verwachte schade. Ook de onzekerheid over de uitkomst speelt een rol. De verwachte schade is het immers het gewogen gemiddelde van twee extreme uitkomsten. In de ene, meest waarschijnlijke uitkomst is er geen overstroming en helemaal geen schade. In de andere, zeer zeldzame uitkomst is er een overstroming en heel veel schade. Omdat mensen in dit soort situaties doorgaans risicoavers zijn, ervaren ze deze onzekerheid op zichzelf als een kostenpost, bovenop de verwachte overstromingsschade (zie ook de onderstaande tekstbox).



<sup>6</sup> Risiconutraliteit stemt overeen met een lineaire nutsfunctie en risicovoorkeur met een convexe nutsfunctie.

Een zeker consumptiepeil van 5,5 zou een nut van 1,7 opleveren. Maar het consumptiepeil is niet zeker: het is gelijk aan 3 met kans  $\frac{1}{2}$  en gelijk aan 8 met kans  $\frac{1}{2}$ . Het gemiddelde nut van dit onzeker consumptiepeil is niet 1,7, maar slechts ( $\frac{1}{2} * 2,08 + \frac{1}{2} * 1,10 =$ ) 1,59. De onzekerheid leidt tot een nutsverlies van 0,11. De geldwaarde van dit nutsverlies is gelijk aan 0,6, namelijk het verschil tussen het gemiddelde onzekere consumptiepeil van 5,5 en het zekere consumptiepeil van 4,9 dat hetzelfde nut van 1,59 oplevert. Met andere woorden: 4,9 is het zekerheidsequivalent van het gemiddelde onzekere consumptiepeil van 5,5 en 0,6 is de risicopremie.

Stel vervolgens dat een hoogwaterbeschermingsproject alle overstromingsschade kan vermijden, zodat het consumptiepeil met 100% waarschijnlijkheid gelijk is aan 8. Dit project heeft twee effecten op het consumptiepeil: het project verhoogt het gemiddelde consumptiepeil met 2,5 en neemt alle onzekerheid rond dat consumptiepeil weg. Het maximale bedrag dat het gemiddelde, risicoaverse individu aan een dergelijk project wil uitgeven, is dan ook gelijk aan de som van de vermeden verwachte schade (2,5) en de vermeden risicopremie (0,6), d.w.z. 3,1. Een risiconeutraal individu zou daarentegen slechts 2,5 voor het project over hebben.

In de meeste tot op heden uitgevoerde kosten-batenanalyses voor hoogwaterbeschermingsprojecten (zowel in binnen- als buitenland) worden de baten van hoogwaterbescherming berekend als de vermeden verwachte schade. Dit veronderstelt een risiconeutrale houding. Wanneer de individuen in de samenleving risicoavers zijn, worden de baten van hoogwaterbescherming systematisch onderschat. Om de volledige baten te verkrijgen, moet de vermeden verwachte schade met de risicopremie opgehoogd worden.

De risicopremie wordt fors verminderd indien de overheid een groot deel van de overstromingsschade vergoedt. Daardoor worden de kosten over een groot aantal belastingbetalers verdeeld, zodat de onzekerheid – en dus de risicopremie – voor elk individueel huishouden klein is. Bovendien kan de schade dan ook goed over de tijd verdeeld worden. De Nederlandse overheid kan bijvoorbeeld een buitenlandse lening aangaan om de overstromingsschade te vergoeden en die over een langere periode terugbetalen. Ook via verzekering kan de schade over vele partijen verdeeld worden. Er zijn wel grenzen aan de mogelijkheden om de effecten te verdelen (zie onderstaande tekstbox), maar die blijven niettemin belangrijk.

#### Grenzen aan de verdeling van de overstromingsschade

Indien de schade te groot wordt, dan kan ze niet meer zonder “pijn” over de belastingbetalers verdeeld worden. Niettemin kan de impact van zelfs zeer grote rampen vrij goed gespreid worden. In het “ergst denkbare” overstromingsscenario voor Nederland wordt de hele westkust getroffen. De schade van deze overstroming wordt op ongeveer 110 miljard euro geschat (HKV 2008). Veronderstel dat de Nederlandse overheid deze schade volledig vergoedt en voor de financiering een buitenlandse lening afsluit met een (reële) interestvoet van 2,5%. De lening wordt in twintig jaar met vaste annuïteiten terugbetaald (zoals een hypotheeklening) en de kosten van de aflossing van de lening worden door een verhoging van de belastingen gedekt. Dit zou neerkomen op een bedrag van 82 euro per maand per gezin. Dat is niet “pijnloos”, maar ook niet schrikbarend hoog. De totale overheidsschuld van Nederland zou toenemen van ongeveer 45% van het bruto binnenlands product tot ongeveer 65%. Naar internationale maatstaven is dat een redelijk percentage.

De vergoeding van schade na rampen wordt in Nederland geregeld door de “Wet tegemoetkoming schade bij rampen en zware ongevallen”.<sup>7</sup> Deze wet is in principe enkel van toepassing op aardbevingen en overstromingen door zoet water. Door middel van een koninklijk besluit kan de wet echter ook op andere rampen van toepassing verklaard worden, bijvoorbeeld op een overstroming door zout water. De wet en het uitvoerende besluit ervan geven enkel een algemene beschrijving van de schadeposten die vergoed worden. Deze omvatten:

<sup>7</sup> Wet van 25 mei 1998, houdende regels over tegemoetkoming in de schade en de kosten in geval van overstromingen door zoet water, aardbevingen of andere rampen en zware ongevallen.

- de schade aan de woning;
- de schade aan de inboedel;
- de schade aan de openbare infrastructurele voorzieningen;
- de schade aan de vaste en de vlottende activa;
- teeltverliezen;
- financieel verlies van bedrijfsuitval;
- kosten voor het heropstarten van productie;
- evacuatiekosten (reis- en verblijfkosten verschuldigd aan derden, kosten van opslag van roerende goederen);
- bereddingskosten (kosten gemaakt voor de voorkoming of beperking van schade);
- opruimingskosten.

De vergoedingspercentages en drempelbedragen worden voor elke individuele ramp in een ministeriële regeling vastgelegd. Tot nu toe voorzagen de regelingen nooit in een vergoeding van 100%. Particulieren konden op wel een hoog vergoedingspercentage rekenen: 90% voor schade aan woningen en inboedel, met een drempelbedrag van 500 euro (inboedel enkel voor de eerste schijf van 9000 euro; voor hogere schijven golden lagere vergoedingspercentages en voor de schade boven 27.000 euro werd geen vergoeding uitgekeerd). Schade aan bedrijven (zoals bedrijfsuitval, teeltverliezen) werd voor 65% vergoed. Indirecte schade en immateriële schade worden niet vergoed. Er blijft dus een belangrijke restschade voor de getroffenene, maar die is toch veel kleiner dan de oorspronkelijke schade.

In de meeste tot op heden uitgevoerde kosten-batenanalyses voor hoogwaterbeschermingsprojecten (zowel in binnen- als buitenland) worden de baten van hoogwaterbescherming berekend als de vermeden verwachte schade. Dit veronderstelt een risiconeutrale houding. Wanneer de individuen in de samenleving risicoavers zijn, worden de baten van hoogwaterbescherming systematisch onderschat. Om de volledige baten te verkrijgen, moet de vermeden verwachte schade met de risicopremie opgehoogd worden.

In de volgende paragraaf wordt een raming van de risicopremie gemaakt.

## 7.2 Raming van de risicopremie voor WV21

### Nutsfunctie

Om de risicopremie ten gevolge van de onzekerheid over de overstromingsschade te bepalen, moet de impact van de overstroming op het nutsniveau van de huishoudens berekend worden. Dit stelt een lastig methodologisch probleem. Het nutsniveau is niet observeerbaar. Het is mogelijk om verschillende nutsfuncties te definiëren, die elk tot een andere raming van de risicopremie leiden.

In het wetenschappelijke economische onderzoek wordt dit probleem doorgaans opgelost (of veeleer ontweken) door de aandacht te beperken tot de klasse van iso-elastische nutsfuncties. Deze hebben de volgende vorm:

$$U(C) = \frac{C^{1-\gamma}}{1-\gamma} \quad \text{voor } \gamma \geq 0, \gamma \neq 1$$

$$= \ln(C) \quad \text{voor } \gamma = 1$$

waarin:

$U$  = nutsniveau;

$C$  = consumptiehoeveelheid van de huishoudens;

$\gamma$  = coëfficiënt van relatieve risicoaversie (RRA).

Iso-elastische nutsfuncties hebben een constante relatieve risicoaversie (CRRA) en worden daarom ook CRRA-nutsfuncties genoemd. Ze hebben een zeer aantrekkelijke eigenschap: de risicopremie is een constante fractie van de gemiddelde consumptiehoeveelheid, ongeacht de hoogte van dit consumptieniveau. Dit vermijdt bijvoorbeeld dat een andere uitkomst voor de risicopremie verkregen wordt naargelang de consumptiehoeveelheid in gulden of euro uitgedrukt wordt. Een RRA-coëfficiënt van nul stemt overeen met risiconeutraal gedrag. Hoe hoger de RRA-coëfficiënt, hoe groter de risicoaversie.

## Overzicht van volledige berekening

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de totale berekening. Ze resulteert in een risicopremie van ongeveer 8%. In de rest van deze paragraaf wordt de berekening stap per stap uiteengezet.

<b>Parameters</b>		
Overstromingskans (per jaar)	$P$	1/1000
Overstromingsschade huishoudens: fractie van consumptie	$v$	50%
Schadevergoeding door overheid: fractie van schade	$g$	75%
Coëfficiënt van relatieve risicoaversie	$\gamma$	4
Consumptie huishoudens zonder overstroming	$C_0$	€100
<b>Schade en verwachte schade huishoudens</b>		
Overstromingsschade huishoudens	$V = v * C_0$	€50
Overstromingsschade huishoudens na vergoeding	$V_g = (1-g) * V$	€12,5
Consumptiehoeveelheid huishoudens met overstroming	$C_1 = C_0 - V_g$	€87,5
Verwachte overstromingsschade na vergoeding	$S_g = P * V_g$	€0,0125
<b>Nut en zekerheidsequivalent verwachte schade huishoudens</b>		
Nut zonder overstroming	$U_0 = U(C_0) = C_0^{(1-4)} / (1-4)$	-3,3333E-07
Nut met overstroming	$U_1 = U(C_1) = C_1^{(1-4)} / (1-4)$	-4,9757E-07
Verwacht nut	$E(U) = (1-P) * U_0 + P * U_1$	-3,3350E-07
Geldwaarde van nut zonder overstroming	$U^1(U_0) = [(1-4) * U_0]^{(1/(1-4))} = C_0$	€100
Geldwaarde van verwacht nut	$U^1(E(U)) = [(1-4) * E(U)]^{(1/(1-4))}$	€99,98358
Zekerheidsequivalent van overstromingsrisico na vergoeding	$Z_g = C_0 - U^1(E(U))$	€0,01642
<b>Risicopremie</b>		
Risicopremie schade huishoudens na vergoeding	$k_g = Z_g / S_g$	31%
Risicopremie schade huishoudens totaal	$k_h = (1-g) * k_g$	7,8%

## Parameters

De hoogte van de risicopremie hangt af van drie parameters:

- de overstromingskans;
- de omvang van de overstromingsschade gedragen door de huishoudens;
- de RRA-coëfficiënt.

De omvang van de overstromingsschade gedragen door de huishoudens is op zijn beurt gelijk aan het product van twee factoren:

- de overstromingsschade (uitgedrukt als een fractie van het consumptieniveau);
- het aandeel van die schade dat niet door de overheid vergoed wordt.

De kosten van de schadevergoeding betaald door de overheid komen uiteindelijk ook bij huishoudens terecht. De schadevergoeding moet immers door belastinginkomsten gedekt worden. Deze schadevergoeding wordt echter verdeeld over het grote aantal huishoudens buiten het overstroomde gebied. Bovendien kan de overheid de impact ook over de tijd spreiden door de schadevergoeding met langlopende buitenlandse leningen te financieren. Daardoor is de impact op elk individueel huishouden klein, zodat er geen noemenswaardige risicopremie is. Enkel voor de onvergoede schade van de direct getroffen huishoudens spelen onzekerheid en risicoaversie een rol van betekenis.

Voor de raming van de risicopremie zijn voor elke parameter benaderende, maar plausibele aannames gemaakt, die hieronder gepresenteerd zijn. Later in deze bijlage wordt bekeken hoe gevoelig de berekening van de risicopremie is voor alternatieve aannames omtrent deze parameters.

Overstromingskans (per jaar)	$P$	1/1000
Overstromingsschade huishoudens: fractie van consumptie	$v$	50%
Schadevergoeding door overheid: fractie van schade	$g$	75%
Coëfficiënt van relatieve risicoaversie	$\gamma$	4
Consumptie huishoudens zonder overstroming	$C_0$	€100

In macro-economische studies op basis van geaggregeerde consumptiegegevens worden doorgaans waarden voor de RRA-coëfficiënt van ongeveer 1 geraamd.<sup>8</sup> In micro-economisch onderzoek van individueel keuzegedrag wordt echter meestal een veel sterkere risicoaversie gevonden, equivalent met een RRA-coëfficiënt van 4 of 5<sup>9</sup>. Deze laatste bevindingen zijn in de context van WV21 meer relevant en vormen de basis voor de hier gebruikte aanname over de RRA-coëfficiënt.

Omdat de nutsfunctie iso-elastisch is, heeft de absolute waarde van de consumptiehoeveelheid geen impact op de raming van de risicopremie. Daarom is de consumptiehoeveelheid zonder overstroming arbitrair op 100 euro gezet.

### Schade en verwachte schade huishoudens

De eerste stap van de berekening is de bepaling van de schade in geval van een overstroming, d.w.z. de impact van een overstroming op de consumptiehoeveelheid van de getroffen huishoudens. De consumptie in geval van een overstroming ( $C_1$ ) is gelijk aan de consumptie zonder overstroming ( $C_0$ ) verminderd met de niet door de overheid vergoede schade ( $V_g$ ).

<sup>8</sup> Zie p. 44 van Blanchard, O.J en Fischer, S (1989), Lectures on Macroeconomics, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

<sup>9</sup> Zie bijvoorbeeld het artikel 'Bounded Rationality, Climate Risks and Insurance' in Is There a Market for Natural Disasters van W.J.W. Botzen en J.C.J.M van den Bergh (IVM Working Paper 06/08 van 13 oktober 2006).

De verwachte overstromingsschade of het overstromingsrisico is gelijk aan de overstromingskans maal de overstromingsschade.

Overstromingsschade huishoudens	$V = v * C_0$	€50
Overstromingsschade huishoudens na vergoeding	$V_g = (1-g) * V$	€12,5
Consumptiehoeveelheid huishoudens met overstroming	$C_1 = C_0 - V_g$	€87,5
Verwachte overstromingsschade na vergoeding	$S_g = P * V_g$	€0,0125

Merk op dat het overstromingsrisico voor huishouden (na vergoeding) tevens gelijk is aan het verschil tussen de consumptie zonder overstroming en de verwachte consumptie  $E(C)$ :

$$\begin{aligned} C_0 - E(C) &= C_0 - [(1-P) * C_0 + P * C_1] = C_0 - [C_0 - P * C_0 + P * C_0 - P * V_g] \\ &= P * V_g = S_g \end{aligned}$$

Dit resultaat wordt later nog gebruikt.

### Nut en zekerheidsequivalent verwachte schade huishoudens

Vervolgens wordt de impact van de overstroming op het nutsniveau van de getroffen huishoudens berekend. Hiervoor wordt een iso-elastische nutsfunctie met een RRA-coëfficiënt gelijk aan 4 gebruikt.

Nut zonder overstroming	$U_0 = U(C_0) = C_0^{(1-4)} / (1-4)$	-3,3333E-07
Nut met overstroming	$U_1 = U(C_1) = C_1^{(1-4)} / (1-4)$	-4,9757E-07
Verwacht nut	$E(U) = (1-P) * U_0 + P * U_1$	-3,3350E-07

De nutsniveaus zijn negatief. Dit lijkt contra-intuïtief, maar is eigenlijk onbelangrijk. Eerder is al aangestipt dat het nutsniveau op zich niet waargenomen kan worden. De uitkomsten van de nutsfunctie zijn bijgevolg deels arbitrair en afhankelijk van de gekozen functionele vorm. In dit geval blijken ze negatief te zijn. Maar de resultaten van de berekening van de risicopremie zouden niet veranderen indien bij alle nutsniveaus 1 bijgeteld werd, waardoor ze allemaal positief zouden worden. Niet de absolute nutsniveaus zijn van belang, wel de verschillen ertussen.

Herinner dat de verwachte schade gelijk is aan het verschil tussen de consumptie zonder overstroming en de verwachte consumptie. Het equivalent in nutstermen is  $U_0 - E(U)$ , of meer precies de geldwaarde van dit nutsverschil.

Om de geldwaarde van een nutsniveau te bepalen, moet het nutsniveau in de inverse van de nutsfunctie:  $U^{-1}(\bullet)$  ingevoerd worden. De geldwaarde van het nutsniveau zonder overstroming  $U_0$  is eenvoudigweg gelijk aan het consumptiepeil zonder overstroming  $C_0$ . Met dit consumptiepeil wordt immers het nutsniveau  $U_0$  gehaald. Op dezelfde wijze wordt de geldwaarde van het verwachte nut  $E(U)$  berekend.

Geldwaarde van nut zonder overstroming	$U^{-1}(U_0) = [(1-4) * U_0]^{1/(1-4)} = C_0$	€100
Geldwaarde van verwacht nut	$U^{-1}(E(U)) = [(1-4) * E(U)]^{1/(1-4)}$	€99,98358



Het verschil tussen beide bedragen is de geldwaarde van de verwachte overstromingsschade, inbegrepen een vergoeding voor de onzekerheid. Omdat de waarde van de onzekerheid inbegrepen is, wordt dit verschil het zekerheidsequivalent van het overstromingsrisico genoemd.

Zekerheidsequivalent van overstromingsrisico na vergoeding	$Z_g = C_0 - U^1(E(U))$	€0,01642
--	-------------------------	----------

### Risicopremie

Het hierboven berekende zekerheidsequivalent van het overstromingsrisico is 31% hoger dan de verwachte overstromingsschade. Dat is de risicopremie voor de huishoudens. Zij ervaren de onzekerheid gepaard met het overstromingsrisico als een extra schade van 31% bovenop de verwachte schade.

Deze risicopremie geldt enkel voor de onvergoede schade van de huishoudens. Eerder is al opgemerkt dat de vergoede schade over een groot aantal huishoudens verdeeld wordt, zodat er geen significante onzekerheid is, en de risicopremie gelijk aan nul gesteld mag worden. De gemiddelde risicopremie van de vergoede en de onvergoede schade komt daarmee op 7,8% uit.

Risicopremie schade huishoudens na vergoeding	$k_g = Z_g / S_g$	31%
Risicopremie schade huishoudens totaal	$k = (1-g) * k_g$	7,8%

### In welke mate hangt de raming van de risicopremie af van de parameters?

De onderstaande tabel presenteert enkele ramingen van de risicopremie bij alternatieve aannames van de parameters. In de grijze kolom van de tabel worden de parameters en resulterende risicopremie gereproduceerd van de berekening die in de voorgaande paragrafen in detail toegelicht is. De volgende kolommen tonen de resultaten bij alternatieve parameterwaarden. De parameters die wijzigen ten opzichte van de basisberekening in de grijze kolom worden in vet lettertype afgebeeld.

De hoogte van de risicopremie blijkt in de praktijk volledig onafhankelijk van de overstromingskans. Bij overstromingskansen lager dan 1/100 is de impact van de overstromingskans op de uitkomst van de berekening van de risicopremie verwaarloosbaar klein.

De graad van relatieve risicoaversie (RRA) en de schadefractie hebben daarentegen een zeer sterke impact. Bijvoorbeeld: bij een RRA van 1 bedraagt de risicopremie nog maar 1,7%, in plaats van 7,8%. Indien de overheid slechts 50% van de schade vergoedt in plaats van 75% (zodat de onvergoede schade voor de huishoudens 25% van het consumptiepeil bedraagt in plaats van 12,5%), dan stijgt de risicopremie van 7,7% naar 41%. Wanneer huishoudens alles verliezen en de overheid dekt 50% van de schade, dan bedraagt de premie bovenop de materiële schade 182%.

Overstromingskans (per jaar)	$P$	1/1000	<b>1/100</b>	1/1000	1/1000	1/1000
Overstromingsschade huishoudens: fractie van consumptie	$v$	50%	50%	50%	50%	<b>100%</b>
Schadevergoeding door overheid: fractie van schade	$g$	75%	75%	75%	<b>50%</b>	<b>50%</b>
Coëfficiënt van relatieve risicoaversie	$\gamma$	4	4	<b>1</b>	4	4
Risicopremie huishoudens (na vergoeding)	$k_g$	31%	31%	6,9%	83%	365%
Totale risicopremie	$k$	7,8%	7,7%	1,7%	41%	182%

De uitgangspunten van deze laatste simulatie zijn onwaarschijnlijk. De simulatie toont echter aan dat de risicopremie zeer hoog kan oplopen bij hoge schadepercentages, of indien de overheid de hoogte van de schadevergoedingen sterk zou verminderen.

Rekening houdende met plausibele uitgangspunten is in de MKBA een risicopremie van 10% op de totale materiële schade gehanteerd (schade van huishoudens, bedrijven en overheid). In de gevoeligheidsanalyse is deze risicopremie gevarieerd tussen 0% en 20%. Gegeven de onzekerheid omtrent de waarde van deze parameters lijken dat de beste aannames.

Merk op dat de risicopremie enkel op de materiële schade aangerekend wordt. In de monetaire waardering van dodelijke slachtoffers op basis van de waarde van een statistisch mensenleven (zie hoofdstuk 8) is de onzekerheid al inbegrepen. Een extra risicopremie is dan niet nodig.

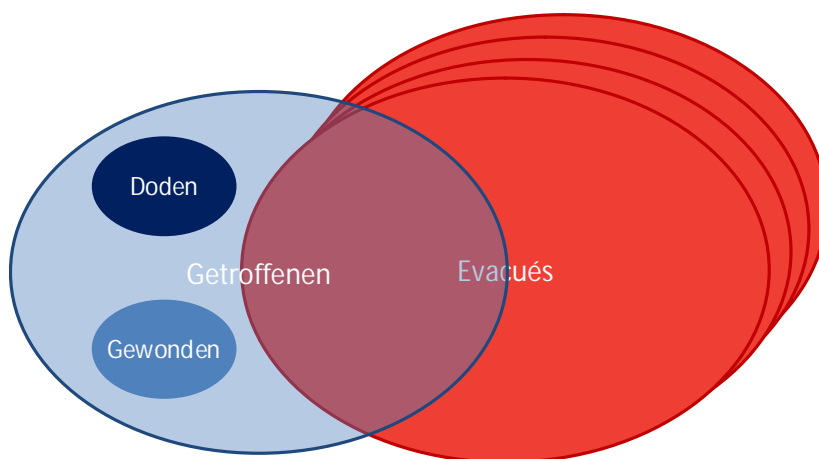
## 8 Schade van overstromingslachtoffers

Dit hoofdstuk handelt over de in euro gewaardeerde schade die aan het aantal overstromingslachtoffers toegekend kan worden. Bij overstromingslachtoffers kunnen vier, elkaar deels overlappende groepen onderscheiden worden:

- getroffenen;
- dodelijke slachtoffers;
- gewonden;
- evacués.

De dodelijke slachtoffers en de gewonden vormen deelgroepen van de getroffenen. De groep van de evacués is geen deelgroep van de getroffenen. Getroffenen en evacués zijn elkaar deels overlappende groepen. Enerzijds zijn er getroffenen die niet geëvacueerd kunnen worden. Anderzijds zijn er mensen die bij een hoogwateralarm preventief geëvacueerd worden, maar waarvan de woning uiteindelijk niet overstroomd wordt (hetzij omdat hun woning buiten het overstroomde gebied valt, hetzij omdat de dijken standhouden en er helemaal geen overstroming plaatsvindt).

Figuur 8.1 visualiseert de overlapping tussen de vier slachtoffergroepen. De achter elkaar geplaatste rode ovalen geven weer dat het aantal evacués groter is dan het aantal overstromingen. Behalve evacués in geval van een overstroming zijn er immers ook preventieve evacués bij hoogwateralarm waarbij er uiteindelijk geen overstroming optreedt.



Figuur 8.1 Groepen van overstromingslachtoffers

De MKBA van WV21 is gebaseerd op de schadeberekeningen van HIS-SSM. In HIS-SSM worden slechts twee groepen van slachtoffers onderscheiden:

- dodelijke slachtoffers
- getroffenen

Daarom worden de dodelijke slachtoffers en de gewonden enerzijds, en de getroffenen en de evacués anderzijds, samengenomen. Zoals later nog toegelicht wordt, kan een verband

tussen het aantal dodelijke slachtoffers en het aantal gewonden bepaald worden, alsmede tussen het aantal getroffen en het aantal evacué's.

In de MKBA wordt de slachtoffergerelateerde schade in het basisjaar 2011 berekend door het aantal dodelijke slachtoffers en het aantal getroffen te vermenigvuldigen met kengetallen voor de schade. Deze kengetallen hebben, net als de materiële schade in het basisjaar, betrekking op de schade in 2011 en zijn uitgedrukt in het prijspeil van 2009. Voor het kengetal per dodelijk slachtoffer wordt tevens een interval getoond dat de onzekerheid over de waarde van een statistisch mensenleven weergeeft (Tabel 8.1).

Tabel 8.1 Schade van overstromingsslachtoffers – kengetallen voor het basisjaar 2011

Schadepost	Kengetal	Bedrag in basisjaar 2011
Schade van dodelijke slachtoffers en gewonden	<i>Schade per dodelijk slachtoffer (miljoen euro)</i>	6,7 [1,4–11,3]
Schade van getroffen en evacué's	<i>Schade per getroffene/evacué (euro)</i>	12.000

Het kengetal van de schade per dodelijk slachtoffer omvat niet enkel de schade van dodelijke slachtoffers, maar ook de schade van het aantal gewonden dat gemiddeld per dodelijk slachtoffer valt. In het kengetal zijn de volgende schadeposten begrepen (zowel voor dodelijke slachtoffers als gewonden):

- immateriële schade;
- netto productieverlies voor de gemeenschap;
- medische kosten.

Het kengetal van de schade per getroffene omvat tevens de schade van het aantal mensen dat gemiddeld per getroffene geëvacueerd wordt. In het kengetal zijn de volgende schadeposten begrepen:

- voor evacué's: persoonlijke schade van evacuatie (materieel en immaterieel);
- voor getroffen: immateriële schade van bezittingen.

De materiële schade van getroffen en de kosten van evacuatie ten laste van de overheid worden in dit hoofdstuk niet behandeld. Het bedrag van de materiële schade van de getroffen (schade aan woningen en inboedel) is een output van HIS-SSM, die rechtstreeks in de MKBA gebruikt wordt. De kosten van evacuatie ten laste van de overheid (d.w.z. kosten van uitvoering van de evacuatie en van tijdelijke opvang) wordt in rekening gebracht door middel van een opslagpercentage op de materiële schade van de getroffen (zie paragraaf 6.1).

In de volgende paragrafen worden de kengetallen die in Tabel 8.1 gepresenteerd zijn, onderbouwd. In paragraaf 8.1 wordt de schade van dodelijke slachtoffers en gewonden behandeld. De schade van getroffen en evacué's komt in sectie 8.2 aan bod. Tenslotte wordt in paragraaf 8.3 uitgelegd hoe de schadebedragen naar het basisjaar 2011 geïndexeerd worden.

## 8.1 Dodelijke slachtoffers en gewonden

Tabel 8.2 toont een overzicht van de waarde van vermeden dodelijke slachtoffers en gewonden. Er worden in de tabel twee groepen van slachtoffers onderscheiden:

- dodelijke slachtoffers;
- gewonden (ernstig gewonden die ziekenhuisopname vereisen);

HIS-SSM genereert enkel het aantal dodelijke slachtoffers. Daarom wordt ten behoeve van de MKBA het aantal gewonden gerelateerd aan het aantal dodelijke slachtoffers. Gemiddeld gaat één dodelijk slachtoffer gepaard met 5 gewonden (dit getal wordt verder in de tekst toegelicht). In de laatste kolom van de tabel wordt de waarde van één dodelijk slachtoffer en de ermee gepaard gaande gewonden opgeteld. Dit resulteert in een waarde van 6,5 miljoen euro per dodelijk slachtoffer (prijspeil 2009). In dit bedrag zijn zowel de schade van dodelijke slachtoffers als die van gewonden inbegrepen.

Tabel 8.2 Waarde van vermeden dodelijke slachtoffers en gewonden (euro, prijspeil 2009)

		Dodelijk slachtoffer	Gewonden	Totale schade per dodelijk slachtoffer
Aantal	#	1	5	
Immateriële schade	euro	5.800.000	410.000	6.210.000
Netto productieverlies	euro	28.000	200.000	228.000
Medische kosten	euro	7.000	50.000	57.000
Totaal	euro	5.835.000	660.000	6.495.000

In de volgende tekst worden de getallen in Tabel 8.2 toegelicht.

### Aantal

Het aantal dodelijke slachtoffers per dijkkring is een output van HIS-SSM.

De inschatting van het aantal gewonden dat zou kunnen vallen bij overstromingen in Nederland is lastiger. Het is moeilijk om uit de cijfers in de literatuur over overstromingen in het buitenland algemene kengetallen af te leiden omdat elke overstroming weer anders is wat betreft hoogte van het water, stroomsnelheid, wel of niet gecombineerd met storm, enzovoort.

De in de MKBA gehanteerde raming van het aantal gewonden per dodelijk slachtoffer is een gemiddelde van diverse literatuurbronnen. Deze literatuurbronnen worden hieronder nader besproken.

#### *Watersnoodramp Zeeland 1953*

De watersnoodramp van 1953 veroorzaakte in Nederland ongeveer 1800 dodelijke slachtoffers (zie Jonkman et al. (2009) voor een overzicht van de beschikbare gegevens). Over het aantal gewonden zijn geen gegevens teruggevonden.

#### *Katrina (2005)*

Bij de storm Katrina, de overstroming en de vlak daaropvolgende tweede storm Rita zijn 7543 gewonden geregistreerd (2006), als volgt verdeeld over vijf categorieën (Sullivent, 2006):

• Discharged	5999 (79,5%)
• Hospitalized	270 (3,6%)
• Transferred	177 (2,3%)
• Left without being seen/Against medical advice	175 (2,3%)
• Unknown	922 (12,2%)

Het aantal dodelijke slachtoffers wordt geraamd op circa 1500 (IPET, 2007).

Indien de categorieën Hospitalized en Transferred als ziekenhuisgewonden en de overige categorieën als lichtgewonden beschouwd worden, worden de volgende ratio's verkregen:

- aantal ziekenhuisgewonden per dodelijk slachtoffer:  $447 / 1500 = 0,3$ ;
- aantal lichtgewonden per dodelijk slachtoffer:  $7096 / 1500 = 5$ .

Bij deze cijfers horen enkele kanttekeningen. De storm Katrina vond plaats op 29 augustus, terwijl de registratie van de gewonden plaatsvond tussen 8 september en 14 oktober: waarschijnlijk zijn in de cijfers van Sullivent niet alle gewonden geregistreerd, zodat er per dodelijk slachtoffer waarschijnlijk meer gewonden zijn dan genoemde verhoudingsgetallen suggereren. Het feit dat er een tweede storm plaatsvond vlak na Katrina, verlaagt de bruikbaarheid van de cijfers verder, hoewel dit effect tegengesteld is aan het vorige en leidt tot meer gewonden. Overigens vielen veel gewonden niet zozeer door de overstroming zelf, maar eerder door de opruimwerkzaamheden daarna. Ook onder de reddingswerkers vielen veel gewonden. Maar deze laatste twee observaties zouden ook bij Nederlandse overstromingen op kunnen treden. Tenslotte bestaat ook over de noemer van de bovengenoemde ratio's (d.w.z. de raming van het aantal dodelijke slachtoffers) grote onzekerheid. Om die reden laten Ashley en Ashley (2008) Katrina buiten beschouwing in hun statistische analyse van Amerikaanse overstromingen tussen 1959 en 2005.

### *Verenigde Staten*

Ashley en Ashley (2008) presenteren resultaten van de analyse van een database van overstromingen in de 48 aaneengesloten staten van de Verenigde Staten in de periode 1959-2005 (maar zonder Katrina). In deze periode werden ongeveer 4600 dodelijke slachtoffers en 28.000 gewonden geregistreerd, wat neerkomt op ongeveer 6 gewonden per dodelijk slachtoffer. Er wordt geen onderscheid tussen zwaar- en lichtgewonden gemaakt, en uit het artikel blijkt ook niet over welke type gewonden het gaat.

De spreiding rond het gemiddelde van 6 gewonden per dodelijk slachtoffer is zeer groot en het gemiddelde wordt door uitschieters opgetrokken. Dit blijkt uit de gemiddelden per staat die de auteurs berekenen. Het aantal gewonden per dodelijk slachtoffer per staat varieert van 0,1 tot 55. In tweederde van de staten ligt de ratio onder 2 gewonden per dodelijk slachtoffer, en in slechts drie staten (Florida, Mississippi en Louisiana) is de ratio groter dan 20. De auteurs presenteren echter geen soortgelijke resultaten op het niveau van de individuele overstromingen (in plaats van gemiddelden per staat).

### *Groot Brittannië*

In Penning-Rowse (2005) wordt een model gepresenteerd om aantallen dodelijke slachtoffers en gewonden te schatten bij overstromingen. Het model wordt getest op drie overstromingen in het Verenigd Koninkrijk: Gowdall, Yorkshire in het jaar 2000, Norwich in het jaar 1912, en Lynmouth in 1952. De aantallen ernstig gewonden die per dodelijk slachtoffer worden gevonden zijn respectievelijk 26, 19 en 3.

*Japan*

In Japan is een overzicht gemaakt van 269 Japanse overstromingen (Zhai, 2006), hoofdzakelijk 'flash floods' (na heftige regenbuien) en overstromingen na regenperioden. De gewonden worden hier niet onderverdeeld in wel of niet met ziekenhuisopname. Wel worden 'ernstig' gewonden als categorie onderscheiden; het aantal ernstig gewonden per dodelijk slachtoffer varieert tussen 0 en 8 met een gemiddelde van 5.

*EM-DAT*

De EM-DAT database (Emergency events database) van de Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) bevat kerngegevens over ongeveer 13.000 rampen sinds 1900.

In RIZA (2006) worden de resultaten gepresenteerd van een analyse van de slachtofferaantallen van twee selecties uit de EM-DAT database:

- overstromingen in Europa<sup>10</sup> tussen 1950 en 2005 (185 datapunten);
- overstromingen in de wereld tussen 2000 en 2005 (963 datapunten).

De selectie uit de wereld is toegevoegd om meer datapunten over grote overstromingen te verkrijgen. Het databestand van Europese overstromingen bevat vooral kleinere overstromingen.

De analyse vindt geen enkel substantieel significant verband tussen het aantal dodelijke slachtoffers en het aantal gewonden bij overstromingen, noch in Europa, noch in de rest van de wereld. Een belangrijke reden voor het ontbreken van verbanden is het grote aantal nulmeldingen, in het bijzonder voor het aantal gewonden. In de Europese database zijn er bijvoorbeeld slechts 22 overstromingen (op 185) waarvoor er gewonden opgegeven zijn, en slechts 19 overstromingen met zowel dodelijke slachtoffers als gewonden. Vermoedelijk is dit deels het gevolg van tekortkomingen in de registratie en rapportage van gewonden bij overstromingen. Er zijn echter geen aanwijzingen over de omvang van de fout die daardoor veroorzaakt wordt.

Om een raming van het aantal gewonden per dodelijk slachtoffer te verkrijgen waarbij de vertekening door de niet-rapportering van gewonden toch zoveel mogelijk vermeden wordt, wordt de volgende methode toegepast. De verhouding tussen het totale aantal dodelijke slachtoffers en het totale aantal gewonden wordt berekend enkel op basis van de datapunten waarvoor er zowel dodelijke slachtoffers als gewonden geregistreerd zijn, en met weglating van het meest extreme datapunt. Deze werkwijze levert de volgende resultaten:

- 6 gewonden per dodelijk slachtoffer bij de Europese overstromingen tussen 1950 en 2005;
- 5 gewonden per dodelijk slachtoffer bij de overstromingen in de wereld tussen 2000 en 2005.

Aan deze schattingen kan echter geen statistische significantie toegekend worden.

*Synthese*

Op basis van de hierboven beschreven bronnen kan enkel een ruwe raming van het gemiddelde aantal gewonden per dodelijk slachtoffer gemaakt worden. De beste raming is 5

---

10. Alle landen op het Europese continent, met uitzondering van de landen van de voormalige Sovjet-Unie en Turkije.

(ernstig) gewonden per dodelijk slachtoffer. Deze waarde is in de berekeningen in Tabel 8.2 gebruikt.

De lichtgewonden blijven hierdoor buiten beschouwing. De immateriële schade, het productieverlies en de medische kosten van lichtgewonden zijn echter veel kleiner dan die van zwaargewonden en dodelijke slachtoffers. Er is geverifieerd (met behulp van kengetallen uit AVV (2006a)) dat zelfs met een verhouding van 50 lichtgewonden per dodelijk slachtoffer de bijdrage van lichtgewonden aan de totale schade van doden en gewonden zeer gering zou zijn (ongeveer 1%).

### Immateriële schade

Mensen hechten waarde aan een veilige leefomgeving, wat onder meer inhoudt dat de kans op voortijdig overlijden (d.w.z. voor het einde van zijn of haar normale levensverwachting) minimaal is.<sup>11</sup> Uit de voorkeur voor een veilige leefomgeving volgt een waarde voor een lagere kans op voortijdig overlijden. In de mate dat een verbetering van de waterkering de kans op voortijdig overlijden van een inwoner van een dijkkringgebied ten gevolge van een overstroming vermindert, moet deze waarde als een batenpost in rekening gebracht worden. Deze waarde vertegenwoordigt de immateriële baten van de vermindering van het verwachte aantal dodelijke overstromingslachtoffers, of, anders geformuleerd, de vermeden immateriële schade van dodelijke overstromingslachtoffers.

De betalingsbereidheid voor meer veiligheid wordt doorgaans uitgedrukt als een bedrag per statistisch verwacht vermeden dodelijk slachtoffer, en "waarde van een statistisch mensenleven" genoemd (meestal aangeduid met de Engelstalige term "Value Of a Statistical Life", afgekort VOSL). Deze benaming is enigszins misleidend. Het gaat eigenlijk niet om de waarde van een mensenleven, maar om de waarde van een kleine vermindering van overlijdenskans omgezet naar een waarde per statistisch verwacht vermeden dodelijk slachtoffer:

$$\text{VOSL} = \frac{\text{bedrag in euro dat men jaarlijks wil betalen voor een vermindering van de jaarlijkse kans op voortijdig overlijden}}{\text{vermindering van de jaarlijkse kans}}$$

Een voorbeeld kan dit verduidelijken. Veronderstel dat de jaarlijkse kans op voortijdig overlijden ten gevolge van een bepaald voorval gelijk is aan 1/100.000. Door een veiligheidsmaatregel kan die kans gereduceerd worden tot 1/1.000.000. De vermindering van de jaarlijkse kans is dus gelijk aan 9/1.000.000. Veronderstel dat een individu bereid is om 10 euro per jaar te betalen voor het uitvoeren van de maatregel. Dan is de VOSL gelijk aan:

11. Deze vaststelling is niet in tegenspraak met het feit dat mensen in sommige gevallen het gevaar (hogere kans op dodelijk ongeval) bewust opzoeken, bijvoorbeeld door een gevaarlijke sport te beoefenen. De aanvaardbaarheid van een risico hangt af van de context. In het kader van een vrijwillige vrijetijdsbesteding zullen veel mensen hogere ongevalrisico's aanvaarden dan in het dagelijkse leven.


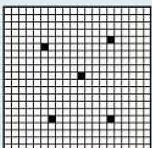
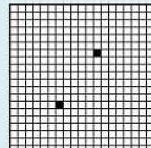

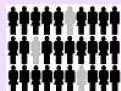




$$\frac{10 \text{ euro}}{9/1.000.000} = 1.111.111 \text{ euro per dodelijk slachtoffer}$$

Schattingen van de VOSL (of meer bepaald van de betalingsbereidheid om de kans op voortijdig overlijden te verminderen) worden verkregen door middel van directe ondervraging (met behulp van zorgvuldig opgestelde enquêtes) of afgeleid uit het werkelijk waargenomen keuzegedrag van individuen in situaties met overlijdensrisico (gevaarlijke beroepen, verkeer).

Ramingen van de VOSL in Europese studies variëren van 2 tot 14 miljoen euro (Bočkarjova et al., 2009c). De bandbreedte is groot (i) ten gevolge van statistische onzekerheid (nog versterkt door het feit dat in de berekening van de VOSL een deling door een zeer klein percentage voorkomt), en (ii) door het feit dat de VOSL zeer contextafhankelijk is. Op theoretische gronden mag men verwachten dat de VOSL afhangt van de kenmerken van het risico, onder andere wat betreft individuele beheersbaarheid, manier van overlijden, schaal en initiële kans. Dit theoretische vermoeden wordt bevestigd door een metastudie van Dekker (2008). Daarom moet de VOSL voor overstromingssslachtoffers specifiek voor dit ramptype worden bepaald en kan deze informatie niet uit andere onderzoeken (bijvoorbeeld over dodelijke verkeerssslachtoffers) over worden genomen.

Ten behoeve van de MKBA van WV21 heeft de Vrije Universiteit een onderzoek uitgevoerd om de VOSL in de context van waterveiligheid te ramen (Bočkarjova et al., 2009a, b, c). De onderzoekers maakten gebruik van een keuze-experiment (choice experiment). Dit is een bijzondere vorm van een enquête naar de betalingsbereidheid, waarbij aan de respondenten diverse keuzen tussen twee alternatieven voorgelegd worden. Deze alternatieven verschillen in een aantal kenmerken van elkaar (waaronder in dit geval de kans op overlijden door een overstroming) en gaan gepaard met verschillende hoogtes van de onkosten (in dit geval uitgedrukt als het bedrag van de waterschapsbelasting). Door verschillende combinaties van keuzealternatieven met verschillende kenmerken en onkosten aan te bieden en de antwoorden statistisch te analyseren, kan afgeleid worden hoe respondenten de verschillende kenmerken geldelijk waarderen. Figuur 8.2 toont een voorbeeld van een keuzealternatief.

	<i>POLDER A</i>	<i>POLDER B</i>
	<b>Wel mogelijkheid tot evacuatie</b>	<b>Geen mogelijkheid tot evacuatie</b>
Kans op <b>overstroming</b> in de polder <i>(in de komende 50 jaar)</i> 	<b>5 : 400</b> (5 op vierhonderd) 	<b>2 : 400</b> (2 op vierhonderd) 
Kans op <b>evacuatie</b> in de polder <i>(in de komende 50 jaar)</i> 	<b>20 : 400</b> (20 op vierhonderd)	<b>0</b> (geen)
Kans op <b>overlijden</b> door een overstroming <i>(in de komende 50 jaar)</i> 	<b>0</b> (geen)	<b>2 : 40.000</b> (2 op 40 duizend)
Kans op <b>verwonding</b> door een overstroming <i>(in de komende 50 jaar)</i> 	<b>0</b> (geen)	<b>10 : 40.000</b> (tien op 40 duizend)
Waterschapsbelasting <i>(jaarlijks)</i> 	<b>€ 25</b>	<b>€ 55</b>
Voorkeur <i>(kruis één blokje aan)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figuur 8.2 Voorbeeld van keuzealternatief in keuze-experiment

De onderzoekers raamden een interval voor de VOSL tussen 6,3 en 7,2 miljoen euro. In de MKBA wordt het gemiddelde van beide waarden gehanteerd: 6,8 miljoen euro.<sup>12</sup>

De VOSL is afgeleid van de betalingsbereidheid van personen. Die personen maken een keuze tussen het besteden van beschikbaar inkomen aan het verminderen van de overstromingskans en de aankoop van andere goederen en diensten. Het gevolg is dat de VOSL in marktprijzen uitgedrukt is, d.w.z. in prijzen inclusief indirecte belastingen zoals de BTW. De kosten van de maatregelen in de MKBA van WV21 zijn echter in basisprijzen uitgedrukt (zonder indirecte belastingen). Om kosten en baten in dezelfde eenheden uit te drukken zodat ze met elkaar vergeleken kunnen worden, verminderen we de VOSL met het gemiddelde percentage van het saldo van de productgebonden belastingen en subsidies ten opzichte van het BBP in Nederland (ongeveer 14%). Zo verkrijgen we een VOSL van 5,8 miljoen euro (het bedrag in Tabel 8.2).

12. De enquêtes werden in oktober/november 2008 afgenomen. We veronderstellen dat de gevonden VOSL-waarden ook voor 2009 gelden.

### **Motivatie voor de gebruikte waarde van de VOSL**

*Het voorstel van een VOSL-waarde van 5,8 miljoen euro (in basisprijzen) werd voorgelegd aan een klankbordgroep van economen die specifiek voor de MKBA WV21 was ingesteld. Deze groep kwam niet tot een eensluidend advies over dit bedrag. Er werden twee soorten opmerkingen geformuleerd.*

*Sommige leden van de klankbordgroep hadden principiële bezwaren tegen het opnemen van immateriële baten van vermeden dodelijke overstromingslachtoffers in de MKBA. Zij verkozen om de schade van dodelijke overstromingslachtoffers tot de materiële component te beperken en deze op basis van het verlies van productiewaarde in rekening te brengen.*

*Andere leden gingen in principe akkoord met het gebruik van de VOSL, maar vonden dat aanvullende onderzoeken nodig waren. Enkel indien deze aanvullende onderzoeken de resultaten van de Vrije Universiteit zouden bevestigen, zou de gevonden VOSL-waarde voldoende betrouwbaar voor toepassing in beleidsstudies zijn. Dit standpunt vormt geen kritiek op de degelijke onderzoeksaanpak van Vrije Universiteit, maar is een gevolg van de lastige onderzoeksvraag. De onderzoeksmethode berust op de ondervraging van "gewone" burgers. De respondenten wordt gevraagd om beslissingen te nemen voor situaties die zich maar met een zeer kleine waarschijnlijkheid zullen voordoen. Ondanks de zorgvuldige voorbereiding en opzet van het onderzoek bestaat er gerede twijfel of de respondenten de kansen wel goed ingeschat hebben. Daarom is extra onderzoek wenselijk om na te gaan of de resultaten bevestigd worden.*

*In afwachting van dergelijke bevestigende studies stelden sommige leden van de klankbordgroep voor om te werken met een bandbreedte van 1 tot 10 miljoen euro. Uit de literatuur blijkt immers dat de VOSL zich met grote waarschijnlijkheid in die bandbreedte bevindt. Deze bandbreedte lijkt vrij robuust voor verschillende risicocontexten en onderzoeksmethoden.*

*Bij de opstelling van de MKBA is na afwegen van bovenstaande argumenten gekozen om de centrale raming van 5,8 miljoen euro (in basisprijzen) te behouden, te meer omdat dit een goed gemiddelde is voor de gebruikelijke range van 1 tot 10 miljoen euro. Er is wel nagegaan wat het effect op de economisch optimale overstromingskans zou zijn bij gebruik van een waarde van 1 of 10 miljoen.*

*De beslissing om de VOSL-raming toch te gebruiken is onder meer ingegeven door het feit dat het Ministerie van Verkeer en Waterstaat sinds enkele jaren voor de berekening van de maatschappelijke kosten van verkeersongevallen een VOSL toepast (zie bijvoorbeeld AVV, 2006). De daarbij gehanteerde waarde van 2,2 miljoen euro (2,5 miljoen euro in prijspeil 2009) is gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie en op keuze-experimenten die in Nederland uitgevoerd zijn in de context van verkeersveiligheid (Wesemann et al., 2005; De Blaeij et al., 2003). Deze waarde is evenmin door het beleid bekrachtigd. Een aanvulling op de OEI-leidraad, waarin deze waarde opgenomen is, is in voorbereiding maar nog niet officieel gepubliceerd. Toch wordt deze waarde al veelvuldig in beleidsstudies en –rapporten toegepast.*

*Het eenvoudigweg overnemen van de waarde van 2,5 miljoen euro in de MKBA van WV21 is om redenen vermeld in de tekst niet aangewezen. Het bedrag van 5,8 miljoen euro is de best beschikbare raming in de context van hoogwaterbescherming.*

In het onderzoek van de Vrije Universiteit is ook onderzocht welk bedrag mensen ervoor over hebben om ernstige verwondingen bij overstromingen te vermijden (Bočkarjova et al., 2009a, b, c). De onderzoekers raamden een interval voor de Value of Injury (VOI) tussen 91.000 en 102.000 euro. In de MKBA wordt het gemiddelde van beide waarden gehanteerd: 97.000 euro. Na aftrek van de indirecte belastingen (14%) verkrijgen we een bedrag van ongeveer 82.000 euro. Vermenigvuldiging met gemiddeld 5 gewonden per dodelijk slachtoffer resulteert in een bedrag van 410.000 euro voor de immateriële schade van gewonden.

De VOI is een maatstaf van de persoonlijke schade van een verwonding. Behalve de immateriële schade (pijn en leed) omvat de persoonlijke schade ook het inkomensverlies gedurende de periode van genezing en de medische kosten die niet door de verzekering of de overheid betaald worden. In de vraagstelling van het keuze-experiment werd aan de respondenten gevraagd om te veronderstellen dat de materiële kosten door de overheid vergoed zouden worden en dus buiten beschouwing gelaten konden worden. De resulterende VOI weerspiegelt dus vooral de immateriële schade van verwondingen ten gevolge van een overstroming.

### **Netto productieverlies**

De VOSL drukt de persoonlijke waarde uit van een mensenleven voor het individu zelf. Om tot de waarde van een mensenleven voor de gehele maatschappij te komen, moet daar een tweede component bijgeteld worden: de netto productieve bijdrage van het individu over de rest van zijn levensverwachting. De netto productie is gelijk aan de waarde van de productie minus de waarde van de consumptie.

In AVV (2006b) werd het netto productieverlies van een dodelijk slachtoffer geraamd op ongeveer 26.000 euro. Dit bedrag is het verschil tussen de productiewaarde (510.000 euro) en de waarde van de consumptie (484.000 euro). De ramingen in het rapport van AVV zijn uitgedrukt in prijzen van 2003. Na aanpassing voor de inflatie tussen 2003 en 2009 verkrijgen we een netto productieverlies van ongeveer 28.000 euro per dodelijk slachtoffer (het bedrag in Tabel 8.2).

In het rapport van AVV vinden we ook ramingen van het productieverlies van gewonden. Gedurende de periode van genezing is de gewonde persoon geheel of gedeeltelijk werkonbekwaam, waardoor er productie verloren gaat. Er wordt aangenomen dat de verwonding geen noemenswaardig consumptieverlies veroorzaakt, zodat het bruto productieverlies gelijk is aan het netto productieverlies. Het productieverlies van een zwaar gewonde wordt geraamd op 40.000 euro. In dat bedrag is de inflatie tussen 2003 en 2009 al verwerkt <sup>13</sup> Na vermenigvuldiging met het aantal gewonden verkrijgen we het bedrag in Tabel 8.2.

### **Medische kosten**

Dodelijke slachtoffers en gewonden veroorzaken diverse kosten van hulpverlening: kosten van bergen van lichamen, medische kosten,...

We beschikken enkel over ramingen van medische kosten (AVV, 2006b, aangepast aan de inflatie tot 2009). Deze zijn gelijk aan:

---

13. De hoogte van de VOSL en de VOI zijn zeer afhankelijk van de context waarin de verwonding of het overlijden optreedt. Daarom heeft VU een specifiek onderzoek over de VOSL en VOI bij overstromingen uitgevoerd. Voor productieverlies en medische kosten is de context niet of veel minder belangrijk. Hier kunnen we wel resultaten van eerdere onderzoeken overnemen.

- 7000 euro per dodelijk slachtoffer;
- 10.000 euro per zwaargewonde.

Na vermenigvuldiging met het aantal gewonden verkrijgen we de bedragen in Tabel 8.2.

## 8.2 Getroffenen en evacués

Tabel 8.3 toont een overzicht van de immateriële schade per getroffene van een overstroming. Deze schade bestaat uit twee onderdelen:

- persoonlijke schade van evacuaties (materieel en immaterieel);
- immateriële schade van de bezittingen van de getroffenen.

Samen vertegenwoordigen deze beide schadeposten een bedrag van 12.000 euro per getroffene.

Tabel 8.3 Immateriële schade per getroffene (prijspeil 2009)

Persoonlijke schade evacuatie per geëvacueerde (VOE)	€2.100
Aantal geëvacueerde per getroffene	5
Immateriële schade evacuatie per getroffene	€10.500
Immateriële schade bezittingen per getroffene	€1.500
Totale immateriële schade per getroffene	€12.000

### Aantal evacués per getroffene

Het verwachte aantal getroffenen bij een overstroming is een output van HIS-SSM. Het aantal evacués wordt door HIS-SSM niet berekend. Kolen en Maaskant (2010) hebben daarom een onderzoek uitgevoerd om voor elke dijkkring de verhouding tussen het aantal evacués en het aantal getroffenen te bepalen.

Bij een overstroming worden alle getroffenen uiteindelijk geëvacueerd. Het aantal evacués is echter hoger dan het aantal getroffenen. Daarvoor zijn twee redenen.

- De belangrijkste reden zijn de preventieve evacuaties, waardoor het aantal evacuaties groter is dan het aantal overstromingen.
- Ten tweede wordt zelfs bij een overstroming een aantal mensen geëvacueerd van wie de woning uiteindelijk niet overstromt.

Preventieve evacuaties zijn niet overal in even grote mate mogelijk, zodat de verhouding tussen het aantal evacués en het aantal getroffen varieert naargelang het dijkkringgebied. Gemiddeld over alle dijkkringgebieden ramen Kolen en Maaskant deze verhouding op 10 evacués per getroffene.

Kolen en Maaskant merken op dat de evacuatiefrequentie (overal 1/200) niet direct aan de beschermingsnormen (1/10.000 tot 1/250 naargelang de dijkkring) gerelateerd is. De alarmcriteria zijn historisch ontstaan. Impliciet zijn ze gerelateerd aan de sterkte van de waterkeringen, maar die relatie is niet expliciet. Er mag aangenomen worden dat de alarmcriteria bijgesteld zullen worden als de waterkeringen aan hogere eisen zouden moeten voldoen, en dat de evacuatiefrequentie zal dalen. Wegens het ontbreken van een expliciete

relatie tussen beiden kan echter niet voorspeld worden met hoeveel de evacuatiefrequentie zal dalen indien het beschermingsniveau van de waterkering stijgt.

In de MKBA is aangenomen dat het effect van het beschermingsniveau op de evacuatiefrequentie minder dan proportioneel zal zijn. Bij een verhoging van het beschermingsniveau zal het aantal evacués dus minder dalen dan het aantal getroffen. Daarom is in de MKBA slechts een verhouding van 5 evacués per getroffen gehanteerd. Deze verhouding is voor alle dijkringdelen toegepast. De thans beschikbare informatie is onvoldoende precies om een differentiatie tussen de dijkringen te motiveren.

### **Persoonlijke schade van evacuaties**

Een evacuatie veroorzaakt materiële en immateriële persoonlijke schade voor de geëvacueerde: stress en ongemak, inkomensverlies, verlies aan vrije tijd, extra reiskosten,...

Mensen hebben er daarom iets voor over om een evacuatie te vermijden. De betalingsbereidheid om de kans op een evacuatie te verminderen vormt een raming van de persoonlijke schade van een evacuatie.

In het eerder geciteerde onderzoek van de Vrije Universiteit (Bočkarjova et al., 2009a, b, c) werd behalve een VOSL en een VOI ook een VOE (Value of Evacuation) bepaald: een bedrag van 2300 tot 2500 euro per geëvacueerde. In de MKBA is het gemiddelde van beide bedragen gekozen: 2400 euro. Net als de VOSL en de VOI moet ook de VOE in basisprijzen omgezet worden, waardoor een bedrag van 2100 euro per geëvacueerde verkregen wordt (in prijzen van 2009).

Deze VOE geldt voor een evacuatie van 7 dagen (lengte van de evacuatie in het keuze-experiment). Ze reflecteert de persoonlijke kosten van een evacuatie voor personen die preventief geëvacueerd worden, maar die niet door een overstroming getroffen worden. Bij personen van wie de woning wel overstroomd is, duurt de evacuatie veel langer en loopt de schade van de evacuatie hoger op. In die gevallen vormt het hierboven geciteerde VOE-bedrag een onderschatting van de persoonlijke schade.

Behalve persoonlijke schade veroorzaakt een evacuatie ook schade aan de rest van de samenleving, waaronder kosten van de uitvoering van de evacuatie en van tijdelijke opvang, en verlies van toegevoegde waarde, bovenop het persoonlijke inkomensverlies dat al in de VOE begrepen is. Deze kosten zijn in rekening gebracht door middel van een opslagpercentage op de materiële schade van de getroffen.

### **Immateriële schade van onvervangbare bezittingen**

De materiële schade van woningen en inboedel wordt gewaardeerd op basis van de kosten voor het herstel of de vervanging van de beschadigde goederen. Sommige niet-herstelbare goederen hebben echter een waarde die de vervangingskosten overschrijdt. Het gaat om voorwerpen met een intrinsieke gevoelswaarde, die dus niet vervangen kunnen worden. Voorbeelden zijn familiefoto's en souvenirs.

We hebben geen gegevens over de omvang van de immateriële component van de materiële schade. We nemen ze in rekening door het bedrag van de immateriële schade van evacuaties per getroffen (10.500 euro) naar boven af te ronden (op 12.000 euro). Het resulterende bedrag van de immateriële schade van bezittingen is dan 1500 euro per getroffen.

### 8.3 Indexering tot 2011

De in de vorige paragrafen geciteerde kengetallen gelden voor het jaar 2009. De schadebedragen in het basisjaar van de MKBA zijn uitgedrukt in prijspeil 2009, maar hebben betrekking op de economische toestand in het jaar 2011. De kengetallen in de vorige paragrafen moeten dus geïndexeerd worden in functie van de reële economische groei tussen 2009 en 2011.

De betalingsbereidheid voor meer veiligheid (gemeten middels de VOSL), stijgt naarmate mensen meer verdienen. Het exacte verband tussen de VOSL en de hoogte van het inkomen is niet goed bekend (RIZA, 2006). We veronderstellen daarom dat de VOSL proportioneel stijgt met het gemiddelde inkomen of het BBP per hoofd van de bevolking. We hanteren dezelfde aanname voor het netto productieverlies en de immateriële schade van evacuatie en bezittingen.<sup>14</sup>

De verwachte reële groei van het BBP per hoofd van de bevolking tussen 2009 en 2011 is 2,7% (volgens de prognoses in het Centraal Economisch Plan van 2010). Het integrale schadebedrag van 6,5 miljoen euro per dodelijk slachtoffer wordt dan 6,7 miljoen euro.

Zoals getoond in Tabel 8.2 is de berekening van het integrale schadebedrag (VOSL + VOI) van 6,5 miljoen euro (6,7 miljoen euro geïndexeerd) per dodelijk slachtoffer gebaseerd op een schatting van de VOSL van 5,8 miljoen euro (kengetal 2009). In een gevoeligheidsanalyse is de schade van dodelijke slachtoffers en gewonden ook berekend voor alternatieve VOSL-waarden van 1 en 10 miljoen euro (kengetal 2009). Er wordt verondersteld dat bij een lagere/hogere VOSL, ook de VOI proportioneel lager/hoger is. Het netto productieverlies en de medische kosten blijven echter ongewijzigd. In dat geval ligt het geïndexeerde, integrale schadebedrag van dodelijke slachtoffers en gewonden tussen 1,4 en 11,3 miljoen euro per dodelijk slachtoffer.

Het immateriële schadebedrag van 12.000 euro per getroffen blijft na indexering afgerond 12.000 euro.

Voor het jaar 2011 gelden dus de volgende schadebedragen per slachtoffer:

- schade van dodelijke slachtoffers en gewonden: **6,7 miljoen euro** per dodelijk slachtoffer (met interval van 1,4 tot 11,3 miljoen euro);
- immateriële schade van evacuatie en onvervangbare bezittingen: **12.000 euro** per getroffen.

---

14. Deze redenering geldt strikt genomen niet voor de medische kosten. Ze vormen echter maar een zeer klein bestanddeel van de totale waarde van een vermeden dodelijk slachtoffer (inbegrepen bijhorende gewonden), zodat het niet de moeite loont om deze kosten van een aparte indexering te voorzien.





## 9 Totale overstromingsschade in 2011

De figuur op de volgende bladzijde geeft een overzicht van de overstromingsschade per dijkkringdeel in 2011 ( $V(0)$ ). Om een correct beeld te krijgen van de relatieve potentiële schade in de dijkkringdelen is in de figuur het effect van de "schaalsprong Almere" tussen 2011-2030 in het schadecijfer van dijkkringdeel 8-2 (Flevoland-Zuidwest) buiten beschouwing gelaten. In de berekeningen van de MKBA is, zoals eerder uitgelegd, de schaalsprong om praktische redenen wel al in het schadecijfer van 2011 verwerkt.

In de kolom rechts van de figuur worden de bedragen van de totale overstromingsschade per dijkkringdeel getoond. Deze bedragen zijn de ramingen van de overstromingsschade per dijkkringdeel in het geval dit dijkkringdeel door een overstroming getroffen zou worden.

In de dijkkringdelen met de grootste schade loopt het schadebedrag op tot meer dan 30 miljard euro (schadebedrag in 2011 in prijspeil 2009). Dit is het geval voor de dijkkringdelen Flevoland Zuid-West (8-2), Zuid-Holland Kust (14-1), Zuid-Holland Nieuwe Waterweg Oost (14-3), Lopiker- en Krimpenerwaard (15-1), Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden (16-1), Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaarden (43-1), Kromme Rijn - Rijnzijde (44-1). In een tiental andere dijkkringdelen bedraagt de geraamde schade tussen 10 en 30 miljard euro. Logischerwijze gaat het om dijkkringdelen met een grote oppervlakte en/of economische en bevolkingsdichtheid.

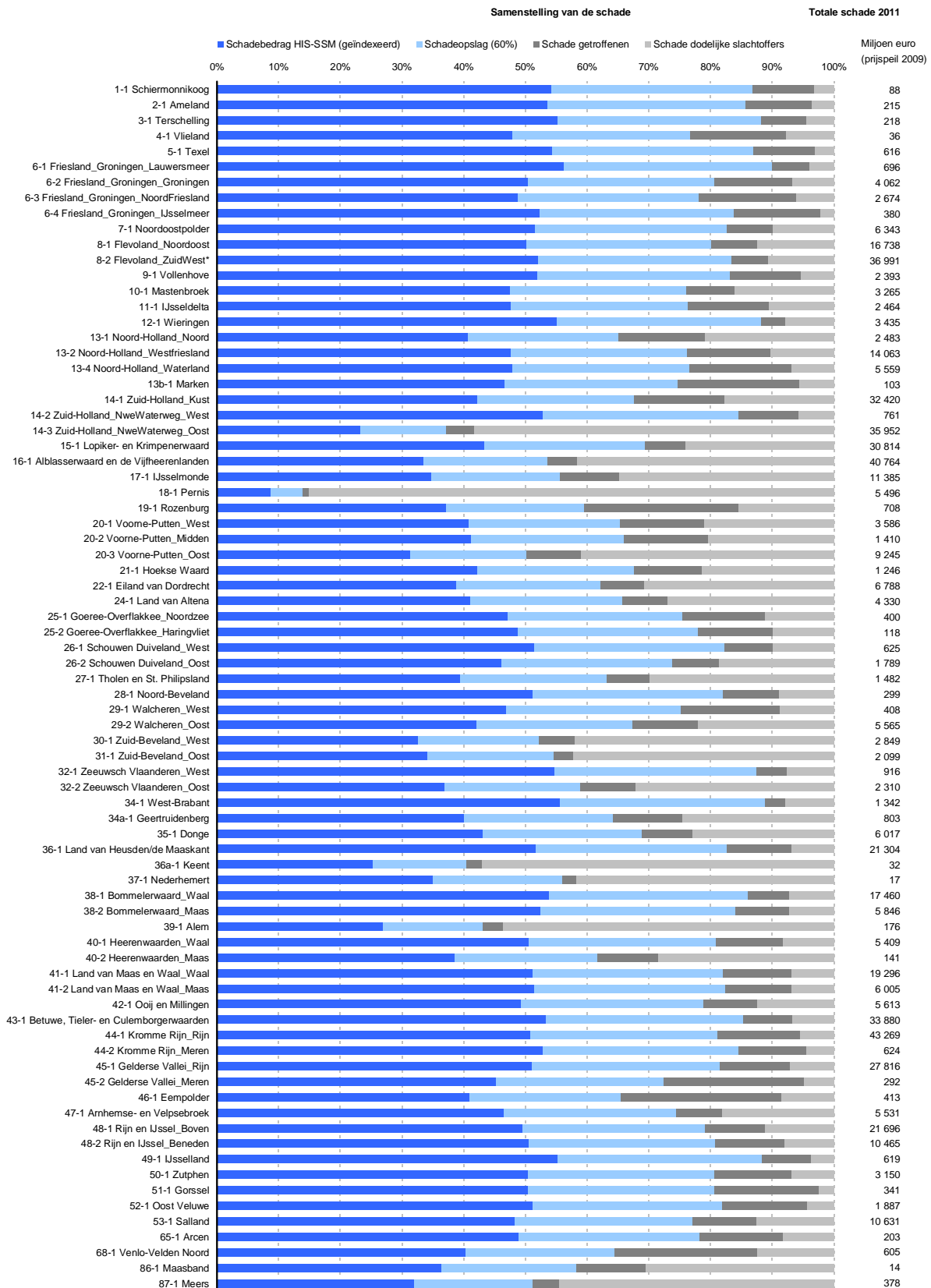
De berekende totale overstromingsschade bestaat uit vier posten:

1. het bedrag van de materiële schade bepaald door HIS-SSM (geïndexeerd tot 2011);
2. een opslag van 60% op dit bedrag om rekening te houden met risicoaversie en met schadeposten die niet of onvoldoende in HIS-SSM opgenomen zijn;
3. (hoofdzakelijk immateriële) schade van getroffenen;
4. (hoofdzakelijk immateriële) schade van dodelijke slachtoffers.

De figuur op de volgende bladzijde toont de samenstelling van de overstromingsschade voor elk dijkkringdeel.

Gemiddeld over alle dijkkringdelen bedraagt de materiële schade (posten 1 en 2) iets meer dan 70% van de totale overstromingsschade, en de slachtoffergerelateerde schade (posten 3 en 4) iets minder dan 30%.

In enkele dijkkringdelen loopt het aandeel van de slachtoffergerelateerde schade op tot meer dan 50%. Het hoogste aandeel (85%) wordt opgetekend door dijkkringdeel Pernis (18-1), vrijwel volledig bestaande uit de schade van dodelijke slachtoffers. In de dijkkringdelen Zuid-Holland Nieuwe Waterweg Oost (14-3), Keent (36a-1) en Alem (39-1) bedraagt het aandeel van de slachtoffergerelateerde schade ongeveer 60%. Percentages tussen 40 en 50 worden gevonden in de dijkkringdelen Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden (16-1), IJsselmonde (17-1), Voorne-Putten Oost (20-3), Zuid-Beveland West en Oost (30-1 en 31-1), Zeeuws Vlaanderen Oost (32-2) en Nederhemert (37-1).



Figuur 9.1 Totale overstromingsschade per dijkkringdeel voor 2011.

## 10 Scenario's vanaf 2012

Vanaf 2012 worden de schadebedragen jaarlijks verhoogd met een groeipercentage dat de gemiddelde jaarlijkse reële toename van de schade weerspiegelt. In de notatie van *OptimaliseRing*:

$$V(t) = V(0) e^{\gamma t} a(t)$$

waarin:

- $V(t)$  overstromingsschade in jaar 2011+ $t$  (in geval zich een overstroming voordoet);
- $V(0)$  overstromingsschade in jaar 2011 (in geval zich een overstroming voordoet);
- $\gamma$  tempo van de economische groei;
- $a(t)$  andere factoren die de ontwikkeling van de overstromingsschade in de tijd bepalen, maar die hier niet ter zake doen.<sup>15</sup>

Het groeipercentage  $\gamma$  is gelijk aan de gemiddelde jaarlijkse groei van het reële BBP in één van de vier langetermijnsenario's voor Nederland die in het kader van de studie "Welvaart en Leefomgeving" (WLO) opgesteld zijn (Huizinga en Smid, 2004). Het zijn vier plausibele toekomstbeelden voor de regionale ontwikkeling, de mobiliteit, het milieu en andere zaken die de leefomgeving van de Nederlanders bepalen:

- Regional Communities (gemiddelde BBP-groei van 0,7% per jaar);
- Strong Europe (1,6% per jaar);
- Transatlantic Market (1,9% per jaar);
- Global Economy (2,6% per jaar).

Ondanks de recente economische en financiële crisis vormen deze vier scenario's nog steeds een actuele bandbreedte voor de mogelijke toekomstige economische ontwikkeling van Nederland ten behoeve van beleidsevaluaties (Schuur en Verkade, 2010).

De aanpassing van de schadebedragen volgens de groei van het reële BBP geldt voor de volledige schade  $V(0)$ , dus zowel voor de materiële schade als voor de slachtoffergerelateerde schade die in  $V(0)$  begrepen zijn. Voor de materiële schade is dit evident. De materiële schade bestaat hoofdzakelijk uit schade aan kapitaalgoederen en bedrijfsuitval. Beide zijn nauw of direct gerelateerd aan het BBP (zie bijvoorbeeld Figuur 4.1).

Maar ook de groei van de slachtoffergerelateerde schade volgt de groei van het BBP. De schade per slachtoffer groeit aan het ritme van het BBP per hoofd (zie paragraaf 8.3). Aangezien het aantal verwachte slachtoffers in geval van overstroming (ongeveer) groeit in proportie met de bevolking, groeit de totale slachtoffergerelateerde schade aan het ritme van het BBP.

Voor alle dijkkringdelen wordt hetzelfde groeipercentage  $\gamma$  toegepast. De bovengemiddelde groei van dijkkringdeel 8-2 (Almere) tot 2030 als gevolg van de "schaalsprong" is immers al in de indexfactor 2000-2011 verwerkt.

<sup>15</sup> In Bijlage C worden alle factoren begrepen in  $a(t)$  volledig uitgeschreven. Hier zijn ze niet relevant en worden ze eenvoudigheidshalve in de term  $a(t)$  samengevat.



## 11 Literatuur

### Documenten opgesteld in het kader van WV21

AVV (Adviesdienst Verkeer en Vervoer), 2006a. Economische waardering van mobiliteitseffecten van een dijkdoorbraak. Quick-scan voor dijkkring 36, Land van Heusden/de Maaskant.

AVV (Adviesdienst Verkeer en Vervoer), 2006b. Kosten verkeersongevallen in Nederland. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rotterdam.

AVV (Adviesdienst Verkeer en Vervoer), 2007. Economische waardering van mobiliteitseffecten van een duindoorkraak. Quick-scan voor dijkkring 14, Centraal Holland.

Bočkarjova, M., P. Rietveld, E. Verhoef, 2009a. First results immaterial damage valuation: VOSL in flood risk context – a stated preference study (I). VU Amsterdam, Department of Spatial Economics.

Bočkarjova, M., P. Rietveld, E. Verhoef, 2009b. First results immaterial damage valuation: value of statistical life (VOSL) in flood risk context and value of travel time savings (VOT), a stated preference study (II). VU Amsterdam, Department of Spatial Economics.

Bočkarjova, M., P. Rietveld, E. Verhoef, 2009c. First results immaterial damage valuation: value of statistical life (VOSL), value of evacuation (VOE) and value of injury (VOI) in flood risk context, a stated preference study (III). VU Amsterdam, Department of Spatial Economics.

Bruijn, K.M., de, en Van der Doef, M., 2011. *Gevolgen van overstromingen – Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21e eeuw*. Projectnummer 1204144. Deltares, Delft.

Cappendijk, P., 2009. Onderzoekje aanpassing HIS-SSM 2.42 schade tgv bedrijfsuitval. Memo 26 november 2009. Deltares.

4Cast, 2006a. Quick-scan mobiliteitseffecten van een dijkdoorbraak in dijkkring 14, LMS analyses. In opdracht van RWS/RIZA.

4Cast, 2006b. Quick-scan mobiliteitseffecten van een dijkdoorbraak in dijkkring 36, LMS analyses. In opdracht van RWS/RIZA.

Gauderis, J., 2006. Economische waardering van (dodelijke) slachtoffers van overstromingen/ Achtergrondnotitie ten behoeve van de 3e themabijeenkomst “Kosten-batenanalyse en hoogwaterbescherming”, in het kader van Waterveiligheid 21e Eeuw. Een verkenning van gegevens en methoden. RIZA-werkdocument 2006.075X.

Gauderis, J., 2009. Schade ten gevolge van productie-uitval bij overstromingen. Discussienotitie in het kader van de MKBA Waterveiligheid 21e eeuw. In opdracht van Deltares.

Kolen, B. en B. Maaskant, Bob, 2010. Kentallen evacuatie voor maatschappelijke kosten-batenanalyse. Memorandum PR1919.10, 17 maart 2010. HKV LIJN IN WATER.

### Overige

Alterra, 2003. Standaardmethode Schade aan LNC-waarden als gevolg van overstromingen. Methode voor het bepalen van de gevolgen van overstromingen voor de aspecten opgaande

begroeiing, vegetatie, aquatische ecosystemen en historische bouwkunde. Alterra rapport 709. Wageningen.

Ashley, Sharon T. en Ashley, Walker S., 2008. Flood Fatalities in the United States. Journal of Applied Meteorology and Climatology 47: 805-818.

Blaeij, de, A., 2003. The value of statistical life in road safety: a meta-analysis. Accident Analysis and Prevention 35:973-986.

Brookings Institution Metropolitan Policy Program & Greater New Orleans Community Data Center. The New Orleans Index: Tracking the Recovery of New Orleans & the Metro Area ([www.brookings.edu/reports/2007/08neworleansindex.aspx](http://www.brookings.edu/reports/2007/08neworleansindex.aspx) of [www.gnocdc.org](http://www.gnocdc.org))

Centraal Planbureau, 2010 Centraal Economisch Plan 2010. Maart 2010.

Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau, 2006. Welvaart en Leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040.

Chang, Stephanie E., 2000. Transportation Performance, Disaster Vulnerability, and Long-Term Effects of Earthquakes. Paper for Second EuroConference on Global Change and Catastrophe Risk Management, Laxenburg, Austria, July 6-9, 2000.

Christian R en Jaramillo H., 2009. Do Natural Disasters Have Long-term Effects on Growth? Serie Documentos Cede, 2009-24.

Dekker, T., Brouwer, R., Hofkes, M. en Moeltner, K., 2008. The effect of risk context on the statistical value of life. A Bayesian meta-model. IVM Working Paper W08/23.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), 2005. Veiligheid Nederland in Kaart. Globale schadeberekening. Achtergronddocument. De benadering van de schade na een grootschalige overstroming met behulp van een globale methode. Rapport DWW-2006-008 van september 2005. DWW, Delft.

FEMA, 2003. HAZUS MH MR3. Multi-hazard Loss Estimation Methodology. Flood Model. Technical Manual.

Gemeente Almere. Concept Structuurvisie Almere 2.0. 2009.

HKV Lijn in Water, 2008. Schade per dijkkringdeel per EDO. Memorandum PR1410.10 van 11 januari 2008.

Huizinga, Free en Bert Smid. Vier vergezichten op Nederland. Productie, arbeid en sectorstructuur in vier scenario's tot 2040. CPB, bijzondere publicatie nr. 55, november 2004.

Interagency Performance Evaluation Task Force (IPET), 2007. Performance Evaluation of New Orleans and Southeast Louisiana Hurricane Protection System. Final Report of the Interagency Performance Evaluation Task Force. Volume VII – The Consequences. Final. 26 March 2007. US Army Corps of Engineers.

Jonkman, S.N., I. Kelman, and P. Waarts, 2009. 1953 Storm Surge Deaths: Netherlands. Version 2, 17 August 2009.

Kates, R.W., C.E. Colten, S. Laska en S.P. Leatherman, 2006. Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: a research perspective. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2006, vol. 103, p. 14653-14660.

Kok, M et al., 2006. Schade door overstroming: Ervaring uit New Orleans.

- Kok, M., H.J. Huizinga, A.C.W.M. Vrouwenvelder en W.E.W. van den Braak. Standaardmethode 2005 - Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen. HKV Lijn in Water en TNO Bouw, november 2005.
- Kreibich, H., M. Müller, A. H. Thieken en B. Merz, 2007. Flood precaution of companies and their ability to cope with the flood in August 2002 in Saxony, Germany. *Water Resources Research*, vol. 43.
- Ludwig, Udo en Hans-Ulrich Brautzsch, 2002. Die Hochwasserkatastrophe und das Sozialprodukt in Deutschland. *Wirtschaft im Wandel* 12/2002. Institut für Wirtschaftsforschung, Halle.
- MNP, CPB en RPB., 2006. Welvaart en leefomgeving, een scenariostudie voor Nederland in 2040
- OECS, 2005. Grenada: Macro-Socio-Economic Assessment of the Damage caused by Hurricane Emily July 14th, 2005. Organisation of Eastern Caribbean States.
- Penning-Rosewell, E., et al., 2005. The Benefits of Flood and Coastal Risk Management: A Handbook of Assessment Techniques.
- Penning-Rowsell, Edmund, Floyd, Peter, Ramsbottom, David en Surendran, Suresh, 2005. Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework, *Natural Hazards* 36: 43-64.
- Raddatz, Claudio, 2009. The wrath of God: macroeconomic costs of natural disasters. Policy Research Working Paper Series 5039. The World Bank.
- Rebelgroup Advisory, 2006. Review Standaardmethode Schade en Slachtoffers. In opdracht van RWS/DWW.
- Rebelgroup Advisory, 2007. Estimating cost functions for evacuation, emergency services and cleanup in case of floods. In opdracht van RWS/DWW.
- RIZA, 2006. Economische waardering van (dodelijke) slachtoffers van overstromingen – een verkenning van gegevens en methoden. RIZA-werkdocument 2006.075X.
- RMS 2005. 1995 Kobe Earthquake 10-year Retrospective. Risk Management Solutions.
- Royal Haskoning, 2007a. Doorontwikkeling HIS-SSM. Definitiestudie naar kosten herstel waterkeringen en opname in HIS-SSM. In opdracht van RWS/DWW.
- Royal Haskoning, 2007b. Doorontwikkeling HIS-SSM. Kosten van evacuatie, hulpverlening en schoonmaak. In opdracht van RWS/DWW.
- Royal Haskoning, 2007c. Doorontwikkeling HIS-SSM. Definitiestudie Landschap, Natuur en Milieu, Cultuurhistorische waarden. In opdracht van RWS/DWW.
- Schuur, Jan en Eugene Verkade, 2010. Actualisering WLO scenario cijfers. CPB Memorandum Nummer 235.
- Sullivent, E et al., 2006. Nonfatal injuries following Hurricane Katrina - New Orleans, Louisiana, 2005. *Journal of Safety Research* 37: 213 – 217.
- Wesemann, P., A.T. de Blaeij, P. Rietveld, 2005. De waardering van bespaarde verkeersdoden. SWOV.
- Witteveen+Bos, 2008. Economische waardering imponderabilia: overstromingschadekaarten. In opdracht van Delta Commissie.

Zwaneveld, Peter, Gerbert Romijn, Gusta Renes en Karst Geurs, 2009. Maatschappelijke kosten en baten van verstedelijkingsvarianten en openbaarvervoerprojecten voor Almere. CPB Document nr. 193.

Zhai, Guofang, Fukuzono, Teruki en Ikeda, Saburo, 2006. An Empirical Model of Fatalities and Injuries Due to Floods in Japan. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 42(4):863-875.