



# ***Maatschappelijke Kosten Batenanalyse*** ***voor de actualisatie van het Sigmaplan***

*Conclusies op hoofdlijnen*





**MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN BATEN  
ANALYSE VOOR DE ACTUALISATIE VAN HET  
SIGMAPLAN**

*conclusies op hoofdlijnen*

Vito  
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek  
Boeretang 200  
B-2400 MOL  
België  
[www.vito.be](http://www.vito.be)

Tijdelijke vereniging RA-IMDC  
Wilrijkstraat 37  
B-2140 Antwerpen  
België

Management Samenvatting

Doelstelling

Dit rapport vat de conclusies op hoofdlijnen samen van de eerste resultaten van de maatschappelijke kosten baten-analyse veiligheid tegen overstromen in het Schelde-estuarium.

In deze studie worden de kosten en de baten van vier soorten projecten voor het verhogen van de veiligheid tegen overstromen in het Schelde-estuarium bestudeerd, met name :

- Stormvloedkering (type horizontale sectordeuren) te Oosterweel, nabij Antwerpen
- De Overschelde in Nederland (gecontroleerde verbinding tussen Westerschelde en Oosterschelde nabij Bath),
- Dijkverhoging
- Ruimte voor de rivier, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen
  - gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) met behoud van landbouw binnen het GOG en
  - invulling van het overstromingsgebied met natuur,
    - hetzij in de vorm van een wetland,
    - hetzij als een gecontroleerd gereduceerd getijdengebied (GGG), waarbij het overstromingsgebied op een gecontroleerde wijze dagelijks aan het getij wordt blootgesteld, zodat estuariene natuur wordt gecreëerd.

Van alle projecten wordt aangenomen dat de bouw gestart wordt in 2010 en hun effecten worden vergeleken met een nulsceario (in Vlaanderen: de uitvoering van Sigma '77 zonder stormvloedkering; in Nederland dijkverhoging).

Resultaten

Ook na uitvoering van het nulsceario blijven er belangrijke risico's van overstromen door stormvloeden in Vlaanderen, en deze risico's stijgen stapsgewijs in de loop van deze eeuw door de zeespiegelstijging. Hierdoor zijn de veiligheidsbaten van verschillende maatregelen groot genoeg om deze investeringen terug te verdienen. De oplossingen met dijkverhoging en ruimte voor de rivier hebben evenwel een betere kosten-batenverhouding.

1. Een stormvloedkering te Oosterweel vergt grote investeringen die zichzelf kunnen terugverdienen op ongeveer 40 jaar, als we de basisveronderstellingen voor economische groei, discontovoet en zeespiegelstijging hanteren. Bij een hogere discontovoet of rendementseis van 7 % worden de kosten niet terugverdiend.
2. Omwille van de hoge kosten is de Overschelde (aanleg 2010) niet rendabel, en heeft zij altijd, ook bij een latere aanleg, de slechtste kosten-batenverhouding.
3. Van de oplossingen met dijkverhoging en ruimte voor de rivier bestaan tientallen varianten. Binnen de optie ruimte voor de rivier bestaan daarenboven voor elke geselecteerd overstromingsgebied nog verschillende inrichtingsvarianten: behoud van het huidige landgebruik of inrichting als GGG of als wetland. Tenslotte kunnen er ook varianten met een combinatie van dijkverhogingen en ruimte voor de rivier ontwikkeld worden. Van al deze varianten zijn er in deze studiefase slechts twee voorbeelden onderzocht. De bevindingen volstaan om te stellen dat deze twee oplossingen (of een combinatie van beide) in termen van kosten en baten superieur zijn aan de stormvloedkering of de Overschelde.

De stormvloedkering biedt weliswaar een betere bescherming tegen stormvloeden, maar zij is relatief duur en de vermeden risico's van de extra bescherming tegen de zwaarste stormen brengen relatief minder veiligheidsbaten met zich mee. Zo kunnen de bestudeerde scenario's van dijkverhoging en ruimte voor de rivier respectievelijk 94% en 82% van de vermeden risico's van de stormvloedkering garanderen aan respectievelijk 62% en 41% van de geactualiseerde, maatschappelijke kosten. Dit wordt verklaard omdat het aandeel van de zwaarste stormen in het totale risico beperkt is, terwijl zowel dijkverhoging als ruimte voor de rivier weliswaar geen volledige bescherming bieden tegen de zwaarste stormen, maar wel de schade bij deze stormen beperken.

4. Deze vergelijking van twee voorbeelden laat echter niet toe om in het algemeen te besluiten welke van deze beide oplossingen in een onderlinge vergelijking de beste is, en welke inrichtingsvariant voor de geselecteerde GOG's optimaal is.

Conclusie: combinatie dijkverhoging en ruimte voor de rivier

De optimale oplossing bestaat uit een combinatie van dijkverhoging, overstromingsgebieden met behoud van landgebruik en overstromingsgebieden ingericht als GGG of wetland. De exacte combinatie is nu nog niet gekend. Ze moet gevonden worden via een stapsgewijze optimalisatieprocedure waarbij op systematische wijze de vele mogelijke varianten worden vergeleken. Deze optimalisatie wordt uitgevoerd in het vervolgonderzoek. In het vervolgonderzoek zal ook gekeken worden naar de bijkomende maatregelen die op lange termijn (na 2050), met name bij snel stijgende zeespiegel, nodig kunnen zijn om de risico's blijvend te beperken. Zo kan nu reeds gezorgd worden voor de reservering van bijkomende overstromingsgebieden, indien deze in de toekomst nodig mochten blijken.

> **Figuur 1:** Overzicht van geactualiseerde kosten en baten, in mln. €, en de terugverdiëntijd van de verschillende projectalternatieven.

	Stormvloed- kering <sup>(1)</sup>	Overschelde	Dijkverho- ging <sup>(2)</sup>	GOG <sup>(3)</sup> (1800 ha)	GGG <sup>(3)</sup> (1800 ha)
Investeringsbedrag <sup>(4)</sup>	500 - 600	> 1500	239	165	178
Geactualiseerde totale kosten <sup>(5)</sup>	387	1.597	241	140	151
Geactualiseerde veiligheidsbaat tot 2100 <sup>(6)</sup>	727	759	691	648	648
Andere effecten tot 2100		PM*			
scheepvaart	-1				
landbouw				-15	-19
zicht omwonenden				-3	-3
natuur					56**
Totale netto geactualiseerde baten <sup>(7)</sup>	339	-837	451	489	530
Terugverdiëntijd (jaar) <sup>(8)</sup>	41	<sup>(9)</sup>	27	17	14

(1) Stormvloedkering = type 'horizontale sectordeuren' te Oosterweel  
(2) Dijkverhogingen met bescherming tegen een stormtij in het jaar 2050 met een kans van 1/2500  
(3) Een scenario van 1800 ha (dat ongeveer overeenkomt met bescherming tegen stormen met een kans van 1/1000 in het jaar 2050).  
(4) Investeringsbedrag = nominaal investeringsbedrag in prijzen van 2004 (d.w.z. niet geactualiseerd)  
(5) Geactualiseerde kosten = geheel van investeringen -, onderhoud en werkingskosten over volledige periode, geactualiseerd naar 2004 aan 4 % discontovoet.  
(6) Geactualiseerde veiligheidsbaat = geheel van vermeden kosten en vermeden risico's in Vlaanderen en Nederland, tot 2100, geactualiseerd naar 2004 aan 4 % discontovoet.  
(7) Totale netto geactualiseerde baten = geactualiseerde baat tot 2100 - geactualiseerde kost  
(8) Terugverdiëntijd = aantal jaar volgend op het eerste jaar dat investering volledig operationeel is, waarna het saldo van baten en kosten positief wordt.  
(9) Kan niet terugverdiend worden  
\* PM = effecten op Oosterschelde zijn niet inbegrepen.  
\*\* Omvat regulatie en recreatiebaten, niet-gebruikswaarde niet meegerekend.

# INHOUDSTAFEL

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>9</b>
1.1	Probleemstelling en projecten	9
1.1.1	Het Schelde-estuarium	9
1.1.2	Veiligheid vandaag en in de toekomst	10
1.1.3	Mogelijke maatregelen om de veiligheid te verhogen	11
1.2	Wat is een maatschappelijke kosten batenanalyse ?	12
1.3	Tussentijdse resultaten	13
1.4	Consistentie met MKBA 's ten behoeve van ProSes	13
<b>2</b>	<b>TOEGEPASTE METHODOLOGIE</b>	<b>14</b>
2.1	Overzicht kosten en baten	14
2.2	Een keten van modellen om kosten en baten te berekenen	15
2.3	Modellen voor bepaling van risico's binnen het plangebied	16
2.4	Afweging kosten en baten in het kosten-baten model	18
2.4.1	Evaluatiemaatstaven	18
2.4.2	Tijdshorizon voor evaluatie van de effecten	19
2.4.3	Discontovoet	20
2.4.4	Economische groeiscenario's	20
2.4.5	Nationale, regionale internationale MKBA	22
2.4.6	Broeikaseffect en stijging zeespiegel	23
2.4.7	Prijspeil	23
2.5	Kosten van de projecten	24
2.5.1	Investeringskosten	24
2.5.2	Onderhouds- en beheerskosten	25
2.5.3	Kostenposten mee te nemen in de MKBA	25
2.5.4	Presentatie van de kosten voor de MKBA : geactualiseerde waarde	26
2.6	Veiligheidsbaten van de projecten	27
2.6.1	Vermeden kosten Vlaanderen	27
2.6.2	Vermeden kosten Nederland	27
2.6.3	Vermeden risico Vlaanderen en Nederland	28
2.7	Bijkomende effecten van de projecten	38
2.7.1	Kosten voor scheepvaart	38
2.7.2	Kosten voor landbouw bij aanleg GOG	38
2.7.3	Maatschappelijke kost van verlies landbouwareaal bij aanleg GGG.	39
2.7.4	Baten van natuurontwikkeling	41
2.7.5	Visuele hinder voor omwonenden.	42
2.8	Gevoelighedsanalyses	43

<b>3</b>	<b>HET NULALTERNATIEF: SIGMAPLAN ZONDER SVK VLAANDEREN, DIJKVERHOOGING 1/4000 NEDERLAND</b>	<b>44</b>
3.1	Omschrijving	44
3.2	Kosten van het nulalternatief	45
3.3	Veiligheidsrisico's bij het nulalternatief	47
<b>4</b>	<b>DE STORMVLOEDKERING BIJ OOSTERWEEL</b>	<b>50</b>
4.1	Omschrijving	50
4.2	Kosten van de stormvloedkering	51
4.3	Veiligheidsbaten van de stormvloedkering	52
4.3.1	Vermeden kosten Vlaanderen	52
4.3.2	Vermeden risico Vlaanderen	52
4.3.3	Vermeden kosten Nederland	55
4.4	Bijkomende effecten van een stormvloedkering op scheepvaart	57
4.5	Afweging kosten en baten van een stormvloedkering	58
4.6	Gevoelighedsanalyse op resultaten	59
4.7	Conclusie	62
<b>5</b>	<b>DE OVERSCHELDE</b>	<b>63</b>
5.1	Omschrijving	63
5.2	Inperking van het studiegebied tot de Westerschelde en Vlaanderen en tot MKBA op hoofdlijnen	65
5.3	Kosten van de Overschelde	66
5.4	Veiligheidsbaten van de Overschelde	67
5.4.1	Waterstandsverlagende effecten en beschermingsgraad	67
5.4.2	Vermeden kosten Vlaanderen	68
5.4.3	Vermeden risico Vlaanderen	69
5.4.4	Vermeden kosten Nederland	71
5.4.5	Vermeden risico Nederland	72
5.5	Bijkomende effecten van een Overschelde	74
5.6	Afweging kosten en baten van een Overschelde	74
5.7	Gevoelighedsanalyse op de resultaten	75
5.8	Conclusies	77
<b>6</b>	<b>DIJKVERHOOGING</b>	<b>78</b>
6.1	Omschrijving	78
6.2	Kosten van dijkverhoging	79
6.3	Veiligheidsbaten van dijkverhoging	80
6.3.1	Vermeden kosten Vlaanderen	80
6.3.2	Vermeden risico Vlaanderen	81
6.4	Bijkomende effecten van dijkverhoging	83
6.5	Afweging kosten en baten van dijkverhoging	83
6.6	Gevoelighedsanalyse op de resultaten	84
6.7	Conclusie	85

7	RUIMTE VOOR DE RIVIER	86
7.1	Omschrijving	86
7.2	Kosten van overstromingsgebieden	88
7.3	Veiligheidsbaten van ruimte voor de rivier	89
7.3.1	Vermeden kosten in Vlaanderen	89
7.3.2	Vermeden risico in Vlaanderen	90
7.3.3	Vermeden kosten in Nederland	92
7.3.4	Vermeden risico's in Nederland	93
7.4	Bijkomende effecten ruimte voor de rivier	93
7.4.1	Effecten op landbouw in het GOG	93
7.4.2	Effecten op landbouw in het GGG	94
7.4.3	Natuurbaten	95
7.5	Afweging kosten en baten ruimte voor de rivier	95
7.6	Gevoeligheidsanalyses voor ruimte voor de rivier	97
7.6.1	Gevoeligheidsanalyses voor GOG's	97
7.6.2	Gevoeligheidsanalyses voor GGG's	99
7.7	Conclusie	101
8	SAMENVATTING EN ALGEMENE CONCLUSIE	102
8.1	Doel en situering rapport	102
8.2	Methodes	102
8.3	Resultaten	106
8.4	Conclusie: combinatie dijkverhoging en ruimte voor de rivier	109
REFERENTIES		111
VERKLARENDE WOORDENLIJST		115

1.1 Probleemstelling en projecten

1.1.1 Het Schelde-estuarium

De Schelde is een getijdenrivier die loopt van Frankrijk via België en Nederland, om uit te monden in de Noordzee. Het getij loopt tot in Gent (België) en dringt via zijrivieren van de Schelde ook het Vlaamse binnenland in. Hoe dichterbij de zee, hoe belangrijker de invloed van het getij. Bij Antwerpen bedraagt het verschil tussen hoog en laag water ruim vijf meter. Het gebied waar de getijden voelbaar zijn, noemt men het Schelde-estuarium. Deze getij-invloedsresulteert in hogere waterpeilen. Naarmate men stroomopwaarts gaat, versmalt de rivier en ontstaat een zogenaamd trechtereffect. Bij vloed komt het zeewater de Schelde op en wordt door de versmalling omhooggestuwd. In normale omstandigheden vormen deze hoogwaters geen problemen en zijn de achterliggende gebieden hiertegen beschermd. Maar gezamenlijk met het getij dringen ook stormvloeden meer en meer het binnenland in. Bij deze stormvloeden komen nog grotere hoeveelheden water de Schelde op wat kan leiden tot dijkdoorbraken of overstromingen.

> *Figuur 2: Het Sigmaplan 1977*





De meest bekende stormvloeden zijn deze van 1953 en 1976.

Als gevolg van de storm van 1953 werd het Deltaplan opgesteld. Het moest de Nederlandse rivierdelta beschermen tegen stormvloeden vanuit de zee. Langs de rivieren en de zee werden dijken opgehoogd en versterkt. Om de invloed van de zee verder te beperken werden de meeste “zeegaten” (mondingen van rivieren) afgesloten. Het plan was grotendeels uitgevoerd in 1990.

In Vlaanderen was de schade in 1953 veel kleiner dan in Nederland waardoor er geen plan als het Deltaplan werd opgesteld. Anders was het in 1976. Door een noordwesterstorm werden enorme hoeveelheden water vanuit de zee de Schelde binnengestuwd. De dijken bleken op verschillende plaatsen niet hoog en sterk genoeg voor deze krachten. Grote gebieden in het Zeescheldebekken werden overspoeld. Naar analogie met het Nederlandse Deltaplan werd dan ook het zogenaamde Sigma-plan opgesteld. Dit plan zou van dan af het Zeescheldebekken moeten beveiligen tegen stormvloeden vanuit de Noordzee. Het bestond uit dijkverhogingen en -versterkingen, 13 gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG)<sup>1</sup> en een stormvloedkering stroomafwaarts Antwerpen.

1.1.2 Veiligheid vandaag en in de toekomst

Het Deltaplan is afgewerkt in 1990. Langs de Westerschelde is men beschermd tegen een storm die eens in de 4000 jaar kan voorkomen. Dit is een norm wat betekent dat wettelijk in Nederland is vastgelegd dat dit veiligheidsniveau steeds behouden moet blijven. Voor Nederland stelt zich de vraag op welke wijze men dit niveau kan realiseren tegen de laagste kost.

In Vlaanderen is het grootste deel van de maatregelen van het Sigma-plan momenteel uitgevoerd. Men is bezig met de aanleg van het laatste en grootste gecontroleerde overstromingsgebied. De stormvloedkering werd op basis van een kosten batenanalyse afgevoerd. Na de aanleg van het laatste overstromingsgebied zal het veiligheidsniveau in Vlaanderen 1/350 jaar zijn. In Vlaanderen werd geen norm vastgelegd.

Ondanks de reeds gerealiseerde ingrepen hebben zware stormen sedert 1990 aangetoond dat de kans van optreden van stormvloeden is toegenomen en dat het huidige veiligheidsniveau in Vlaanderen niet voldoende is. Om dit aanzienlijk te verhogen wordt het Sigma-plan momenteel geactualiseerd. In dit kader zijn een aantal alternatieve projecten gedefinieerd die ook worden meegenomen in de studies rond de Ontwikkelingsschets (zie later).

Voor Vlaanderen is in het kader van de actualisatie van het Sigma-plan gespecificeerd dat het beleid zal gebaseerd zijn op de evaluatie van de veiligheidsrisico's. Dit betekent dat men bij de bepaling van het veiligheidsniveau niet enkel rekening zal houden met de kans op overstromen van een gebied, maar ook met de mogelijke schade die kan optreden in geval van overstromen. Veiligheidsrisico's worden dan bepaald door de kans op overstromen maal de verwachte schade bij overstromen. Het resultaat van dergelijke strategie is dat de veiligheidsniveau's uitgedrukt in kans op overstromen - tussen verschillende plaatsen kunnen verschillen<sup>2</sup>. Voor de bepaling van het veiligheidsniveau per gebied worden dan de kosten om dat veiligheidsniveau te behalen afgewogen tegen de baten die samengaan met dat veiligheidsniveau, met name de vermeden risico's.



1. Een laaggelegen, onbewoond gebied waarvan de rivierdijk verlaagd werd en dat bij nood een deel van deloedgolf tijdelijk opvangt (aftoppen van deloedgolf), waardoor stroomopwaarts de waterstand daalt zodanig dat zones met bewoning en infrastructuur niet overstromen. Bij laagwater zal het water uit het gebied terug in de rivier stromen.  
2. Dit betekent evenwel niet noodzakelijk dat bewoners in gebieden met meer kans op overstromen meer schade zullen lijden omdat men de schade in geval van overstromingen kan spreiden via mechanismen van verzekeringen of vergoedingen door overheden.

Naast een verhoging van het veiligheidsniveau in Vlaanderen moeten bovendien veranderingen ten gevolge van een mogelijke klimaatwijziging worden ingecalculerd. Deze klimaatwijziging heeft een stijging van de zeespiegel en een toename van extreme weersomstandigheden (stormen, meer neerslag) tot gevolg. Door deze laatste kan het aantal overstromingen, vooral in de Zeeschelde (Vlaanderen) toenemen. Zonder bijkomende maatregelen breidt het probleem zich stroomafwaarts uit naar het oostelijke deel van de Westerschelde (Nederland), waar op langere termijn ook overstromingen kunnen plaatsvinden. Een overstroming kan uiteraard schade veroorzaken aan gewassen, gebouwen en eventueel slachtoffers met zich meebrengen. Vandaag de dag zou de schade veel groter zijn dan pakweg 100 jaar geleden, omdat steeds meer mensen de van de rivier gewonnen gebieden zijn gaan innemen om er te werken en te wonen.

In het kader van de Langetermijnvisie Schelde-estuarium<sup>3</sup> wil men de veiligheid in het Schelde-estuarium blijven behouden (Nederland) of vergroten (Vlaanderen). Dit moet op een integrale wijze gebeuren met de andere functies zoals toegankelijkheid en natuurlijkheid. In het memorandum van Vlissingen wensen Nederland en Vlaanderen een pakket van maatregelen of projecten op de middellange termijn samen te stellen om de lange termijnvisie van het Schelde-estuarium te operationaliseren. Dit pakket wordt de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium genoemd.

1.1.3 Mogelijke maatregelen om de veiligheid te verhogen

Een aantal maatregelen of projecten die in aanmerking komen om in de Ontwikkelingsschets 2010 te worden opgenomen, zijn gedefinieerd. Het gaat zowel om projecten in Nederland als in Vlaanderen, en zij hebben mogelijks grensoverschrijdende effecten.

Achtereenvolgens gaat het in deze studie over de volgende alternatieven:

Alternatief 1 :	Overschelde te Bath
Alternatief 2 :	Stormvloedkering te Oosterweel (nabij Antwerpen) (SVK)
Alternatief 3 :	Dijkverhogingen zonder extra ruimte voor de rivier
Alternatief 4 :	Ruimte voor de rivier (aanleg gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG), eventueel in combinatie met natuur (GGG, gereduceerde getijde gebieden)



3. Deze overeenkomst tussen Vlaanderen en Nederland geeft een visie op het streefbeeld van de Schelde in 2030. In deze visie speelt de samenhang van drie functies een hoofdrol, namelijk veiligheid tegen overstromingen, toegankelijkheid van de Scheldehavens, en natuurlijkheid van het fysische en ecologische systeem.

> **Figuur 3:** Overzicht van de onderzochte alternatieven voor 2004



De mate waarin met name dijkverhogingen en gecontroleerde overstroomingsgebieden gebouwd moeten worden, zal ook gevarieerd worden om zo te komen tot een optimaal veiligheidsniveau.

Deze alternatieven zullen in deze kosten batenanalyse afgewogen worden t.o.v. het nulalternatief. In deze studie is dit de voortzetting van het huidige beleid. Voor Nederland betekent dit één bijkomende dijkverhoging langs de Westerschelde om ondanks de zeespiegelstijging de wettelijke beveiligingsnorm van 1/4000 te blijven garanderen. In Vlaanderen is dit de verdere afwerking van het Sigmaplan, met uitzondering van de stormvloedkering te Oosterweel. Naast dijkverhoging wordt hierbij ook het overstroomingsgebied KBR (Kruibeke-Bazel-Rupelmonde) actief.

## 1.2 Wat is een maatschappelijke kosten batenanalyse ?

Een maatschappelijke kosten batenanalyse of MKBA heeft tot doel de kosten en baten van een project in vergelijking met het nulalternatief in kaart te brengen en de positieve effecten (baten) t.o.v. de negatieve effecten en kosten af te wegen. Hiertoe worden de effecten zo goed mogelijk gekwantificeerd en gewaardeerd in geldtermen (Euro's). Dit laat toe om heel verschillende elementen op dezelfde noemer te brengen en af te wegen tegenover elkaar. Bij een MKBA voor veiligheid tegen overstromen gaat het hierbij vooral om de aanleg- en onderhoudskosten van de projecten enerzijds en de veiligheidsbaten anderzijds. De veiligheidsbaten zelf bestaan uit vermeden kosten omdat andere maatregelen

len kunnen vermeden worden en vermeden risico's<sup>4</sup> (minder verwachte schade door overstromingen). Daarnaast worden de effecten op scheepvaart, landbouw en natuurbaten meegenomen. Bij de interpretatie van de resultaten moet wel rekening worden gehouden met het feit dat niet alle effecten kunnen bepaald of gewaardeerd worden.

De term "maatschappelijk" wijst erop dat gevolgen onderzocht worden voor de maatschappij in zijn geheel, inclusief de effecten voor de komende generaties. Alle effecten die een impact hebben op de algemene welvaart van de gemeenschap worden beschouwd. Alhoewel een maatschappelijke kosten batenanalyse vaak vanuit een nationaal oogpunt de kosten en baten bekijkt, worden in deze MKBA de kosten en baten in Vlaanderen en Nederland bekeken.

De maatschappelijke kosten batenanalyse onderscheidt zich van de financiële analyse, waarbij de kosten en baten voor de initiatiefnemer in kaart worden gebracht, in dit geval de overheid. Aan de kostenzijde is het belangrijkste verschil dat in de MKBA geen compensaties (zoals BTW) wordt gerekend en dat voor de omzetting van landbouwgronden niet de onteigeningskost wordt meegenomen (is een compensatie) maar het effect op de maatschappelijke welvaart van het verlies van landbouwareaal. Aan de batenzijde zijn voor deze studies naar projecten rond veiligheid tegen overstromen en/of natuurontwikkeling geen grote directe inkomsten te verwachten. In de mate dat de overheid de kosten voor de gemeenschap in geval van overstromen betaalt, heeft de stijging van de veiligheid mogelijk grote gevolgen voor de overheid. Op deze vraag wordt evenwel niet ingegaan.

## 1.3 Tussentijdse resultaten

In dit rapport zijn de eerste resultaten op hoofdlijnen gepresenteerd, gebaseerd op de evaluatie van een eerste pakket van maatregelen, die de keuze betreft tussen de grote opties : een stormvloedkering, de Overschelde of ruimte voor de rivier.

Met betrekking tot de inschatting van de recreatiewaarde en niet-gebruikswaarde van GGG of ontpolderingen moeten in de loop van de studie resultaten beschikbaar komen op basis van gerichte enquêtes in Vlaanderen. Om een eerste inschatting van deze effecten te maken is in deze studie reeds gerekend met kengetallen uit de literatuur voor recreatiebaten. Omdat de kengetallen rond niet-gebruikswaarde onzeker en mogelijk dominant zijn, is in deze eerste berekeningen hiermee geen rekening gehouden.

## 1.4 Consistentie met MKBA 's ten behoeve van ProSes

De toegepaste methodiek in deze MKBA en de uitgangspunten, zoals bijvoorbeeld die voor het ramen van de kosten, de te hanteren tijdshorizon of de discontovoeten, zijn in overeenstemming met de kosten batenanalyses van de verruiming van de vaarweg en projecten rond natuurlijkheid, uitgevoerd door CPB-Vito voor ProSes. We wijzen erop dat de evaluatie van voorbeeldprojecten uit het natuurontwikkelingsplan in Vlaanderen weliswaar op dezelfde gebieden betrekking hebben, maar dat zij andere inrichtingsvarianten bekijken dan in de MKBA van de actualisatie van het Sigmaplan. Gegevens over kosten en baten uit beide studies zijn bijgevolg niet dezelfde, en niet omwisselbaar.



4. *Risico van overstromen = kans op overstromen x schade bij die overstroming.*



### 2.1 Overzicht kosten en baten

In Figuur 4 wordt een overzicht gegeven van alle kosten en baten die van toepassing zijn bij de evaluatie van de verschillende projecten zoals stormvloedkering, overstromingsgebieden of Overschelde. Aan de kostenkant zijn dit de investering en de onderhouds- en beheerskosten (en afbraakkosten). Wat veiligheidsbaten betreft zijn dit de vermeden kosten en het vermeden risico van overstromingen. Voor projecten waarbij overstromingsgebieden worden gecombineerd met natuurontwikkeling (GGG) zijn naast de veiligheidsbaten ook de baten van deze natuurontwikkeling van belang. Daarnaast moeten we ook rekening houden met de niet-geplande effecten op andere sectoren zoals landbouw en/of scheepvaart.

De veiligheidsbaten kunnen we verder detailleren. De vermeden kosten in Vlaanderen zijn kosten die nog moeten plaats vinden voor de uitvoering van het 0-alternatief (Sigmaplan zonder SVK) en die door de uitvoering van het project kunnen vermeden worden. De vermeden kosten voor Nederland zijn het vermijden of uitstellen van dijkverhogingen die in het 0-scenario vereist zijn om de norm van 1/4000 te kunnen blijven garanderen. Vermeden risico heeft betrekking op het verhogen van veiligheid of het vermijden van schade bij overstromingen. Men spreekt van risico omdat rekening gehouden wordt met de kans van voorkomen van de overstromingen. Het gaat hier louter om het vermijden van materiële schade. Vermijden van slachtoffers kan men ook berekenen, maar deze benadering is zeer onzeker en het meenemen van slachtoffers in de MKBA vereist een omzetting van slachtoffers naar monetaire termen hetgeen ook onderhevig is aan grote onzekerheid.

We moeten hierbij benadrukken dat alle effecten worden afgewogen tegenover het nulalternatief. De methodologie om al deze elementen te kwantificeren en waarderen worden verder punt per punt uitgewerkt. Eerst bespreken we de algemene uitgangspunten die voor de bespreking van de kosten en baten van belang zijn.

> **Figuur 4-:** Overzicht van de effecten van projecten (kosten en baten)

Kosten	Veiligheidsbaten	Andere effecten
Investeringen	Vermeden kosten Vlaanderen	Baten van natuurontwikkeling (voor scenario's inclusief natuurontwikkeling)
Onderhouds- en beheerskosten	Vermeden risico Vlaanderen	Kosten voor landbouw
	Vermeden kosten Nederland	Kosten voor andere sectoren (bijvoorbeeld scheepvaart)
	Vermeden risico Nederland	

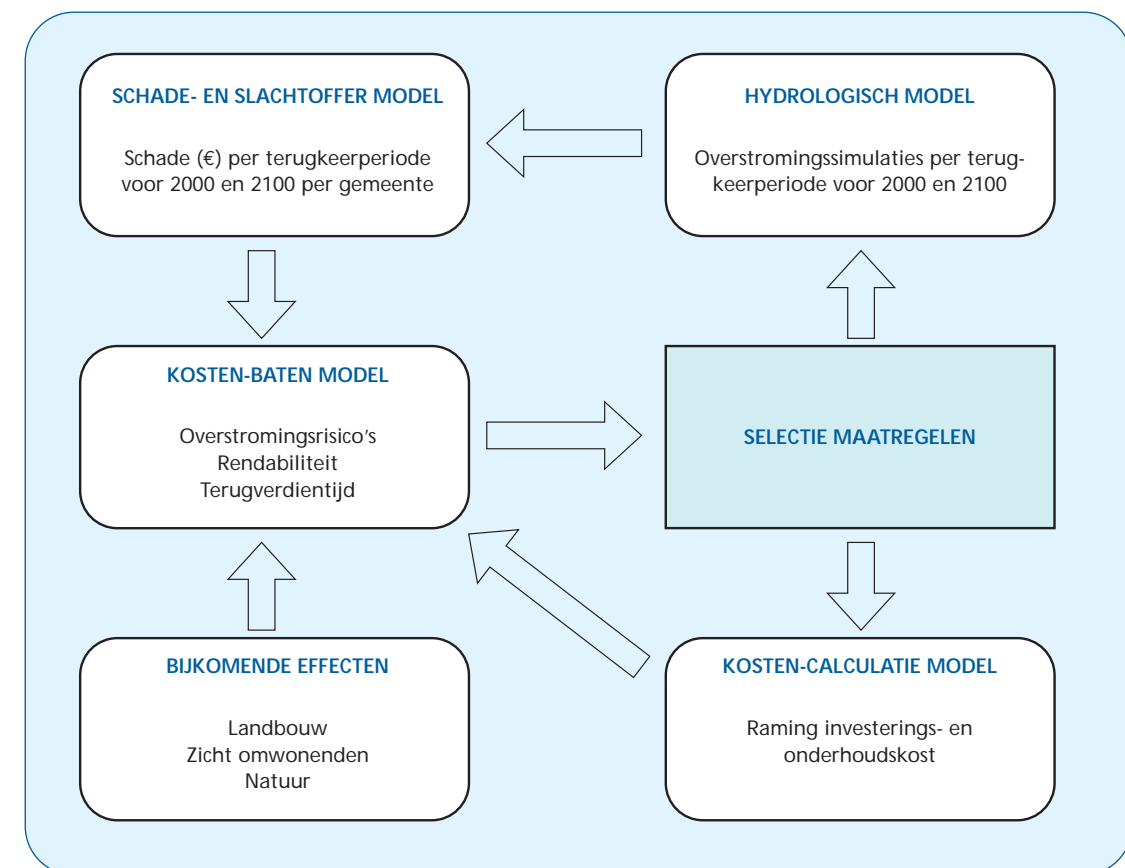
### 2.2 Een keten van modellen om kosten en baten te berekenen

Een keten van modellen : In de kosten batenanalyse worden de projecten afgewogen op kosten en baten in een kosten-batenmodel. Dit model gebruikt op zijn beurt resultaten uit de modellen voor berekening van de kosten, modellen voor bepaling van de effecten op landbouw en natuur en specifiek ontwikkelde modellen voor inschatting van risico's bij overstroming, die op hun beurt input krijgen van hydrologische modellen voor simulaties van stormen en stormvloedstanden.

Deze keten van analyses wordt verschillende keren doorlopen : op basis van de risico's in het nulalternatief worden maatregelen geselecteerd, waarvan kosten, veiligheidsbaten en andere effecten worden bekeken. Verschillende maatregelenpakketten worden vergeleken in het kosten-batenmodel. Op basis van deze resultaten en de analyse van de resterende risico's worden maatregelen bijgestuurd en nieuwe maatregelen ontworpen, waarna de analyse opnieuw start. Dit proces wordt meermaals doorlopen, op zoek naar de optimale combinatie.

De gebruikte modellen en voornaamste methodes en uitgangspunten worden verder in dit hoofdstuk stapsgewijs besproken.

> **Figuur 5:** Toegepaste methodiek en modellen voor MKBA en voor de selectie van maatregelen



2.3 Modellen voor bepaling van risico's binnen het plangebied

De risico's worden ingeschat via een combinatie van hydrodynamische modellen en een model voor bepaling van schades.

Het berekenen van de kosten en baten voor de verschillende scenario's gebeurde onder andere op basis van een ééndimensionaal hydrodynamisch model van de Westerschelde en het Zeescheldebekken. Er werd met andere woorden een computersimulatie gemaakt van dit gebied om de zone digitaal in kaart te brengen en zodoende natuurlijke gebeurtenissen (stormvloed, regenval, ...) digitaal te kunnen genereren.

Het opgebouwd hydrodynamisch model omvat:

- 1. de Westerschelde vanaf Vlissingen tot de Belgische grens
- 2. de Zeeschelde vanaf de Belgische grens tot Gent
- 3. de Durme afwaarts Lokeren
- 4. de Rupel en de Beneden-Nete
- 5. de Kleine Nete afwaarts Grobbendonk
- 6. de Grote Nete onder het Albertkanaal
- 7. de Dijle afwaarts Wilsele-Wijgmaal
- 8. de Zenne afwaarts Vilvoorde
- 9. de Demer afwaarts Aarschot
- 10. alle constructies binnen dit gebied die een invloed kunnen hebben op de waterdynamiek
- 11. alle 13 gecontroleerde overstromingsgebieden van het oorspronkelijke Sigmaplan (inclusief Kruike-Bazel-Rupelmonde dat nu in aanbouw is)
- 12. alle potentiële, dus mogelijke, overstromingsgebieden van het nieuwe Sigmaplan
- 13. alle natuurlijke overstroombare gebieden in dit studiegebied

Door verschillende parameters in dit model te integreren, kunnen diverse randvoorwaarden of maatregelen aan de simulaties gekoppeld worden, zoals bijvoorbeeld :

- 1. de windsnelheid en de windrichting boven het wateroppervlak van de rivieren
- 2. het debiet/waterpeil van de rivieren in functie van de tijd, deze gegevens worden berekend op basis van neerslaghoeveelheden, stormtijden, ...
- 3. eigenschappen en ligging van de verschillende overstromingsgebieden/dijken/kunstwerken.

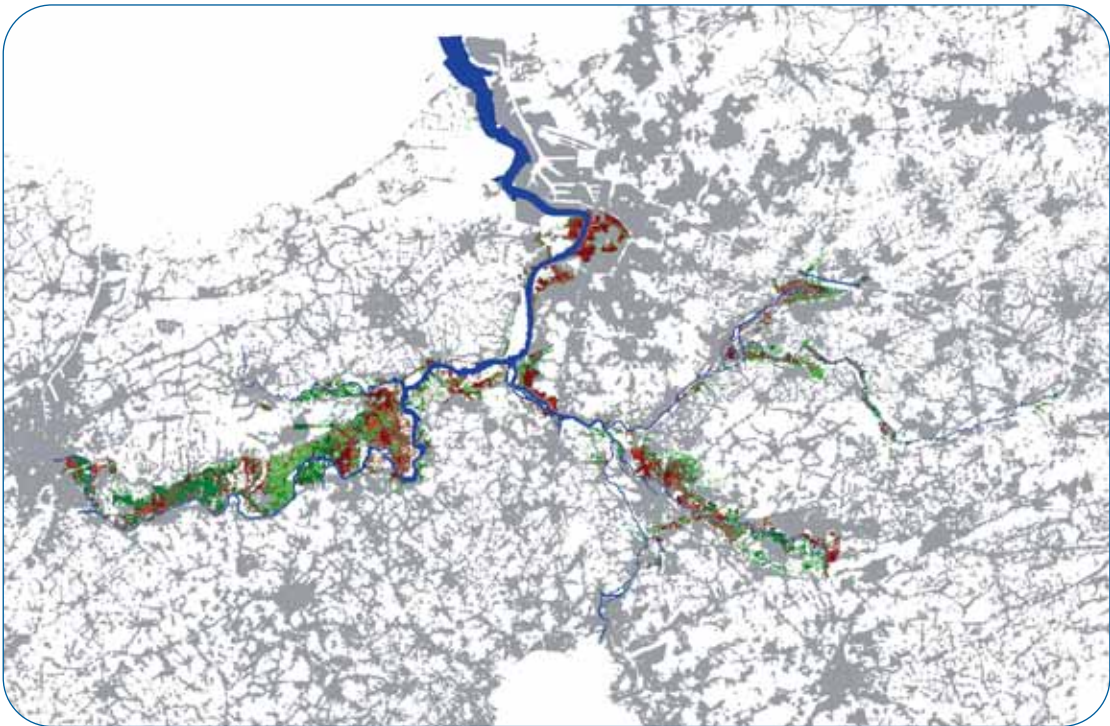
Zodoende kan voor elke randvoorwaarde en/of de combinatie van verschillende randvoorwaarden de impact op het waterpijl in het Zeescheldebekken en de Westerschelde 'nagebootst' worden. Op basis van deze simulaties worden dan de risicokaarten opgesteld. Dergelijke kaarten geven niet aan waar er zich overstromingen zouden kunnen voordoen, maar vormen wel een weergave van de risicoverspreiding over het volledige plangebied. Het risico voor elk van de betrokken gebieden wordt berekend volgens de formule:

Risico = som van de diverse mogelijke overstromingsschades vermenigvuldigd met de respectievelijke kans van de overstroming die deze schade veroorzaakt heeft.

Met andere woorden: wanneer het aangeduide risico in een zone hoog is, dan betekent dit dat zowel de kans op overstromingen als de daarmee gepaard gaande schade aanzienlijk zijn.

Dergelijke zones zijn op onderstaande kaarten in rood aangeduid. Groene zones geven een lager risico weer: zowel de kans op overstromingen als de mogelijke schade zijn beperkt.

> **Figuur 6:** Risicokaart 2100 voor het nulalternatief van het nieuwe Sigmaplan



uitgedrukt in m²

Uit de analyse van het nulsценario (als we geen bijkomende maatregelen nemen) blijkt duidelijk dat de risico's in het Zeescheldebekken belangrijk zijn en in de komende honderd jaren aanzienlijk zullen toenemen. (zie hoofdstuk 4) Zowel de kans op overstromingen, als de kans op grote schade, nemen toe. Er moeten in Vlaanderen dus extra maatregelen genomen worden. Het nieuwe Sigmaplan moet een antwoord bieden op deze probleemstelling.

In paragraaf 2.6 wordt onder de hoofding vermeden risico's van de projecten meer in detail ingegaan op de inschatting van deze risico's.

2.4 Afweging kosten en baten in het kosten-batenmodel

In de kosten batenanalyse worden de kosten, de beoogde baten en andere effecten samengebracht in een consistent kader, het kosten-batenmodel. De verschillende factoren die van belang zijn bij de afweging van kosten en baten worden nu kort besproken.

2.4.1 Evaluatiemaatstaven

Bij het uitvoeren van een kosten batenanalyse dienen de kosten en baten die door een project teweeg gebracht worden, met elkaar vergeleken te worden. Vermits deze kosten meestal gespreid zijn in de tijd, is het aangewezen om ze te actualiseren of ook te verdisconteren naar een bepaald referentiejaar. Dit is zeker het geval indien men verschillende projectalternatieven, waarvoor de spreiding van kosten en baten onderling verschillen, wil vergelijken.

De meest gebruikte maatstaf, die rekening houdt met deze spreiding in de tijd, is de netto contante waarde. Voor een project j wordt deze als volgt berekend:

NCW(j) = \sum\_{t=0}^{T\_j} \frac{B\_{jt} - K\_{jt}}{(1+r)^t}

waarin t gelijk is aan de lopende index voor de jaarlijkse kosten- en batenposten (uitgedrukt in constante prijs, dus geen rekening houdend met inflatie), Tj de levensduur van het project en r de gehanteerde discontovoet. Een project is rendabel indien de netto contante waarde positief is. De netto contante waarde is strikt genomen het saldo van de geactualiseerde baten en kosten.

Een andere, nauw gerelateerde maatstaf die in deze studie gebruikt wordt, is de verdisconteerde terugverdientijd. Het is de tijdsduur vanaf de ingebruikname van het project die vereist is om een positieve netto contante waarde te krijgen. Het geeft een idee van de minimum tijdsduur dat het projectalternatief moet functioneren, om te kunnen spreken van een economisch gunstig alternatief.

Om deze maatstaf te gebruiken voor een MKBA Veiligheid tegen overstromen, dienen dus parameters vastgelegd te worden: de gehanteerde discontovoet en de levensduur of tijdsdimensie van het project. Bovendien is het ook voor deze maatstaf van belang hoe kosten en baten evolueren in de tijd onder invloed van economische groei.

2.4.2 Tijds horizon voor evaluatie van de effecten

De tijdsdimensie bepalen waarover het project zich uitspreidt, is in het bijzonder voor investeringsprojecten als een dijk of overstromingsgebied geen gemakkelijke opgave. Dit soort maatregelen hebben geen vastgelegde levensduur. Mits het nodige onderhoud, kan men baten verwachten tot in de eeuwigheid. Wanneer we andere literatuur bekijken voor de tijdsdimensie of levensduur van het project, kunnen we vaststellen dat er sterk uiteenlopende benaderingen zijn voor deze parameter. Studies maakten gebruik van een vaste levensduur van 30, 50 of 100 jaar of van een eeuwige levensduur.

In deze studie worden de verschillende kosten en baten gedetailleerd weergegeven tot 2100. De kosten en baten die hierna optreden worden verrekend in een restwaarde. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de projecten een eeuwige levensduur hebben, zodat men bij een negatief kosten-batensaldo met zekerheid kan stellen dat de kosten nooit zullen terugverdiend worden. Enkel bij een stormvloedkering waarbij de technische levensduur beperkt is tot 100 jaar wordt met een eindige levensduur gerekend. Dit resulteert dan ook in een lagere restwaarde.

De restwaarde van een eeuwigdurende kost of baat na 2100 wordt berekend door te actualiseren naar 2100 met de volgende formule:

NCW = jaarlijkse baat/kost x (1+g)/(i-g) - investering

Vervolgens moet dit resultaat nogmaals geactualiseerd worden naar 2004, om dit te kunnen vergelijken met de overige kosten en baten voor 2100. De restwaarde wordt met name bepaald voor de onderhouds- en beheerskosten, zowel van het project als van de vermeden kosten van het nulalternatief, en voor de vermeden risico's. De onderhoudskosten worden constant verondersteld na 2100 (g = 0). Bij de vermeden risico's daarentegen wordt gerekend met een uniform groeipercentage, dat berekend wordt op basis van de procentuele toename van de baat in 2100 t.o.v. 2099. Deze groei is met name te wijten aan de economische groei en het broeikaseffect, hetgeen zal besproken worden in paragrafen 2.4.4 en 2.4.5. Deze rekenwijze veronderstelt dus een blijvende stijging van de zeespiegel en een blijvende economische groei. Omwille hiervan en omwille van het feit dat geen rekening gehouden wordt met grote vervangingsinvesteringen kan gesteld worden dat deze restwaarde een maximale inschatting is.

2.4.3 Discontovoet

Omdat er geen consensus is onder economen over de te hanteren discontovoet en om recht te doen aan zowel de uitgangspunten van Vlaanderen en Nederland, is het belangrijk een representatieve waaier van discontovoeten te hanteren.

De Nederlandse OEEI leidraad raadt een basisdiscontovoet aan van 3-4 %, met een risico opslag voor het macro-economische risico, waarbij rekening wordt gehouden met het feit dat de economische ontwikkelingen de kosten en baten van het project kunnen beïnvloeden. Deze parameter varieert van 1.5 % tot 4.5 %. De veiligheidsbaten groeien mee met de economische groei (infrastructuur wordt meer waard om te beschermen) en dus is er een zeker “macro-economisch risico” bij de beoordeling van veiligheidsprojecten. Vanuit deze optiek is een minimale risico-opslag verantwoord. We nemen als uitgangspunt een minimum, risicoloze discontovoet met een risico opslag van 0 %, 1% en 3 %.

Deze keuze is ook consistent met de aanbeveling voor Vlaanderen om met 4 % te rekenen, gecombineerd met een sensitiviteitsanalyse op deze parameter. Deze analyse leidt ertoe om voor alle kosten batenanalyses te rekenen met de volgende discontovoeten : 3, 4, en 7 %. Dit zijn inflatievrije discontovoeten zodat de effecten van inflatie of prijsstijgingen in de loop der jaren niet apart verrekend moeten worden.

Om de lezer niet met een overvloed aan data te overstelpen kunnen in de loop van het rapport discontovoeten wegvallen, als zij weinig extra informatie opleveren. De centrale waarde die zeker vermeld zal worden en die als basis zal gebruikt worden bij de vergelijking van de alternatieven is 4%.

De kosten en baten worden met de discontovoeten geactualiseerd naar het jaar 2004.

2.4.4 Economische groeiscenario's

Het studiegebied dat beter beschermd wordt door de alternatieven zal evolueren in de loop der jaren. Zo kan het aantal huizen wijzigen en kunnen bedrijven groeien, zodat de mogelijke overstromingsschade zal toenemen. Om zo goed mogelijk rekening te houden met deze evolutie worden economische groeiscenario's verrekend op de jaarlijkse vermeden risico's.

Om de robuustheid van het maatschappelijk rendement van de projectalternatieven te toetsen, in het kader van toekomstige onzekerheid, is het gebruik van meerdere omgevingsscenario's noodzakelijk. Om rekening te houden met deze onzekerheid hanteren wij drie toekomstige alternatieve omgevingsontwikkelingen die gebaseerd zijn op drie in Nederland ontwikkelde mondiale omgevingsscenario's, die de basis vormen voor de evaluatie van grote projecten met een publiek belang en beleidsmaatregelen met een lange reikwijdte. Deze scenario's geven de belangrijkste relevante omgevingsontwikkelingen tot 2020. Voor de periode daarna houden wij rekening met de verwachte afvlakking van de bevolkingsgroei, verdergaande vergrijzing en de daarmee gepaard gaande afzwakking van de groei van de potentiële beroepsbevolking.

Hierna volgt een summiere beschrijving van deze uitgangspunten.

Scenario 1 (Gebaseerd op Global competition), verder afgekort als hoge groei.

In dit scenario ligt de nadruk op internationale concurrentie en een zeer dynamische technologische ontwikkeling. Het algehele vertrouwen in het marktmechanisme leidt tot een relatief vrij verkeer van goederen en diensten. Binnen Europa is sprake van beleidsconcurrentie tussen staten en treedt verdere liberalisering en deregulering op. Dit heeft een grote economische dynamiek en een grote diffusie van technische kennis tot gevolg. De sector-structuur verandert en is aan dynamiek onderhevig. De (hoge) economische groei gaat gepaard met een relatief sterke vraag naar hoogwaardige producten (upgrading). Deze upgrading van het goederenpakket in de industrie tempert de toename van fysieke productie enigszins (dematerialisatie). De wereldhandel groeit in dit scenario jaarlijks met gemiddeld 7,4% in de periode tot 2020, terwijl de economische groei in West-Europa bedraagt gemiddeld jaarlijks 2,8% in dezelfde periode. Na 2020 daalt de economische groei in West-Europa tot gemiddeld 2,3 per jaar. Dit wordt met name ingegeven door de verwachte daling van de beroepsbevolking.

Scenario 2 (gebaseerd op European coordination), verder afgekort als gemiddelde groei

In dit scenario treedt een verregaande Europese integratie op, die samengaat met een redelijk hoge economische groei. Mondiaal is er een zeker isolationisme tussen de grote blokken in de wereld. Er is een Europees beleid op het gebied van transport, energie, milieu, mobiliteit en infrastructuur. Daarin past ook meer belangstelling voor productie en gebruik van milieuvriendelijke energiedragers, alsmede gebruik van lichte materialen en schone motoren. Zowel tussen de lidstaten van de EU als tussen de overheid en bedrijfsleven vindt samenwerking plaats op diverse beleidsterreinen. Aan solidariteit en sociale cohesie wordt groot belang gehecht. De wereldhandel groeit in dit scenario gemiddeld 6,1% jaarlijks, terwijl de economische groei in West-Europa gemiddeld 2,4% per jaar bedraagt in de periode tot 2020. Na 2020 daalt de economische groei in West-Europa tot gemiddeld 1,8% per jaar.

Scenario 3 (gebaseerd op Divided Europe), verder afgekort als lage groei

In dit scenario werkt noch het markt-, noch het coördinatiemechanisme in Europa goed. Sociaal-economisch problemen worden niet goed aangepakt, laat staan opgelost. De Europese concurrentiepositie verslechtert en de economische groei blijft in Europa derhalve achter bij die in Noord-Amerika en Azië. In genoemde landenblokken is de economische groei wel redelijk sterk. Zwakke economische groei, trage technische ontwikkeling, weinig ontplooiingsmogelijkheden op sociaal-cultureel gebied, geringe voortgang bij het oplossen van milieuproblemen typeren Europa. De consumptie- en productiestructuur is laagwaardiger dan in de andere scenario's. De wereldhandel neemt in dit scenario jaarlijks met gemiddeld 4% toe, terwijl de economische groei in West-Europa gemiddeld 1,5% per jaar bedraagt in de periode tot 2020. Na 2020 daalt de economische groei in West Europa tot gemiddeld 0,7% per jaar.

In Figuur 7 worden de belangrijkste ontwikkelingen van de drie scenario's weergegeven.

> **Figuur 7:** Ontwikkelingen per scenario, jaarlijkse mutaties in %.

Scenario:	Hoge groei (GC)		Gemiddelde groei ( EC)		Lage groei (DE)	
Periode:	2000-2020	2021-2030	2000-2020	2021-2030	2000-2020	2021-2030
BBP West-Europa	2,8	2,3	2,4	1,8	1,4	0,7
BBP Nederland	3,25	2,3	2,7	1,8	1,5	0,7
BBP Vlaanderen	2,8	2,3	2,4	1,8	1,4	0,7

Bron : CPB

De verschillen in economische groei tussen Nederland en Vlaanderen voor de periode tot 2020 komen door uiteenlopende ontwikkelingen van de beroepsbevolking. Immers, uitgegaan is van dezelfde ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit. Voor de lange termijn (na 2020) lopen de scenario's gelijk voor Vlaanderen en Nederland.

Gezamenlijk geven deze scenario's een redelijke bandbreedte voor mogelijke ontwikkelingen in de wereld om ons heen, waarbij de kans op realisatie niet op voorhand ingeschat kan worden. De onderzochte bandbreedte sluit ook nauw aan bij de internationale groeiscenario's ontwikkeld door het International Panel of Climate Change (IPCC 2000).

De groeivoet van 2030 wordt ook gebruikt voor de daaropvolgende jaren.

2.4.5 Nationale, regionale internationale MKBA

Alhoewel een maatschappelijke kosten batenanalyse vaak vanuit een nationaal of regionaal oogpunt de kosten en baten bekijkt, worden in deze MKBA de kosten en baten in Vlaanderen/België en Nederland bekeken. In Vlaanderen situeren de veiligheidsbaten zich langs de Zeeschelde en bijrivieren, ook al zullen de indirecte effecten hiervan verder reiken. Andere baten strekken zich mogelijk uit tot in Brussel en Wallonië zoals natuurbaten of effecten op landbouw (indirect).

2.4.6 Broeikaseffect en stijging zeespiegel

Zoals eerder vermeld, zullen omwille van het broeikaseffect de zeespiegel stijgen en de kans op extreme weersomstandigheden toenemen. Wat vermeden risico in Vlaanderen betreft, zullen de effecten op veiligheid bestudeerd worden op basis van waterstanden van 2000 en waterstanden bij een gemiddelde zeespiegelstijging van 60 cm in 2100 t.o.v. 2000. (IPCC) Een stijging van de zeespiegel met 60 cm resulteert in een toename van stormvloeden met 90 cm<sup>5</sup>. Deze gegevens zullen als basis genomen worden voor de afleiding van het vermeden risico van de tussenliggende periodes. Voor deze afleiding wordt verondersteld dat de zeespiegel van 2000 uniform stijgt met 22 cm in 2050 en vanaf 2100 uniform stijgt tot 60 cm. Aan de hand van de proportionele toename van de zeespiegel zal ook het vermeden risico proportioneel verrekend worden.

Deze benadering is een vereenvoudiging en een overschatting van het vermeden risico. Enerzijds zal de zeespiegel stijgen volgens een parabolisch verloop zodat een lineair verloop een overschatting is. Anderzijds zal het verloop van het vermeden risico anders zijn als het verloop van de zeespiegelstijging. Naar alle waarschijnlijkheid zal het risico aanvankelijk minder snel toenemen als de zeespiegel en vooral naar 2100 toe sneller toenemen. Gezien het huidige tijdsbestek zijn berekeningen voor tussenliggende zeespiegelstijgingen niet mogelijk en is dit de best mogelijke benadering.

Voor de veiligheidseffecten in Nederland wordt deze zeespiegelstijging van 60 cm gebruikt om de effecten van een Overschelde en een stormvloedkering op het tijdstip van dijkverhoging te bepalen. Er wordt dus verondersteld dat de dijkhoogte mee evolueert met de zeespiegel en dat m.a.w. het vermeden risico dat grotendeels bepaald wordt door het verschil tussen de piekwaterstand en de dijkhoogte, gelijk blijft.

Alhoewel men vaak verwacht dat als gevolg van het broeikaseffect de intensiteit van de stormen zal toenemen, evenals de neerslag en dus meer pieken in bovendebiten, zijn hiervoor te weinig eenduidige gegevens voorhanden om deze in de studie te verrekennen. Mogelijk is dit een onderschatting van de gevolgen van het broeikaseffect.

2.4.7 Prijspeil

Om kosten en baten vergelijkbaar te houden, moeten ze allen op hetzelfde prijspeil gebracht worden. Prijspeil gehanteerd in deze studie is 01/01/2004. Kosten aangeleverd door Rijkswaterstaat Bouwdienst zijn opgesteld op basis van dit prijspeil, zodat hiervoor geen omrekening moet gebeuren. De kosten uit het rapport van IMDC zijn gebaseerd op recente aanbestedingen, zodat ook hiervoor geen omrekening moet gebeuren. Vermeden risico in Vlaanderen en Nederland hebben wel een ander prijspeil (Vlaanderen 2002 en Nederland 2000) en hiervoor zijn de nodige omrekeningen gemaakt aan de hand van het verloop van de consumptieprijsindex.

5. Naast de gemiddelde zeespiegel is ook de tij-amplitude aan het stijgen. Dit is hier van groot belang vermits hoogwater sterker toeneemt dan laagwater. Hiernaar werd echter nog maar weinig onderzoek gepleegd. Op basis van de evoluties van hoogwater, gemiddelde zeespiegelstijging en laagwater van de vorige honderd jaar werd daarom een aanname gedaan voor de evolutie van hoogwater horende bij een gemiddelde stijging van 60 cm resp. 22 cm (zie MKBA Sigma, Deelopdracht 1, Startnota). In deze startnota van Deelopdracht 1 (MKBA Sigmaplan) worden de overige aannames voor de randvoorwaarden in detail beschreven.

Ten behoeve van deze tussentijdse afweging op hoofdlijnen van de alternatieven en hun varianten, werden de composietrandvoorwaarden voor 2100 te Vlissingen gebruikt met de tweede orde correctiefactoren geldig voor 2000. Deze aanpak werd door KUL voorgesteld (zie voormelde Startnota) en zal gevalideerd worden.



## 2.5 Kosten van de projecten

### 2.5.1 Investeringskosten

Om een inschatting te maken van de investeringskosten zijn ramingen gebeurd in Vlaanderen en in Nederland. Voor projecten op Vlaams grondgebied werden voor de plan MER van het Sigmaplan kosten berekend door de tijdelijke vereniging RA-IMDC-GRONTMIJ-ECOLAS (IMDC et al. 2004 b). Hetzelfde gebeurde voor projecten op Nederlands grondgebied door de Bouwdienst volgens de PRI-systematiek, met name voor de Overschelde, dijkverhogingen en enkele natuurontwikkelingsprojecten (Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 b). Deze twee bronnen hebben beide hun eigen systematiek die onderling van elkaar verschilt. In Het achtergronddocument met bijlagen worden gedetailleerd de verschillen tussen beide methodes besproken. In het algemeen kan gesteld worden dat de Vlaamse raming lager is dan de Nederlandse raming.

Voor de MKBA Veiligheid tegen overstromen zal de Vlaamse raming voor het Sigmaplan als basis genomen worden. Enerzijds is deze keuze te verklaren door het feit dat de meeste veiligheidsalternatieven op Vlaams grondgebied gelegen zijn, en dit de enige bron is voor de gedetailleerde vergelijking van verschillende alternatieven zoals dijkverhoging en ruimte voor de rivier.

Deze inschatting van de kosten omvat naast de kosten voor verwerving van gronden, naakte bouwkosten toeslagpercentages voor engineeringkosten en overige bijkomende kosten voor o.a. onderzoeken, vergunningen, planschade, enz... Mogelijke kosten m.b.t. aanpassing van infrastructuur binnen de overstromingsgebieden is waar relevant apart begroot.

Wat de bouwtijd en de spreiding van de kosten over de bouwtijd betreft is een budgetrestrictie van 50 mln. euro per jaar voor AWZ de bepalende factor<sup>6</sup> in Vlaanderen. Enkel voor de Overschelde geldt een andere werkwijze mits dit project niet gebonden is aan deze Vlaamse restrictie. Door de bouwdienst Rijkswaterstaat werd hiervoor een bouwtijd van 6 jaar ingeschat met een uniforme verdeling van de kosten over deze periode.

In de MKBA wordt telkens de meerwaarde van de projecten vergeleken met het nulalternatief. Impliciet wordt er dus vanuit gegaan dat de werkzaamheden die nog moeten uitgevoerd worden om het nulalternatief in Vlaanderen te verwezenlijken al gebeurd zijn. Gezien de budgetrestrictie en de grootte van de nog te maken kosten betekent dit dat nog 6 jaar gewerkt zal worden vooraleer het nulalternatief verwezenlijkt is. Daarom wordt als starttijd voor de projecten telkens 2010 genomen. Mits de Overschelde niet gebonden is door de budgetrestrictie zou de bouw ervan gelijktijdig kunnen verlopen met de voltooiing van het nulalternatief in Vlaanderen, maar om een objectieve vergelijking te kunnen maken tussen de alternatieven en de effecten ervan wordt de starttijd voor alle projecten gelijk gehouden.



6. AWZ, mondelinge mededeling

### 2.5.2 Onderhouds- en beheerskosten

Voor de onderhouds- en beheerskosten worden dezelfde bronnen geraadpleegd als voor de investeringen. Het gaat hier voornamelijk over jaarlijkse kosten die vereist zijn om de werking te garanderen. Ze zijn gebaseerd op huidige kosten die omgerekend worden op basis van de technische kenmerken van het desbetreffende alternatief.

Ook kunnen bij enkele alternatieven grotere onderhoudsbeurten voorkomen met een minder regelmatig karakter. Zo zullen bij een stormvloedkering grote onderhoudsbeurten voorkomen om de 15 en 30 jaar.

De gemaakte onderhoudskosten moeten de bouwwerken in principe in staat stellen om de veiligheid tot in de "eeuwigheid" te verhogen. Tot in de eeuwigheid is natuurlijk niet volkomen realistisch, maar de levensduur van bijvoorbeeld een dijklichaam is moeilijk in te schatten. Dit uitgangspunt wordt ook gehanteerd voor gelijkaardige studies. Daarom worden ook de kosten en baten tot 2100 apart gerapporteerd. Effecten vanaf 2100 tot in de eeuwigheid worden apart weergegeven in de restwaarde. Ook het doorlopen van de onderhoudskosten na 2100 wordt hierbij meegerekend. Ook de grotere onderhoudsbeurten die voorkomen voor 2100, zijn noodzakelijk na 2100 en worden mee opgenomen in de restwaarde.

Bij de inrichting van overstromingsgebieden als gereduceerde getijde gebieden (GGG) moeten bijkomende kosten gemaakt worden voor beheer en onderhoud. Deze worden ingeschat op 200 /ha/jaar, op basis van de huidige ervaring van Natuurpunt. Dit veronderstelt dat voor het onderhoud vrijwilligers worden ingeschakeld.

### 2.5.3 Kostenposten mee te nemen in de MKBA

De kostenramingen richten zich voornamelijk op de inschatting van de uitgaven voor de initiatiefnemer van de projecten, en hun later onderhoud. Deze rekening verschilt van de kosten die we moeten meenemen in de MKBA. Voor het bepalen van de maatschappelijke kosten staat in een MKBA het begrip opportuniteitskosten centraal. De opportuniteitskosten zijn gelijk aan de baten die de ingezette productiefactoren hadden kunnen opleveren als deze in een ander project waren ingezet. Dit heeft betrekking op de inzet van kapitaal, arbeid en land. In de MKBA moeten we daarom een correctie maken met betrekking tot de ingeschatte kosten voor verwerving van gronden en voor eventuele transfers.

De maatschappelijke kost van de omzetting van landbouwgrond naar functie veiligheid (aanleg (ring)dijken) of natuur (gereduceerd getijde gebieden) zijn de verloren opbrengsten van grondgebruik en de aanpassingskosten, zowel binnen de landbouwsector (bijvoorbeeld bij verplaatsing van teelt) als van permanent verlies van arbeidplaatsen in de landbouw. Dit wordt verder uitgewerkt in de sectie over effecten op de landbouw.

Voor de inzet van kapitaal en arbeid moeten we verder geen correctie doorvoeren op de ingeschatte investerings- en werkingskosten. De opportuniteitskost van het ingezet kapitaal betreffen de alternatieve opbrengsten die men had kunnen krijgen indien men het geld voor andere doeleinden had gebruikt. Omdat we opbrengsten verdisconteren leggen we een rendementseis op voor het ingezette kapitaal.

Voor arbeid is de opportuniteitskost de alternatieve opbrengst, en deze wordt weerspiegeld in de lonen en de marktprijzen. Het uitgangspunt is dat – indien deze projecten geen doorgang zouden vinden, deze arbeidskrachten op een andere plaats productief kunnen ingezet worden. In deze analyse is abstractie gemaakt van eventuele mogelijkheden om specifieke doelgroepen uit de werkloosheid tewerk te stellen, bijvoorbeeld in het kader van natuurbehoud.

Verder houden we in de MKBA geen rekening met transfers, dit zijn weliswaar uitgaven voor de initiatiefnemer, maar zij vormen inkomsten voor andere partijen binnen de maatschappij, zonder dat daar specifieke prestaties tegenover staan. Het meest belangrijke vormt de BTW, die een belangrijke meerkost inhoudt (21 % in Vlaanderen, 19 % in Nederland) maar die in feite een transfer vormt. Daarnaast zijn er nog andere compensaties mogelijk, bijvoorbeeld wederbeleggingsvergoedingen aan eigenaars die onteigend worden om bij het verwerven van nieuwe gronden, huizen of bedrijven de bijhorende taksen te kunnen betalen. De kosteninformatie is evenwel onvoldoende gedetailleerd om, met uitzondering van BTW, ze uit te zuiveren voor deze transfers. Gegeven de totale onzekerheid op de kosten lijkt ons dit geen belangrijke beperking van de studie.

> **Figuur 8:** Ontwikkelingen per scenario, jaarlijkse mutaties in %.

Kosten voor de financiële analyse	Kosten mee te nemen in de MKBA
Bouwkosten, + Inrichtingskosten + Verwerving van huizen, bedrijven, + Verwerving van gronden Totale uitgaven excl. BTW	Bouwkosten, + Inrichtingskosten + Waardemutatie van huizen, gronden  Totale uitgaven excl. BTW
+ BTW Totale uitgaven	Totale uitgaven
	Kosten en baten (externe effecten) in andere sectoren, in geprijsde (bijvoorbeeld landbouw) en niet geprijsde (bijvoorbeeld natuur) markten

2.5.4 Presentatie van de kosten voor de MKBA : geactualiseerde waarde

De kosten die gemaakt moeten worden zijn gespreid over verschillende jaren. Bovendien is de veronderstelde starttijd 2010. Zoals eerder vermeld worden alle kosten en baten geactualiseerd naar 2004. De geactualiseerde kosten en baten die te vinden zijn in de overzichtstabellen van de kosten en baten van de alternatieven komen dus niet overeen met de gemaakte ramingen voor bijvoorbeeld de investeringen. Het vertrekpunt van de MKBA is het nulalternatief. Kosten die nog gemaakt moeten worden om het nulalternatief te voltooien zijn niet inbegrepen in de projectkosten. In tegenstelling tot hetgeen gepresenteerd is in IMDC et al. 2004b zijn dit dus niet de totale kosten die nog gemaakt moeten worden om het gegeven veiligheidsniveau te bereiken. Wel kan voorkomen dat bepaalde nog te maken kosten voor het nulalternatief dankzij het project niet meer vereist zijn. Dit zijn dan vermeden kosten en dit wordt besproken in 2.6.1.

2.6 Veiligheidsbaten van de projecten

2.6.1 Vermeden kosten Vlaanderen

In Vlaanderen voorziet het Sigmaplan 1977 in dijkverhoging tot op een hoogte, die gedifferentieerd is voor de verschillende gebieden. Deze dijkverhoging is grotendeels uitgevoerd, maar er zijn nog enkele ‘probleemzones’ waar de dijken nog aangepast moeten worden. Ook het overstromingsgebied Kruikebe-Basel-Rupelmonde is nog niet operationeel. Deze kosten zijn voorzien in het nulalternatief, maar zijn nog niet gebeurd.

Dit betekent dat de mogelijkheid bestaat om bij de bouw van een aantal alternatieven bepaalde voorziene dijk-aanpassingen te vermijden indien deze weinig bijkomende bescherming bieden. Hierbij wordt telkens ingeschat op basis van waterbouwkundige berekeningen wat de maximale beschermingsgraad tegen stormtij kan zijn. Indien geplande dijkverhogingen van het nulalternatief vermeden kunnen worden zonder dat deze beschermingsgraad beïnvloed wordt, kunnen we spreken van een vermeden kost. Ook kan het omgekeerde voorkomen en kunnen er een aantal bijkomende verhogingen vereist zijn om deze beschermingsgraad te halen.

De netto vermindering op deze investeringskosten zal weergegeven worden onder de post voor vermeden kosten in Vlaanderen. Dit leidt bovendien ook tot minderuitgaven voor onderhouds- en beheerskosten.

Een belangrijk item in het nulalternatief is de renovatie van de kaai en een eventuele ophoging van de kaaimuur te Antwerpen. In alle alternatieven zal de volledige kaaimuur (6 km) gerenoveerd worden en aangelegd worden op een peil van minimaal +8m TAW. Bij verdere ophoging wordt verondersteld dat het gedeelte nabij het stadscentrum (1 km) opgehoogd wordt aan de hand van een mobiele kering en dat het overige deel verhoogd wordt met een muurtje. Dit aan te leggen peil verschilt van alternatief tot alternatief en dus zullen ook de kosten ervan variëren. In het nulalternatief wordt een hoogte voorzien van +8.35m TAW. Indien bij het projectalternatief deze hoogte niet vereist is, zullen de kosten hiervoor afnemen.

Wat methodologische aspecten betreft gelden identiek dezelfde principes als deze besproken bij de investeringskosten en de onderhouds- en beheerskosten van de projecten zelf.

In 2.5 is omschreven dat de starttijd voor alle projecten 2010 is, mits de nog uit te voeren werkzaamheden van het nulalternatief in Vlaanderen ongeveer 6 jaar in beslag nemen. Aangezien bepaalde kosten kunnen vermeden worden en de bouwtijd van het nulalternatief bepaald is door een budgetrestrictie, zal de bouwtijd voor de voltooiing van het nulalternatief mogelijks ingekort worden. De grootte van de vermeden kosten in Vlaanderen is echter nooit van die grootte dat de bouwtijd met meer dan 1 jaar vermindert. Het startjaar zal dus gezien de budgetrestrictie niet vervroegd kunnen worden, ondanks het vermijden van enkele kosten.

2.6.2 Vermeden kosten Nederland

Een aantal van de projecten hebben naast invloed op de veiligheid in Vlaanderen ook invloed op de veiligheid in Nederland. Dit zijn met name de Overschelde, een inrichting van de Doel-Hedwige-Prosperpolder als overstromingsgebied en de stormvloedkering bij Oosterweel. De Overschelde en de Doel-Hedwige-Prosperpolder zullen de stormvloedstanden verlagen op de Westerschelde terwijl de stormvloedkering bij sluiting een opwaartse stuw zal veroorzaken die de waterstanden verhoogt op de Westerschelde.

Om dit effect te waarderen in geld worden de vermeden of uitgestelde kosten voor dijkverhoging berekend. Zoals reeds eerder vermeld, geldt in Nederland een beveiligingsnorm van 1/4000, die in het nulalternatief ondanks de stijgende zeespiegel gegarandeerd wordt door verdere dijkverhogingen. Bij een zeespiegelstijging van 60 cm in 2100 t.o.v. 2000 wordt in Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004d vastgesteld dat verdere dijkverhogingen vereist zijn in de 21ste eeuw om deze norm te blijven behouden. Het tijdstip van aanleg wordt in deze nota gelijk gesteld aan de periode 2015-2030. Door een waterstandsverlaging kunnen dijkverhogingen uitgesteld worden. Een uitstel van dijkverhogingen betekent een vermindering van de kost in economische termen, omdat men dit kapitaal gedurende die tijd een andere productieve aanwending kan geven. Omgekeerd betekent een versnelde uitvoering van de dijkverhoging een verhoging van de economische kost.

De bepaling van het nieuwe tijdstip van dijk aanleg wordt op een vereenvoudigende wijze berekend. Een uitgangspunt van de bouwdienst is dat 1 cm dijkverhoging per jaar vereist is en dat een verlagend effect van 1 cm op de waterstand overeenkomt met een uitstel van 1 jaar. Dit betekent dat de tijdstippen van aanleg het meest beïnvloed worden voor de dijkvakken bij de grens en in Bath, waar de Overschelde eventueel gebouwd wordt.

Meer details hierover zijn te vinden in het achtergronddocument met bijlagen (Vito, 2004b). Hier wordt ook melding gemaakt van de vereenvoudigende veronderstellingen die gemaakt zijn bij deze berekening. Deze veronderstellingen maken dat de grootte van de inschatting van dit effect kan gezien worden als een maximale inschatting en een sterk benaderende aftoetsing van de grootte van het effect. Indien blijkt dat de vermeden kosten in Nederland een wezenlijke invloed hebben op de besluiten van deze studie is verder onderzoek aangewezen om dit effect beter in te schatten.

2.6.3 Vermeden risico Vlaanderen en Nederland

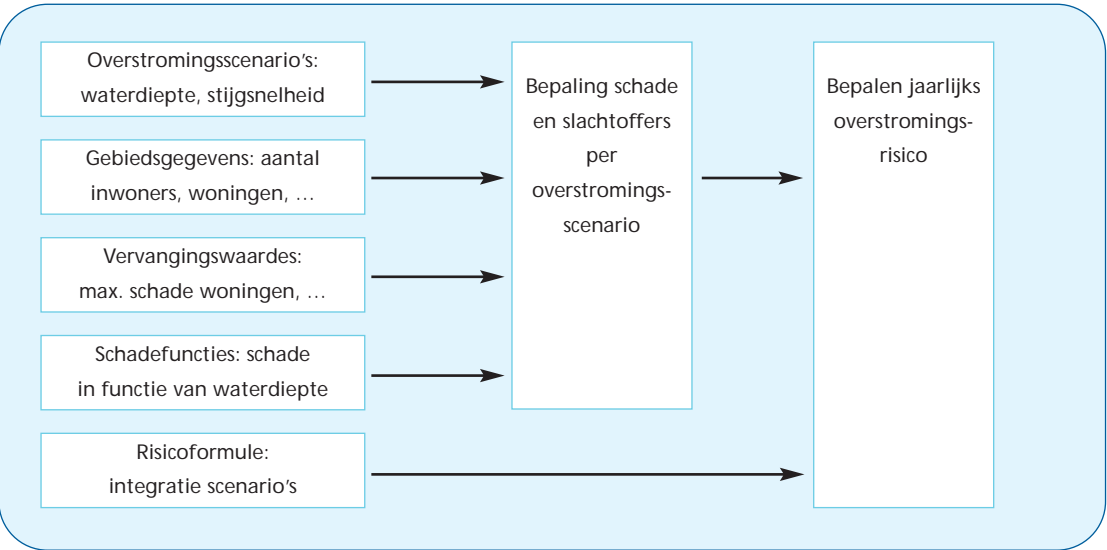
Alle alternatieven beogen de veiligheid tegen overstromen te verhogen. De waterstanden t.o.v. het nulalternatief zullen verlaagd worden of de bescherming tegen een hoge waterstand zal verbeterd worden. Om dit effect te kwantificeren wordt het jaarlijks vermeden risico berekend. Eerst zullen we bespreken wat vermeden risico's zijn, en hoe ze worden berekend. Nadien zullen we hun toepassing voor Vlaanderen en Nederland bespreken. We bespreken hoe het jaarlijkse vermeden risico kan berekend worden, om nadien uit te leggen hoe we op basis van jaarlijkse risico's het totale risico berekenen.

2.6.3.1 Algemene berekening jaarlijks risico tegen overstromen

Het jaarlijks vermeden risico of ook de jaarlijkse veiligheidsbaat van een projectalternatief is de vermindering van het overstromingsrisico in vergelijking met het nulalternatief. Het overstromingsrisico omvat de kans op overstroming vermenigvuldigd met de hiermee corresponderende schade die optreedt in geval van overstroming, en dit voor het geheel van mogelijke kansen of overstromingsscenario's.

De berekening van het jaarlijks risico tegen overstromen wordt schematisch voorgesteld in Figuur 9. De benodigde inputgegevens zijn de gebiedsgegevens (GIS, statistieken) en de resultaten van waterbouwkundige berekeningen. Deze waterbouwkundige berekeningen zijn computersimulaties voor een bepaalde storm (bijvoorbeeld een honderdjarige storm), waaruit blijkt of een overstroming zich voordoet en zo ja, hoe die overstroming in detail gebeurt (hoe groot is het overstroomde gebied, waterdiepte in het gebied, eventueel ook de stijgsnelheid en de stroomsnelheid). De schade in het gebied wordt dan berekend per schadecategorie (huizen, inboedel, landbouw, industrie) aan de hand van schadefuncties. Schadefuncties geven het verloop van de schade weer in functie van de overstromingsdiepte, en vervangingswaardes of ook maximale schadewaardes voor deze categorieën. Dit wordt gedaan voor alle potentiële schadecategorieën. Op deze wijze wordt de totale schade berekend voor die ene storm. Dit scenario moet herhaald worden voor een representatieve reeks van stormen met een bepaalde retourperiode. Met behulp van de risicoformule wordt de schade voor alle berekende scenario's geïntegreerd tot een jaarlijks overstromingsrisico.

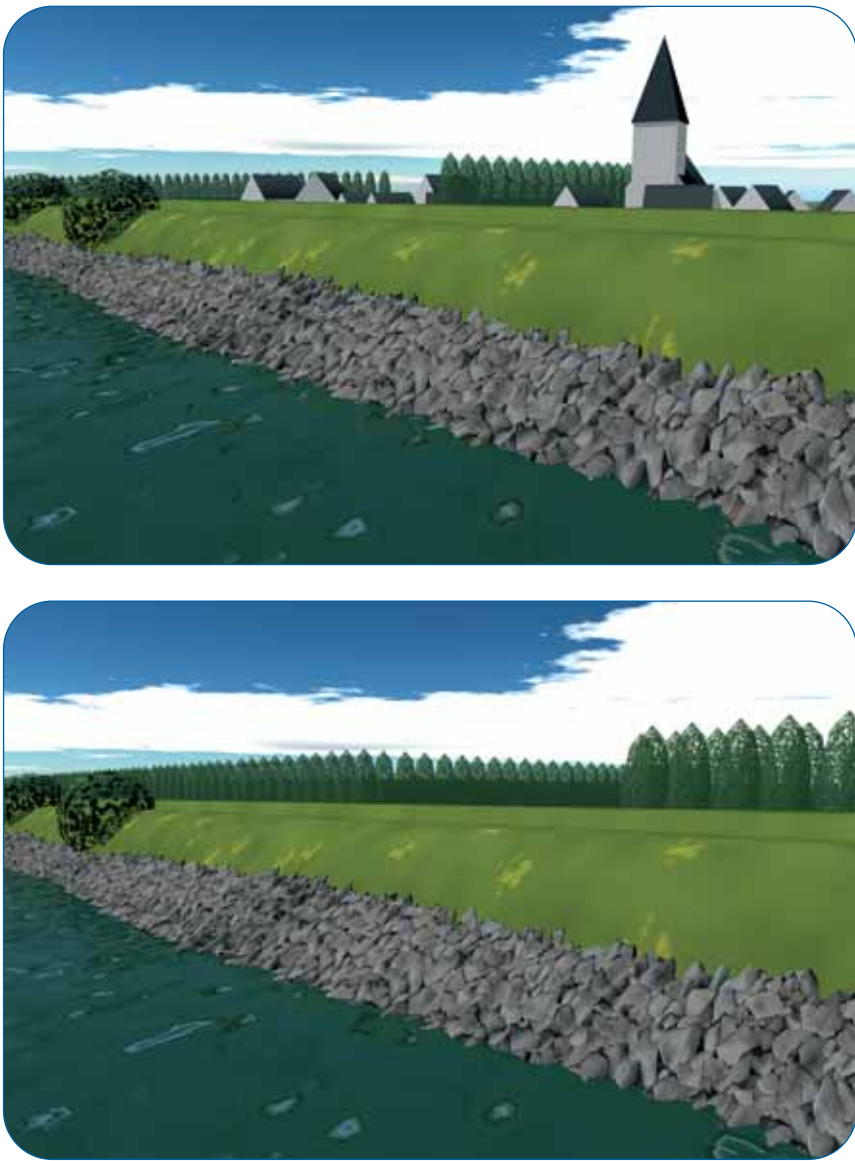
> **Figuur 9:** Overzicht berekening jaarlijks overstromingsrisico



Zowel voor Vlaanderen als voor Nederland is vermeden risico volgens de algemene methodiek, beschreven in Figuur 9 berekend. De concrete invulling ervan voor Vlaanderen en Nederland zijn echter niet volledig identiek. In Vlaanderen wordt de methode van het Waterbouwkundig Labo (WLH) beschreven in Vanneuville et al. 2002 a tot e. In Nederland wordt gerekend met de zgn. Standaardmethode Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen beschreven in Kok et al. 2001. Verschillen tussen beide methodes worden beschreven in het achtergronddocument met bijlagen (Vito, 2004b) en zitten vooral in de vervangingswaardes.

In de komende paragrafen wordt dieper ingegaan op overstromingsscenario's, schadefuncties en de risicoformule.

> **Figuur 10:** Weergave van de bescherming bij hoog en bij laag risico



### 2.6.3.2 Overstromingsscenario's

Via waterbouwkundige berekeningen wordt per gebied en per alternatief voor verscheidene overstromings-scenario's bepaald hoeveel de waterdiepte en eventueel de stijgsnelheid en de stroomsnelheid bedragen. Vertrekpunt van deze berekeningen zijn extreme weersomstandigheden of ook waterstanden die slechts éénmaal in een bepaald aantal jaar voorkomen. Dit aantal jaar, waarin een weersomstandigheid van een rivier verwacht wordt één keer voor te komen, wordt ook de terugkeerperiode genoemd. Het is ook de omgekeerde waarde van de kans op voorkomen. Zo zullen waterstanden die eens in de 100 jaar terugkeren een kans op voorkomen hebben van 1 %.

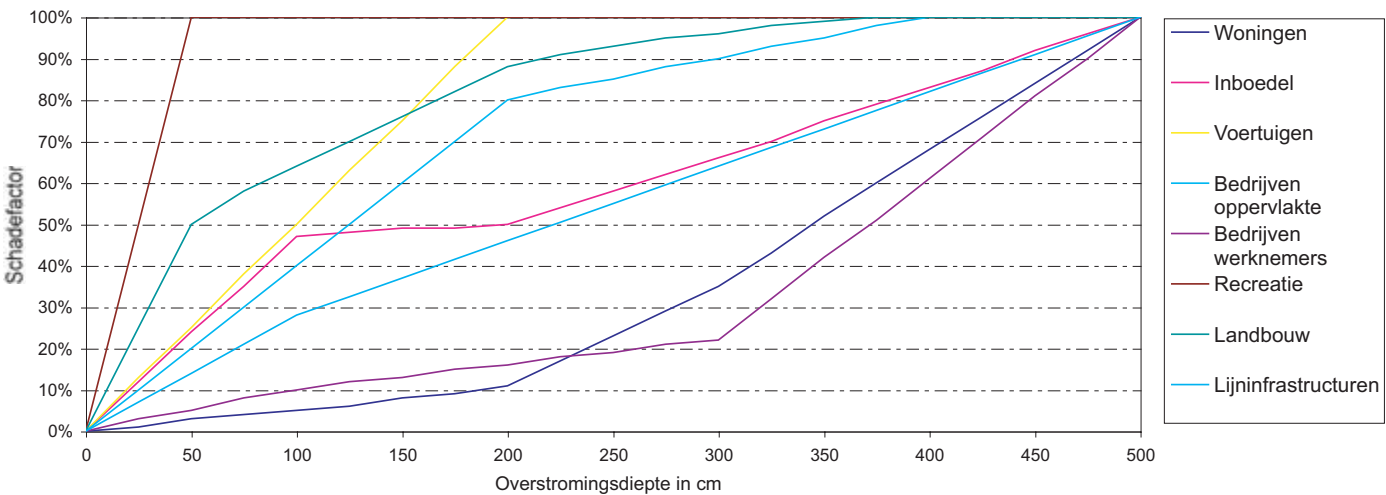
Omdat het niet mogelijk is om de gevolgen van alle weersomstandigheden te onderzoeken, zullen op voorhand de te onderzoeken terugkeerperiodes vastgelegd worden. Op basis van deze bevindingen worden de gevolgen van waterstanden bij andere terugkeerperiodes afgeleid. Voor Vlaanderen zijn dit terugkeerperiodes 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000, 2500, 4000 en 10000 jaar. Voor Nederland hebben enkel terugkeerperiodes groter dan 4000 jaar belang. Tot 4000 jaar geldt de wettelijke norm van 1/4000 en is het vermeden risico verwaarloosbaar. Projecten als een Overschelde geven echter een bescherming die hoger is dan de norm. Daarom wordt ook het vermeden risico in Nederland bepaald bij een storm van 1/10000.

Wanneer de waterstand in de rivier hoger is dan de ontwerpwaterstand waarvoor de dijk ontworpen is, kan overstromingsschade ontstaan door overloop van de dijk. Indien de dijk geen harde (beton)constructie is, ontstaat hierbij ook een bres. Bresvorming kan echter eveneens optreden vooraleer de dijk overloopt. Dit dan door geotechnische instabiliteit, golfoverslag, piping, enz... De berekeningen uitgevoerd ten behoeve van de bepaling van overstromingsschade houden daarom rekening met zowel overloop als bresvorming. Gezien de complexiteit wordt de locatie van de bresvorming noodzakelijkerwijs gebaseerd op vereenvoudigende veronderstellingen, die in de komende studiefase zullen gevarieerd worden teneinde de gevoeligheid van de eindresultaten hieraan af te toetsen. Voor meer details wordt de lezer verwezen naar de rapporten Deelopdracht 1 van de MKBA Sigmaplan.

2.6.3.3 Schadefuncties

Schadefuncties geven het verloop weer van de schade in functie van de waterdiepte en eventueel stijgsnelheid en stroomsnelheid. Zij doen dit in de vorm van een percentage van de maximale waarde of ook schadefactor genoemd. Deze functies zijn gebaseerd op basis van gebeurtenissen in het verleden, aangevuld met logische redenering. In Figuur 11 worden schadefuncties weergegeven voor verschillende categorieën, toegepast in Vlaanderen.

> **Figuur 11:** Voorbeeld van schadefuncties voor verschillende schadecategorieën



bron : Vanneuville, et al, 2002, p.13

2.6.3.4 Schadecategorieën

Bij de berekening van de vermeden schade wordt getracht om zoveel mogelijk de opgelopen schade mee te nemen. In de berekening zijn echter een aantal zaken niet meegenomen. Een opsomming van alles wat wel of niet inbegrepen is in de berekening is te vinden in onderstaande tabel.

In tegenstelling tot sommige andere studies hanteren we geen opslagfactoren om voor de schadecategorieën die niet meegenomen worden en waarvoor geen schadefunctie bestaat, toch een schade in te schatten. Deze kosten worden dus enkele weergegeven als pm-post. In deze zin zijn de berekende vermeden risico's een ondergrens voor de reële veiligheidsbaten.

> **Figuur 12:** Overzicht schadecategorieën die wel of niet inbegrepen zijn in berekening vermeden risico

Categorieën inbegrepen	Categorieën niet inbegrepen
Woningen en inboedel	Nutsvoorzieningen
Bedrijven	Cultuurhistorische gebouwen (kerken, musea, ...)
Voertuigen	Milieuschade
Landbouw	Evacuatiekosten
Recreatie	Herstelkosten dijken bij overstroming
Verkeersinfrastructuur	Psychische en gezondheidsschade slachtoffers
Slachtoffers	

2.6.3.5 Risicoformule

Risico is gelijk aan kans van voorkomen van een bepaalde gebeurtenis vermenigvuldigd met de schade die bij deze gebeurtenis hoort en dit voor het geheel van kansen van voorkomen. Het is uiteraard niet mogelijk voor iedere mogelijke kans of terugkeerperiode de corresponderende schade te berekenen. Met behulp van de hieronder beschreven risicoformule is het mogelijk om op basis van schadegegevens voor enkele terugkeerperiodes een inschatting te maken van het totale risico. Vertrekkend vanuit de schade voor terugkeerperiodes 1, 2, 5, 10, 100, 500, 1000, 2500, 4000 en 10.000 jaar krijgen we de volgende formule:

Hierbij is Si de schade bij een gebeurtenis met een kans op voorkomen van 1/i. Uitgewerkt krijgen we dan:

$$Risico = \frac{1}{1}S_1 + \frac{1}{2}(S_2 - S_1) + \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5 - 2}(S_5 - S_2) + \frac{\frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9} + \frac{1}{10}}{10 - 5}(S_{10} - S_5) + ..$$

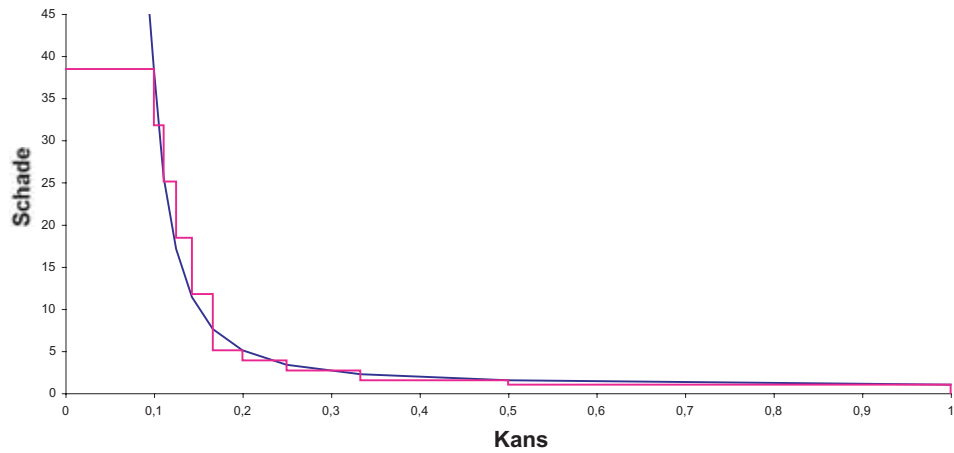
$$Risico = 0.500S_1 + 0.2389S_2 + 0.1320S_5 + 0.0700S_{10} + 0.0318S_{25} + 0.0136S_{50} + 0.0097S_{100} + 0.0026S_{500} + 0.0008S_{1000} + 0.0003S_{2500} + 0.0002S_{4000} + 0.0002S_{10000}$$

Deze coëfficiënten zijn niet vast voor iedere periode en zijn afhankelijk van de gekozen terugkeerperiodes voor en na de desbetreffende periode. De werking van de formule wordt geïllustreerd in Figuur 13. De werkelijke schade in functie van de kans (of 1/terugkeerperiode) verloopt in dit voorbeeld volgens de blauwe lijn. Het totale risico is de



oppervlakte onder deze curve. De oppervlakte onder de getrapte structuur volgens de roze lijn is hetgeen berekend wordt volgens de risicoformule. Op basis van de berekening van schade bij terugkeerperiodes 1, 2, 5 en 10 jaar (kansen 1, 0.5, 0.2 en 0.1) worden inschattingen gemaakt voor de tussenliggende terugkeerperiodes.

> **Figuur 13:** Voorbeeld werking risicoformule



**Toepassing in Nederland**

In Nederland is de wettelijke norm een beschermingsgraad van 1/4000. Ieder beveiligingsalternatief (ook het nul-alternatief) zal deze norm moeten kunnen garanderen. Er zal enkel schade zijn bij terugkeerperiodes groter dan of gelijk aan deze norm. Daarom beperkt de risicoformule zich tot S4000 en S10000. Als dezelfde coëfficiënten toegepast worden als in bovenstaande formule veronderstellen we impliciet dat er geen schade is bij 2500 jaar en dat vanaf dan de schade lineair toeneemt tot 4000 jaar. Dit stemt niet overeen met het vertrekpunt van de beveiligingsnorm. Daarom moeten de coëfficiënten van de risicoformule hergedefinieerd worden tot:

$$\text{Risico} = 0.0025 \text{ S4000 } (= 0) + 0.00010 \text{ S4001} + 0.00015 \text{ S10000}$$

**2.6.3.6 Kwantificering en waardering slachtoffers**

Naast schadefuncties voor materiële schade zijn ook schadefuncties beschikbaar voor slachtoffers. Deze houden niet alleen rekening met de overstromingsdiepte, maar ook met de stijgsnelheid van het water. Het verloop van deze functie is echter zeer onzeker. Ook is het moeilijk in te schatten of er rekening moet gehouden worden met preventieve evacuatie.

Slachtoffers worden gewaardeerd op basis van de waarde die mensen hechten aan een beperking van de van verandering van kleine risico's op fatale accidenten. Deze waardes worden afgeleid uit het gedrag van mensen (bijvoorbeeld aankopen van veiligheidsvoorzieningen zoals een airbag; veiligheidspremies die men vraagt om jobs uit te

voeren met hogere risico's op fatale accidenten) en op basis van enquêtes waarbij mensen worden gevraagd naar hun bereidheid tot betalen voor het verlagen van risico's op dergelijke accidenten. Deze verandering in de kans op vroegtijdig overlijden wordt uitgedrukt in een 'waarde van een statistisch leven', wat evenwel geen maatstaf is voor de intrinsieke waarde van een leven. Er zijn ons geen specifieke studies bekend die deze parameter inschatten specifiek voor beperking kans op overlijden als gevolg van een overstroming. In de economische literatuur worden waarden gerapporteerd die variëren van € 0.3 miljoen tot € 8 miljoen. Binnen deze bandbreedte hanteren we de waarde van € 1 mln., die aansluit bij de resultaten van een recente grootschalige Europese bevraging (Hunt, 2004)<sup>9</sup>, gelijkaardige enquêtes in de US en het kengetal dat de Europese Commissie oplegt voor de evaluatie van kosten en baten van milieumaatregelen voor de EU. Het sluit eveneens aan bij het kengetal dat Vito hanteert voor de effecten op mortaliteit van luchtverontreiniging en voor evaluatie van externe kosten van transport van goederen (ten behoeve van de MKBA toegankelijkheid).

Voor de berekening van deze eerste resultaten waren voor Vlaanderen de data niet beschikbaar om de veiligheidsbaten m.b.t. vermeden slachtoffers mee te nemen. In het verdere verloop van de studie zal deze post wel worden ingeschat voor Vlaanderen.

Voor Nederland is de methode om slachtoffers te berekenen voor dijkringen in Zeeland nog niet volledig operationeel gemaakt en gevalideerd. Daarom is in dit rapport evenmin rekening gehouden met slachtoffers.

Op basis van de eerste, voorlopige cijfers vermoeden we dat het meenemen van slachtoffers de vermeden risico's niet dermate zullen veranderen dat ze tot andere conclusies op hoofdlijnen zullen leiden. In elk geval moet men ermee rekening houden dat de kwantificering van het aantal slachtoffers, en de waardering ervan, substantieel groter zijn dan voor de andere schadecategorieën<sup>10</sup>. Daarom zal ook in de sensitiviteitsanalyse getoetst moeten worden of de conclusies gevoelig zijn voor het al dan niet meenemen van deze schadecategorie.

> **Figuur 14:** Overzichtsk kaart van het Zeescheldebekken



9. A. Hunt, university of Bath, persoonlijke mededeling. Het betreft de resultaten van een studie (CVM contingent valuation study) waarin in Fr., Italië en de UK mensen werden bevraagd naar hun bereidheid tot betalen voor vermindering van risico's op vervroegd overlijden. De kansen op overlijden waren hierbij iets hoger dan wat men mag verwachten voor omkomen bij overstromingen door stormvloed.

10. Jonkman et al, 2002, Loss of life models for sea and rivier floods, Flood defence, 2002

2.6.3.7 Vermeden risico's in Nederland: een specifieke vraagstelling

Alhoewel de methodologische uitgangspunten voor bepaling van vermeden risico's gelijkaardig zijn in Vlaanderen en Nederland is de toepassing in deze studie erg verschillend. Dit verschil kan enkel goed begrepen worden in de context van het geheel van beschikbare resultaten.

In Vlaanderen gebeurt dit door schades bij overstromingen bij het nulalternatief en bij het project te vergelijken en dit voor stormvloedstanden met terugkeerperiodes van 1 tot 10000 jaar. De projecten hebben immers mogelijke effecten bij al deze stormen. Bovendien wordt de beste schatting gemaakt van de verwachte kans op bressen en gevolgen van overstroom.

In Nederland bestaat het nulalternatief uit dijkverhogingen die altijd een beveiligingsnorm van 1/4000 garanderen. Projecten die een invloed hebben op de waterstand op de Westerschelde zullen de geplande dijkverhogingen versnellen of vertragen. Dit effect is berekend in de vermeden kosten in Nederland. Bij verlaging van de stormvloedstanden beginnen vermeden kosten evenwel maar te spelen vanaf het moment dat er in het nulalternatief dijken worden verhoogd.

Voor deze tijd is de dijkhoogte gelijk en, kan gesteld worden dat er toch een verschil is in overstromingsrisico bij het nulalternatief en bij het project, want het projectalternatief doet beter dan de vereiste norm. Dit verschil in risico heeft dan enkel betrekking op stormen met terugkeerperiodes vanaf 4000 jaar. Dit effect is a-priori mogelijk belangrijk voor de Overschelde, en vooral voor de dijkkring 31 in de hals van Zuid Bevoland.

Ten tweede stelt zich de vraag of de verlaging van de stormvloedstanden nog een bijkomend effect heeft in geval van overstroom, ook al is de kans op overstroom (bepaald door het verschil in dijkhoogte en stormvloedstand) identiek. Ook dit effect treedt enkel op bij stormen met terugkeerperiodes vanaf 4000 jaar.

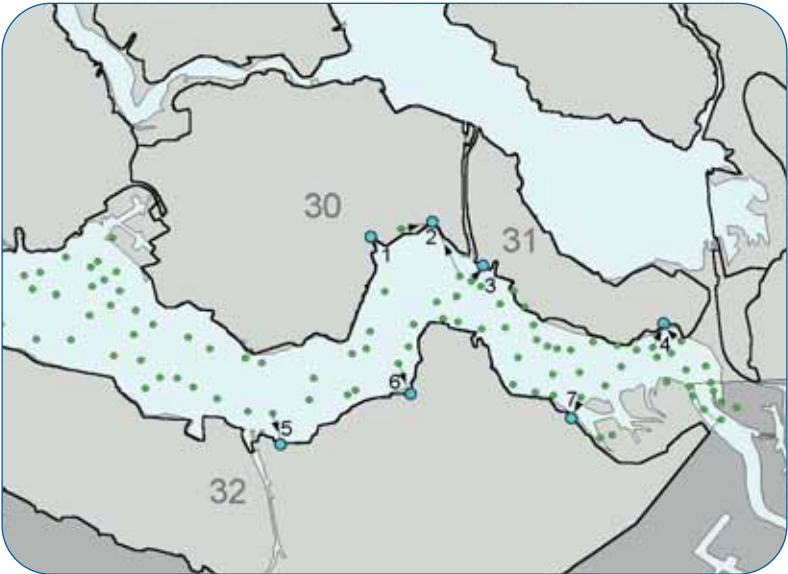
Het berekenen van vermeden risico is dus in tegenstelling tot Vlaanderen enkel van belang bij terugkeerperiodes van 4000 jaar en groter. Hierdoor mogen we verwachten dat de verschillen tussen het nulalternatief en de projectalternatieven in termen van vermeden risico's in Nederland beperkter zullen zijn dan in Vlaanderen.

Omdat we uit de eerste inschatting van de andere elementen weten dat de kosten-batenverhouding van de Overschelde ongunstig was, hebben we voor Nederland enkel getoetst of de hierboven beschreven gevolgen voor vermeden risico's voldoende belangrijk zouden kunnen zijn om onze conclusies te veranderen. Daarom is voor Nederland het potentiële belang van de vermeden risico's afgetoetst via een inschatting van deze post onder assumpties die leiden tot een maximale inschatting. Dit heeft geleid tot specifieke keuzes, m.b.t. de keuze van doorbraakmoment van de dijk, breslocatie, enz... .

Deze cijfers mogen dus niet gezien worden als een inschatting van de verwachte effecten, maar eerder als een bovengrens van mogelijke effecten op de vermeden risico's. De bedoeling hiervan is om af te toetsen of deze effecten onze conclusies kunnen veranderen. Zo ja, dan moet in een vervolgstudie de verwachte waarde van de vermeden risico's worden berekend, met een meer gedetailleerde en geïntegreerde aanpak.

Op de berekening van vermeden risico's in Nederland wordt kort ingegaan in het rapport van Vito over de kosten en baten van de Overschelde (Vito, 2004)

> **Figuur 15:** Dijkkringen en gekozen breslocaties (7) voor overstromingssimulaties



Bron: HKV

## 2.7 Bijkomende effecten van de projecten

### 2.7.1 Kosten voor scheepvaart

Mogelijke gevolgen voor de scheepvaart zijn enkel te verwachten bij de bouw van een stormvloedkering bij Oosterweel. Tijdens de bouw en ook tijdens het gebruik kan gedurende een beperkte periode de vaarweg van en naar de haven van Antwerpen versperd zijn. Dit effect wordt ingeschat in Resource Analysis et al. 2004 en hierop wordt teruggekomen in 4.4 bij de bespreking van de kosten en baten van de stormvloedkering.

### 2.7.2 Kosten voor landbouw bij aanleg GOG

De effecten van overstromingen in een overstromingsgebied worden bekeken in functie van de huidige teelt, die verschilt van polder tot polder, en de verwachte frequentie van overstromen van het GOG. Hiertoe worden de polders ingedeeld in zones, volgens de verwachte frequentie van overstromen. Voor de gronden in gebruik voor landbouw wordt in de analyse verondersteld dat het huidig gebruik zich in het nulalternatief voortzet. Bij GOG's die minder vaak overstromen (bijvoorbeeld één keer op tien jaar) omvatten de kosten de oogstverliezen binnen het GOG en de opruimings- en administratiekosten voor landbouw en overheid. Naarmate het GOG frequenter overstroomt, zal de landbouwer zijn teelten aanpassen, wat leidt tot bijkomende aanpassingskosten.

> **Figuur 16:** Impressie van een GOG met de landbouwactiviteiten



Voor gebieden die jaarlijks overstromen mag men aannemen dat de hoogwaardige teelten (fruit, groenten, boomkwekerijen, aardappelen, suikerbieten) zich zullen verplaatsen naar landbouwgronden buiten het gebied, en de gronden binnen het gebied worden dan omgezet naar grasland. De totale kosten omvatten aanpassingskosten voor de landbouw (voor verplaatste teelten), oogstverliezen binnen het GOG en de opruimingskosten en administratiekosten voor landbouw en overheid.

De kosten voor landbouw in het GOG moeten dus gedetailleerd, per zone en per teelt worden berekend. Bij stijging van de zeespiegel zal ook de verwachte frequentie van overstromen van in het GOG stijgen. Om het potentiële belang van deze kosten te kunnen aftasten hebben we voor deze eerste berekeningen ons beperkt tot een de evaluatie van een soort 'worst case' situatie. We hebben hiertoe verondersteld dat het GOG van bij de aanvang jaarlijks zal overstromen. Dit leidt tot relatief hoge kosten, van eenzelfde orde van grootte als onteigeningskosten van landbouwgrond.

### 2.7.3 Maatschappelijke kost van verlies landbouwareaal bij aanleg GGG

Als landbouwgebied wordt omgezet in een gereduceerd getijdengebied (GGG) wordt dit landbouwareaal permanent aan de sector onttrokken. In de praktijk leidt dit tot onteigening van landbouwgronden, en deze kosten worden meegenomen voor een financiële analyse. Voor een maatschappelijke kosten batenanalyse moeten we evenwel een inschatting maken van de effecten op de maatschappelijke welvaart van het onttrekken van grond aan de landbouw. Dit staat los van de compensatie die de eigenaar en gebruiker van de landbouwgronden krijgen.

De maatschappelijke kosten betreffen:

- het verlies van netto productiewaarde van de gronden;
- een waardering van grondgebondenheid (bijvoorbeeld mestafzet);
- de aanpassingskosten voor verplaatsing teelten;
- en het verlies van arbeidsplaatsen in de landbouw.

We gaan ervan uit dat in het nulalternatief de gronden in de overstromingsgebieden hun huidige bestemming (landbouw) behouden, evenals hun huidige teelt.

Voor de inschatting van de effecten wordt ervan uitgegaan dat de hoogwaardige teelten (fruit, groenten, boomkwekerijen, aardappelen, suikerbieten) uit het GGG andere teelten buiten het gebied zullen verdringen. Dit leidt tot aanpassingskosten voor deze teelten. (verloren investeringen, minderopbrengsten).

Daarnaast rekenen we de kosten met betrekking tot het verlies van landbouwareaal, zowel voor de 'minderwaardige teelten' binnen het gebied, als voor gelijkaardige, de verdrongen teelten buiten het gebied. Voor de inschatting van de maatschappelijke kosten moeten we hiertoe de opportuniteitskosten (netto verloren opbrengsten) rekenen van deze gronden. Dit omvat verlies van toegevoegde waarde en productiviteitsverlies gerelateerd aan grondgebondenheid, waarvoor mestafzet als indicator wordt gebruikt. Uiteindelijk zal dit verlies van areaal ook leiden tot verlies van arbeidsplaatsen in de landbouwsector. Hiertoe moeten we in de MKBA de aanpassingskosten rekenen

gedurende een achttal jaar, tot de verloren arbeid opnieuw productief kan ingezet worden in andere sectoren. Voor de inschatting van de psychologische effecten zijn geen kengetallen voorhanden.

Alhoewel de inschatting van deze elementen onzeker is, kunnen we op deze wijze de maatschappelijke kost inschatten van het verlies van landbouwareaal. (Figuur 17) De resultaten zijn naast assumpties rond de ontwikkelingen in de landbouwsector ook afhankelijk van de gehanteerde scenario's voor economische groei en discontovoeten.

Over de mogelijke effecten van GGG op landbouw buiten het gebied als gevolg van een verandering van het waterbeheer of verzilting is geen informatie beschikbaar. Landbouwgronden kunnen ook bijdragen aan de landschappelijke kwaliteit, vooral voor gebieden die reeds verweven zijn met natuurgebieden of gelegen in landschappelijk waardevolle gebieden. Dit effect wordt niet apart meegenomen bij verlies van landbouwgronden, maar wordt wel meegerekend bij de evaluatie en waardering van de nieuwe natuur. Deze baseert zich immers op studies waarbij het effect wordt ingeschat van de omzetting van een bestaand landbouwgebied naar natuur.

> **Figuur 17:** Geactualiseerde kosten voor permanent verlies van landbouwareaal, in euro in 2004 per ha, bij veronderstelling dat het verlies direct ingaat.

Kostenposten\discontovoet	3%	4%	7%
Aanpassingskost *	1711	1651	1496
Verlies toegevoegde waarde *	14769	9763	4114
Waardering grondgebondenheid *	13846	9153	3857
Aanpassingskost verlies arbeid*	7424	8826	6673
Totaal *	37751	29393	16141
Sensitiviteit			
Hoge econ.groei scenario	41559	31059	17978
Lage econ. groei scenario	31507	26297	16646

Actualisatie naar 2004, in de theoretische veronderstelling dat het verlies onmiddellijk ingaat.  
\* bij centrale schatting voor economische groeiscenario : European coordination , (CPB)  
Voor Vlaanderen : voor gemiddelde van de teelten in alle Potentielle overstromingsgebieden  
Bron: Vito op basis BDB, CLE,

De methodes en kengetallen worden uitvoerig beschreven in het achtergronddocument (Vito, 2004b).

2.7.4 Baten van natuurontwikkeling

Tegenover het verlies van landbouwareaal staat dat deze GGG's natuurbaten realiseren. Hiertoe moeten we de baten van de nieuwe functies die deze gebieden vervullen in kaart brengen en waarderen. In navolging van de literatuur onderscheiden we hier effecten op gebruikfuncties (productiefuncties, regulatiefuncties, recreatie ) en niet gebruikswaarde (waaronder optiewaarde, ververvingswaarde, niet-gebruikswaarde).

**Productiefuncties :** In GGG's worden riet en wilgen geproduceerd, en deze kunnen geoogst en verkocht worden. We kunnen op dit moment de netto toegevoegde waarde hiervan niet inschatten. Er zijn weliswaar kengetallen voor de productiewaarde van deze goederen, bij huidige productie, maar het is onduidelijk hoe groot de markt is als de productie uitbreidt. De oogstkosten zijn niet gekend. Daarom wordt deze productie niet meegenomen.

**Regulatiefuncties :** De natuurgebieden dragen bij tot verschillende milieudoelstellingen van de overheid zodat op andere plaatsen maatregelen en kosten kunnen vermeden worden. De kennis over deze estuariene processen en hun onderlinge samenhang is nog niet compleet, zodat slechts een deel van de totale baat kan worden gekwantificeerd en economisch gewaardeerd. Eerste kengetallen over mogelijke effecten zijn beschikbaar voor de Zeeschelde; de invloed van overstromingsgebieden op de waterkwaliteit zijn gemodelleerd (OMES-model) in het kader van de Actualisatie van het Sigmaplan. (Cox et al, 2004) Uitgaande van kengetallen voor kosten van milieu-maatregelen liggen de baten van estuariene natuur in de orde van grootte van 30.000 euro per hectare. De baten zijn vooral toe te schrijven aan de nutriëntenverwijdering en in mindere mate aan sedimentvang, CO2-opvang en beluchting van het rivierwater. De effecten zullen verschillen in de verschillende ecologische zones van de Schelde. De locatiekeuze van een bepaalde maatregel is dus belangrijk. In hoeverre er sprake kan zijn van schaaffecten is nog onvoldoende bekend. Aangenomen mag worden dat de extra regulatiebaten relatief zullen afnemen naarmate er meer estuariene natuur wordt aangelegd. Of dit effect zal optreden is niet bekend en kan zeker niet worden getoetst met een analyse van de voorbeeldgebieden.

Welke invloed uitgaat van een verbeterde waterkwaliteit op de visstand en andere niet beschouwde (productie-) functies is voor voorliggende studie niet te kwantificeren. Daarmee zijn deze effecten in deze fase ook niet in geld te waarderen.

**Recreatiewaarde :** Ten derde hebben deze gebieden een potentieel om de recreatieve beleving van het Schelde-estuarium te verhogen. Deze bijdrage kan nu slechts worden ingeschat aan de hand van enkele kengetallen. In het verdere verloop van de MKBA van de actualisatie van het Sigmaplan zal dit nauwkeuriger worden ingeschat aan de hand van gerichte enquêtes.

**Niet-gebruikswaarde :** In deze eerste resultaten hebben we verder geen rekening gehouden met de niet-gebruikswaarde van deze gebieden, zijnde het bestaan van de natuur op zich en de waarde die men aan natuur geeft omdat men een stukje groen kan doorgeven aan toekomstige generaties. Hiervoor zijn wel kengetallen uit de literatuur beschikbaar die erop wijzen dat dit een potentieel belangrijk element is. Dit is evenwel nu niet meegenomen omdat deze kengetallen enerzijds zeer groot zijn, en anderzijds onzeker en omstreken, zodat zij weinig bijbrengen aan de beleidsconclusies uit deze eerste evaluaties. Ook hier zullen in het kader van de MKBA van de actualisatie van het Sigmaplan gerichte enquêtes worden gehouden.



Deze baten moeten afgewogen worden tegenover het nulalternatief. Hierbij rijst het probleem dat er geen duidelijk beeld is van de autonome evolutie van het aantal ha natuur in het Schelde-estuarium. Vlaanderen heeft (net als Nederland) ambitieuze beleidsdoelstellingen voor het realiseren van meer oppervlakte natuurgebieden, maar er zijn geen duidelijke beslissingen bekend in welke mate er aan natuurontwikkeling zal worden gedaan in of nabij de potentiële overstromingsgebieden. We gaan er daarom vanuit dat er t.o.v. de huidige situatie in het nulalternatief geen extra natuur in de Scheldevallei wordt aangelegd. Dit betekent dat de inrichting van GOG's met natuur wordt gewaardeerd ten opzichte van de huidige situatie. Mocht er wel reeds extra natuur worden aangelegd in het nulalternatief, dan zou dit de baten van de nieuwe natuur beïnvloeden. Zij kunnen baten van de gebieden afvangen, bijvoorbeeld voor recreatie of bijdrage waterkwaliteit. Anderzijds kunnen zij ook effecten versterken, door het creëren van schaaffecten om bijvoorbeeld bezoekers van ver aan te trekken.

De methodes en kengetallen zijn afgestemd met de verkenning van de kosten en baten van natte natuur in het Schelde-estuarium, ten behoeve van ProSes in het kader van de LTV. (Vito-CPB 2004)

#### 2.7.5 Visuele hinder voor omwonenden.

De aanleg van overstromingsgebieden gaat gepaard met de bouw van ringdijken. Dit leidt tot visuele hinder en welvaartverlies voor omwonenden met zicht op de nieuwe dijk. Dit wordt ingeschat aan de hand van een kengetal voor potentieel verlies van waarde van woonhuizen en meegenomen als een eenmalige kost bij de bouw van het overstromingsgebied.

Voor de inschatting van het aantal personen dat mogelijk te lijden heeft onder visuele hinder, werden op basis van kadasterkaarten de huizen geteld binnen een buffer van 50 meter die in een rechtstreekse zichtlijn van de ringdijk staan, en waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen alleenstaande woningen en rijhuizen. Aan rijwoningen werd een gemiddelde waarde van 100.000 euro toegekend, en aan alleenstaande woningen 300.000 euro<sup>11</sup>.

Uit een Hedonic Pricing studie naar de invloed van groen en uitzicht op woningprijzen, bleek dat het waardeverlagend effect van verlies aan uitzicht ongeveer 12 % van de woningprijs is. Uit datzelfde onderzoek bleek dat het waardeverhogend effect van groen ongeveer 5 % van de woningprijs is (Luttik, J. en M. Zijlstra (1997)). We hebben enkel rekening gehouden met een waardeverlagend effect, omdat de omgeving reeds vrij groen is (landbouw en bos).

Als een indicator voor welvaartsverlies door visuele hinder wordt per huis in de buffer en in de rechtstreekse zichtlijn van de dijk aldus een eenmalige kost meegerekend van respectievelijk 12.000 en 36.000 euro.

## 2.8 Gevoeligheidsanalyses

In het centrale scenario wordt gerekend met een gemiddelde economische groei en een discontovoet van 4%. Projecten worden gebouwd vanaf 2010 en de zeespiegel stijgt met 60 cm in 2100 t.o.v. 2000. Voor de kosten wordt telkens de centrale schatting genomen van de Bouwdienst en IMDC.

Voor al deze factoren is het moeilijk te voorspellen hoe dicht dit bij de realiteit ligt. Het is dan ook zeker aangewezen om te kijken hoe de resultaten wijzigen wanneer de aannames veranderd worden. Dit gebeurt in de onzekerheids- of sensitiviteitsanalyse. Andere discontovoeten zijn 3 en 7%. De verschillende economische groei-scenario's zijn terug te vinden in Figuur 7.

Wat de zeespiegelstijging betreft liggen de voorspellingen tussen de 10 en 90 cm voor de komende eeuw. Ook deze sensitiviteit kan ingeschat worden door het moment waarvoor het vermeden risico berekend is te verschuiven in de tijd. Bij een veronderstelling van een zeespiegelstijging van 90 cm in 2100 zal het berekende vermeden risico ongeveer van toepassing zijn in 2074 en zal het vermeden risico in 2100 bijna 1.5 keer zo groot zijn als het berekende risico. De berekening gebeurt hierbij door lineaire interpolatie tussen 2000, 2050 en 2100 waarbij de zeespiegelstijging in 2050 telkens 22/60 van de stijging van 2100 bedraagt, zodat het exponentieel verloop nog altijd goed benadert wordt.

Indien bij de kosten naast Vlaamse ramingen ook Nederlandse ramingen van de Rijkswaterstaat Bouwdienst beschikbaar zijn, worden deze ook onderzocht.



11. ruw gemiddelde voor Vlaanderen voor woonhuizen en villa's gemiddelde prijs van verkoop uit de hand in 2003, Nationaal Instituut voor de Statistiek)



# HET NULALTERNATIEF: SIGMAPLAN ZONDER SVK VLAANDEREN, DIJKVERHOOGING 1/4000 NEDERLAND

## 3.1 Omschrijving

Het nulalternatief voor Vlaanderen is gedefinieerd als de afwerking van het Sigmapijan van 1977, met uitzondering van de stormvloedkering te Oosterweel. Concreet betekent dit dat alle dijken op Sigmahoogte worden gebouwd en dat 13 gecontroleerde overstromingsgebieden, inclusief de grootste en nog niet operationele GOG Kruibeke-Basel-Rupelmonde, in werking zijn.

Dijken op Sigmahoogte betekent:

- Tot peil + 11.00 m T.A.W. op de Zeeschelde vanaf de Nederlandse grens tot Oosterweel
- Tot peil + 8.35 m T.A.W. op de Zeeschelde vanaf Oosterweel tot Temse. Dit betekent ook dat de kaaimuur in Antwerpen verhoogd moet worden tot deze hoogte.
- Tot peil + 8.00 m T.A.W. op de Zeeschelde vanaf Temse tot Schoonaarde en verder op de rivieren Durme, Rupel, Netes, Dijle en Zenne
- Tot peil + 8.00 m T.A.W. op de Zeeschelde vanaf Schoonaarde tot Gentbrugge

Momenteel moet van de geplande dijkverhogingen en verzwaringen nog 21% uitgevoerd worden.

Een belangrijk gegeven bij de dijkverhogingen is de renovatie van de kaai met een eventuele verhoging van de kaaimuur te Antwerpen. In alle alternatieven zal de volledige kaai (6 km) gerenoveerd worden. Op dit ogenblik ligt de kaai op een peil van + 7 m T.A.W. Dankzij een kaaimuur is er een bescherming tot + 8.35 m T.A.W. Na renovatie zal de kaai aangelegd worden op + 8 m T.A.W. Voor een verdere ophoging zal gebruik gemaakt worden van een vaste of mobiele kering. De aan te leggen hoogte zal wel verschillen. In het nulalternatief wordt een hoogte voorzien van + 8.35 m T.A.W.

In Nederland wordt het lopend beleid voortgezet. Dit houdt in dat de dijken langs de Westerschelde onderhouden worden. Nederland is hierbij beveiligd tegen stormen tot 1/4000. Daarenboven houdt dit in dat de waterkeringen worden aangepast waar en wanneer nodig om de wettelijk vastgelegde beveiligingsnorm van 1 op 4000 te kunnen blijven garanderen. Bij de huidige inzichten van de Rijkswaterstaat Bouwdienst omvat dit een aanpassing van de waterkeringen met 1 meter in de loop van de 21ste eeuw. De periode wanneer dit moet gebeuren is moeilijk in te schatten, maar volgens de Nederlandse Bouwdienst is dit de periode 2015-2030 (gemiddelde tijdstip 2022). Omwille van de vele onzekerheden zal men regelmatig moeten toetsen of de dijken nog aan de norm voldoen.

## 3.2 Kosten van het nulalternatief

Voor de voltooiing van het nulalternatief in Vlaanderen moeten zoals eerder gemeld op de eerste plaats de nodige dijkverhogingen, vermeld in 3.1 verder afgewerkt worden. Een tweede belangrijke kost is de renovatie en ophoging van de kaaimuur in Antwerpen tot + 8.35 m T.A.W.. Hierbij wordt de kostprijs berekend voor een mobiele kering over 1 km en een nieuwe kaaimuur over de resterende lengte van 5 km. Tenslotte moet ook het gecontroleerd overstromingsgebied Kruibeke-Basel-Rupelmonde afgewerkt worden. Dit houdt vooral de nodige dijk aanpassingen in.

Een schatting van de kosten van dit nulalternatief zijn enkel van belang voor de MKBA voor de inschatting van de vermeden kosten, en voor de inschatting van het startjaar van de werken. De kosten van de dijkverhogingen uit het nulalternatief zijn ingeschat op dezelfde wijze als de kosten voor bijkomende dijkverhoging, zodat de vermeden kosten en kosten van de projecten op een gelijke wijze kunnen beoordeeld worden. Hetzelfde geldt voor de onderhoudskosten.

De totale kosten van het nulalternatief, inclusief KBR en renovatie kaaimuur zelf zijn niet in detail geraamd, maar zijn wel aanzienlijk. Als we uitgaan een budgettaire beperking van 50 mln. per jaar schatten we in dat ongeveer 6 jaar vereist is om het nulalternatief af te werken. Vermits bepaalde stukken van de nog uit te voeren dijkwerken waarschijnlijk technisch of maatschappelijk iets moeilijker liggen, kan deze realisatietermijn uitlopen. Met dergelijke vertragingen wordt hier echter geen rekening gehouden. Op basis van deze overwegingen wordt als startjaar voor de bouw van alle beschouwde projecten 2010 genomen.

Het nulalternatief in Nederland bestaat uit de voortzetting van het lopend beleid. Dit betekent het handhaven van de wettelijke norm van 1/4000 langs de Westerschelde. Indien deze norm wegens het broeikaseffect niet meer gegarandeerd kan worden, worden de dijken verder verhoogd. Een inschatting van de kosten van een dijkverhoging langs de Westerschelde met 1 meter vanaf Vlissingen tot aan de Belgische grens is gegeven in Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 d, hetgeen vooral gebaseerd is op de nota van RWS (Hengst 2003). Wat de timing van verhoging betreft wordt een inschatting gegeven door de Bouwdienst van de periode 2015-2030 (gemiddeld tijdstip 2022), hetgeen gehanteerd wordt in de loop van deze studie.

> **Figuur 18:** Kostenraming dijkverhoging Westerschelde met 1 meter vanaf Vlissingen tot aan Belgische grens, in mln. €

Dijkvak	Dijklengte (km)	Kosten/km in mln. €	Kosten per dijkvak . in mln. €
<b>Noordoever</b>			
Vlissingen - Borsele	23	3	69,00
Borsele - Ellewoutsdijk	11	2	22,00
Ellewoutsdijk - Hoedekenskerke	8	2	16,00
	2	4	8,00
Hoedekenskerke - Hansweert	8	2	16,00
	2	4	8,00
Kanaalhaven Hansweert	3,5	4	14,00
Kanaalhaven Hansweert - vm veerhaven	1	2	2,00
Voormalige veerhaven Kruiningen	1,5	3	4,50
Vm veerhaven - Belgische grens	10	2	20,00
	9	2	18,00
	1	4	4,00
<b>Zuidoever</b>			
Eerste deel Breskens – haven Terneuzen	13	2	26,00
Tweede deel Breskens – haven Terneuzen	13	3	39,00
Zeewering Terneuzen	4	4	16,00
Zeewering Terneuzen - vm veerhaven	6	2	12,00
	10	2	20,00
Voormalige veerhaven Perkpolder	2	3	6,00
Vm veerhaven - Belgische grens	9	2	18,00
	1	4	4,00
	10	2	20,00
<b>Totaal</b>	<b>88</b>		<b>363,00</b>

Bron: Rijkswaterstaat Bouwdienst 2004 d

De kosten gegeven in Figuur 18 worden gebruikt voor de berekening van de vermeden kosten in Nederland voor projecten die een effect hebben op de waterstand in Nederland.

3.3 Veiligheidsrisico's bij het nulalternatief

Ook na de uitvoering van het nulsценario blijven er belangrijke risico's op overstromingen in Vlaanderen, voor- namelijk overstromingen door stormvloeden, en in mindere mate overstromingen door pieken in bovenafvoer.

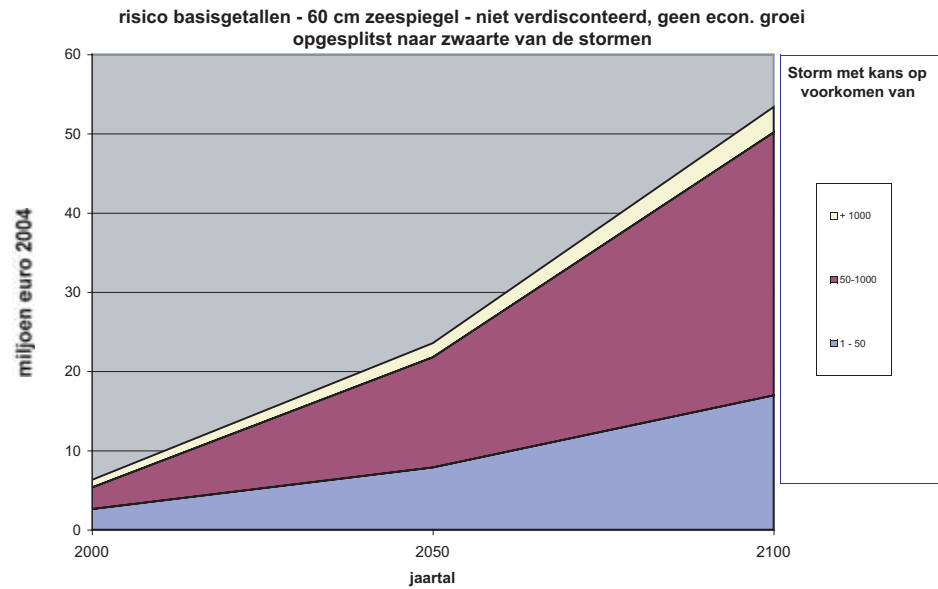
Zonder zeespiegelstijging, treedt er volgens IMDC et al. 2003a in Vlaanderen geen overstroming op door stormtijden tot terugkeerperiodes van 500 jaar. Op enkele plaatsen (tussen Oosterweel en Kruibeke, te Mechelen) wordt de waakhoogte wel niet meer gerespecteerd. Dit betekent niet noodzakelijk dat voor terugkeerperiodes kleiner dan 500 jaar er geen risico's zijn. Zoals eerder vermeld wordt bij de berekening van vermeden risico ook rekening gehouden met bovendebieten. Bovendien wordt verondersteld dat bressen gevormd worden bij het overschrijden van de waakhoogte zodat er bijvoorbeeld te Mechelen toch een overstroming kan plaatsvinden.

Het totale risico op schade na de uitvoering van het nulsценario schatten we in op zo'n 6 miljoen euro per jaar. Alhoewel de schade veel groter is bij de zwaarste stormen, is de kans van voorkomen van deze stormen veel kleiner, zodat de zwaarste stormen (kans op voorkomen kleiner dan 1/1000) slechts beperkt bijdragen aan het totale risico (15 % in 2000 en 6 % voor 2100, zie Figuur 19). Naar verwachting zal dat risico elk jaar toenemen als gevolg van de stijging van de zeespiegel tot meer dan 50 miljoen euro per jaar in 2100, zonder verdiscontering.

Na verdiscontering (4%), en rekening houdend met economische groei schatten we in dat de netto contante waar- den van de risico's lichtjes stijgen tot 2050, en daarna lichtjes teruglopen onder invloed van de discontovoet. (Figuur 21) Het totale risico voor de ganse periode tot 2100 komt in de orde van grootte van 1 miljard euro. De inschatting van de risico's voor de toekomst is erg gevoelig voor aannames rond bepalende parameters zoals het ritme van de stijging van de zeespiegel, de discontovoet en de economische groei. Figuur 22 illustreert dat de bandbreedte rond de basisschatting vooral erg groot wordt na 2050.

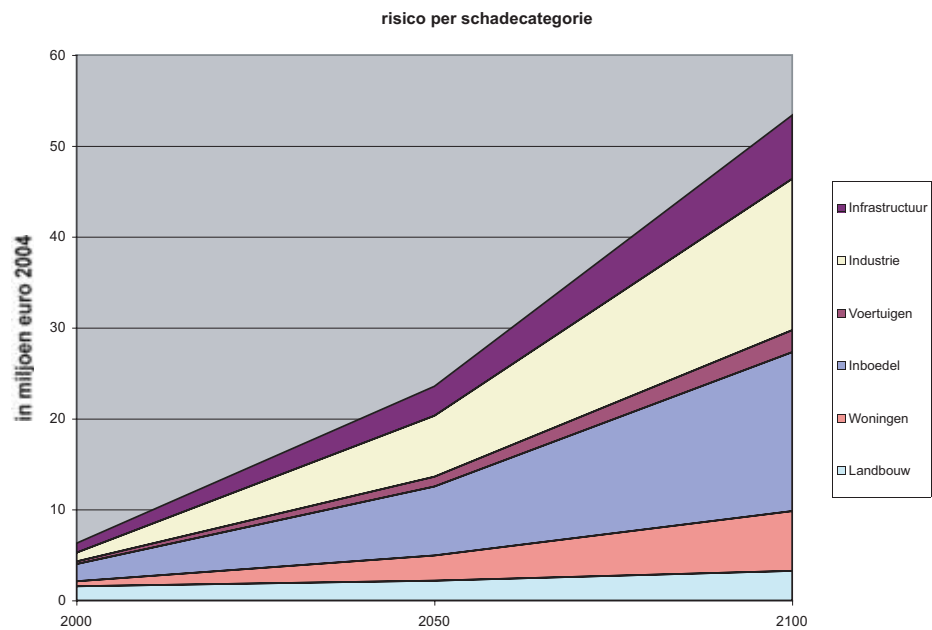
Deze stijging doet zich voor in alle schadecategorieën, behalve landbouw. Landbouwgebieden overstroomden reeds vaker bij waterstanden van 2000. Bovendien zal de maximum schade reeds op een lage overstromingsdiepte bereikt worden, waardoor de schade bij grotere dieptes in 2100 niet zal toenemen (Figuur 20). We schatten in dat in 2100 ongeveer de helft van deze risico's kans op schade aan woningen en hun inboedel betreft, en één derde kans op schade aan industrie. Dit betekent ook dat de risico's zich voornamelijk situeren in bebouwd gebied. De risico's doen zich voor langsheen de hele Zeeschelde en bijrivieren, en situeren zich in schadecentra. Deze analyse van het nul- scenario toont aan dat enerzijds de risico's groot zijn, en anderzijds maatregelen gericht moeten gekozen worden om de schade in de schadecentra te beperken.

> **Figuur 19:** Het risico van overstroom in het nulscenario, zonder rekening te houden met verdiscontering of economische groei, maar incl. basisschatting zeespiegelstijging

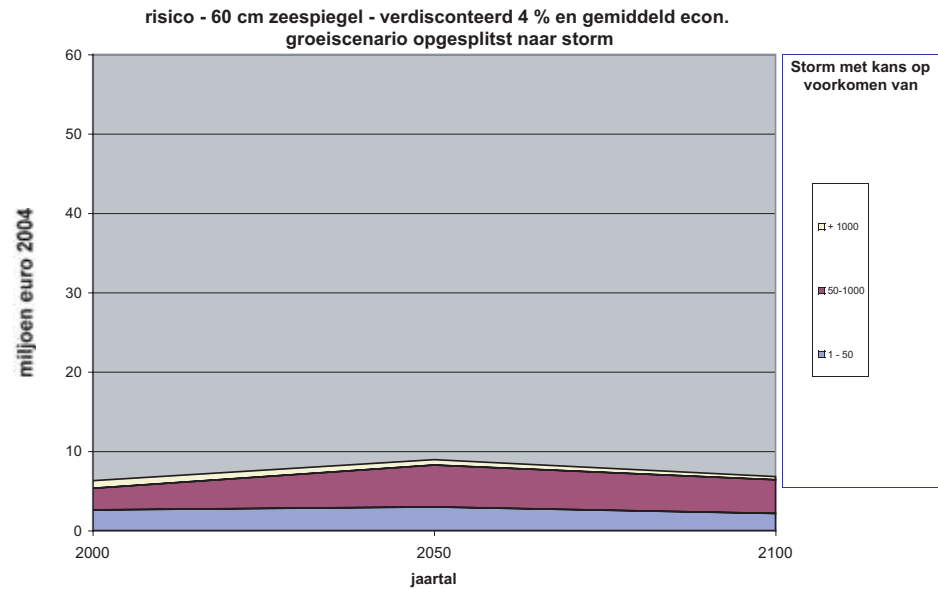


De risico's zijn ingedeeld in 3 groepen voor risico's van stormen met een kans van voorkomen groter dan 1 keer op 50 jaar, tussen 50 en 1000 jaar, en minder frequent dan 1000 jaar.

> **Figuur 20:** Het risico van overstroom in het nulscenario, niet geactualiseerd, en ingedeeld naar schadecategorie.

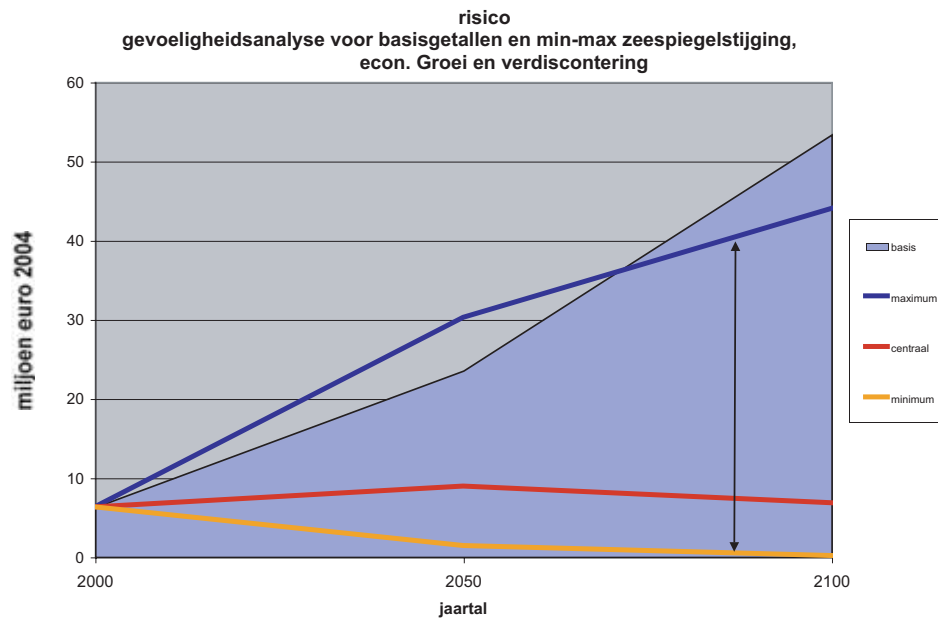


> **Figuur 21:** Het risico van overstroom in het nulscenario, risico's geactualiseerd aan 4 % en rekening houdend met gemiddeld economische groei.



De risico's zijn ingedeeld in 3 groepen voor risico's van stormen met een kans van voorkomen groter dan 1 keer op 50 jaar, tussen 50 en 1000 jaar, en minder frequent dan 1000 jaar. De schaal van figuur 19 werd behouden.

> **Figuur 22:** Het risico van overstroom in het nulscenario, geactualiseerd, gevoeligheidsanalyse voor economische groei, discontovoet en zeespiegelstijging.



# DE STORMVLOEDKERING BIJ OOSTERWEEL

## 4.1 Omschrijving

De stormvloedkering is een alternatief dat deel uitmaakte van het oorspronkelijke Sigmaplan, maar dat niet is uitgevoerd o.a. op basis van een kosten batenanalyse in 1981. Een stormvloedkering is een constructie die in normale omstandigheden openstaat en het getij min of meer ongehinderd door laat, en die in uitzonderlijke omstandigheden kan gesloten worden. Zo wordt het opwaarts gelegen gebied volledig van de tijwerking afgesneden en zijn deze gebieden volledig beschermt tegen mogelijke stormvloed. Dit alternatief wordt ondanks het negatief advies in 1981 terug onderzocht, omdat sindsdien er een evolutie heeft plaatsgevonden in het berekenen van waterstanden en risico's, die mogelijk tot nieuwe inzichten kan leiden. Bovendien heeft de technologie niet stilgestaan en bestaan er nieuwe types van stormvloedkeringen die goedkoper zijn in aanleg. Ook de invloed van het broeikaseffect is iets wat niet onderzocht is in 1981 en dat een investering in een stormvloedkering mogelijk interessant maakt.

De kering die in deze studie onderzocht wordt, is het type "horizontale sectordeuren". Dit type is nagenoeg identiek aan de Maeslantkering op de Nieuwe Waterweg tussen Rotterdam en Hoek van Holland. De afmetingen van deze kering zijn vrijwel dezelfde als deze nodig voor een toepassing te Oosterweel. Ook de belasting van de deuren is vergelijkbaar. Daarom worden de constructiekosten ook gebaseerd op de gemaakte kosten voor de Maeslantkering. Concreet is gerekend met een breedte van 360 m en een drempel van TAW -10m. De onderzochte locatie is weergegeven in Figuur 35.

Bij sluiting van de kering doet zich een negatief effect voor in Nederland. Tijdens stormtij zal er een kortstondige opstuwing plaatsvinden die bij een storm van 1/10000 maximaal 0.36 meter bedraagt en snel afneemt naar 0 cm te Terneuzen. Door deze opstuwing zal in Nederland plaatselijk het risico verhogen en zullen dijkverhogingen vervroegd moeten worden. Daarom worden ook de effecten in Nederland benaderend ingeschat. Het vermeden risico en de vermeden kosten zijn in dit geval een negatieve baat of kost.

> **Figuur 23:** Voorbeeld van het type van de nieuwe stormvloedkering zoals beschouwd in MKBA Sigmaplan



## 4.2 Kosten van de stormvloedkering

Zoals reeds vermeld in de omschrijving is de stormvloedkering sterk vergelijkbaar met de Maeslantkering op de Nieuwe Waterweg in Rotterdam. De afmetingen en de hydraulische belastingen zijn praktisch dezelfde. Het is dan ook evident dat de kosten die gemaakt zijn bij deze waterkering als basis genomen worden voor de raming van dit projectalternatief. Zowel in Vlaanderen in IMDC et al. 2004 als in Nederland in Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 c zijn de nodige omrekeningen en actualisaties gebeurd voor de kering in Oosterweel op basis van de kostengegevens van de Maeslantkering.

De resultaten van beide rapporten liggen iets uit elkaar. In IMDC et al. 2004 wordt de investeringskost van de stormvloedkering ingeschat op 506 mln. €, terwijl de raming in Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 c 588 mln.€ bedraagt. Naast verschillen in toeslagpercentages is er ook een onderscheid in omrekening naar het huidige prijspeil. Voor het verdere verloop wordt de kleinste bouwkost van 506 mln. € gehanteerd en, indien nodig, zal ook gekeken worden hoe de resultaten zullen beïnvloed worden bij het hogere bedrag. De inschatting van de kosten voor de stormvloedkering op basis van de PRI systematiek is afgetoetst met de reële uitgaven voor de bouw van de vergelijkbare Maeslantkering en wordt door de Bouwdienst gekwalificeerd als 'betrouwbaar en nauwkeurig'.

De bouwtijd voor dit project wordt ingeschat op 11 jaar, rekening houdend met de jaarlijkse budgetbeperking van 50 mln. €.

Wat de onderhoudskosten betreft, wordt er een onderscheid gemaakt tussen jaarlijkse onderhouds- en beheerskosten en buitengewone kosten voor de vervanging van diverse onderdelen als die op het einde van hun voorgeschreven levensduur zijn. Jaarlijkse onderhoudskosten bevatten o.a. personeelskosten, energiekosten en onderhoud van de vaargeul en de gebouwen. Deze worden in Vlaanderen ingeschat op 2,8 mln. € per jaar. Buitengewone kosten om de 15 jaar zijn corrosiebescherming en vervanging van onderdelen met name de zwakstroominstallatie en PLC systemen aan een totale kost van 15 mln. €. Om de 30 jaar moeten de overige onderdelen zoals de locomobiel, tandwielen, pompen en kleppen, de sterkstroominstallatie en de fenders vervangen worden. Dit wordt in IMDC et al. 2004 ingeschat op 26 mln. €.

Net als bij de investeringskosten zijn de bedragen in Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 c iets hoger ingeschat. De jaarlijkse kosten bedragen hier 4,13 mln. € en de grotere kosten om de 15 en 30 jaar respectievelijk 17 en 32 mln. €. Ook hier wordt dezelfde filosofie toegepast als voor de investeringskosten en worden de laagste kosten als vergelijkingsbasis genomen voor de MKBA.

4.3 Veiligheidsbaten van de stormvloedkering

4.3.1 Vermeden kosten Vlaanderen

Het lengteprofiel met de ontworpen dijkhoogten werd analoog aan het nulalternatief opgebouwd. Wel wordt ervan uitgegaan dat een verdere ophoging van een gerenoveerde kaai in Antwerpen op + 8m T.A.W. volstaat. Dit is een minkost t.o.v. het nulalternatief van 1,41 mln. € en een jaarlijkse besparing op het onderhoud van 0,01 mln. €. Geactualiseerd aan 4% betekent dit een vermeden kost van 1,22 mln. € tot 2100.

4.3.2 Vermeden risico Vlaanderen

Het grote voordeel van een stormvloedkering t.o.v. het nulalternatief en de andere alternatieven is de hoge beschermingsgraad tegen stormvloedstanden. Dit zal zich uiteindelijk vertalen in hoge vermeden risico's in Vlaanderen. Dit is vooral te wijten aan een sterke stijging van de risico's in de tijd door de stijging van de zeespiegel, zoals in de volgende paragrafen wordt uiteengezet.

In Figuur 24 wordt voor verschillende terugkeerperiodes en voor waterstanden van 2000 en 2100 vermeden schade en het overeenkomende vermeden risico t.o.v. het nulalternatief weergegeven. De vermeden schade neemt stelselmatig toe naarmate de grootte van de terugkeerperiode stijgt. Uitgedrukt in risico zitten de belangrijkste baten van de stormvloedkering in 2000\* in de bescherming voor terugkeerperiodes 500 tot 2500 en voor het jaar 2100 in de bescherming voor terugkeerperiodes 25 tot 500. Het totale jaarlijks vermeden risico in 2100 is ongeveer het tienvoudige van het vermeden risico in 2000. Deze verhouding illustreert het belang van de stijging van de zeespiegel op de veiligheid tegen overstromen in Vlaanderen. Hierdoor vertienvoudigt de kans op hoogwaterstanden in 2100 t.ov. 2000.

Het oplopen van het risico bij 10000 jaar in vergelijking tot 4000 jaar (zie ook Figuur 25 en Figuur 26) wil niet zeggen dat het belang van de hogere terugkeerperiodes groter dan 4000 jaar terug gaat toenemen. Dit komt vooral omdat 10000 jaar de hoogste bestudeerde terugkeerperiode is, waardoor in dit risico deels effecten van nog hogere terugkeerperiodes die niet meegerekend worden, worden meegenomen. Indien bijvoorbeeld ook 20000 jaar zou worden meegenomen, zou de coëfficiënt in de risicoformule veranderen van 0,0015 naar 0,0008. Hierdoor zou de stijging in risico van 4000 naar 10000 teniet gedaan worden.

\* Dit moet gelezen worden als bij stormtijden voor waterstanden in 2000. In het kosten batenmodel worden enkel baten gerekend vanaf het moment van inwerkingtreding van de alternatieven, in casu 2022 voor de stormvloedkering.

> **Figuur 24:** Overzicht vermeden schade en risico in 2000 en 2100 van stormvloedkering te Oosterweel voor verschillende terugkeerperiodes, zonder correctie voor economische groei in 2100, in mln. €

Terugkeerperiode	2000		2100	
	Vermeden schade	Vermeden risico	Vermeden schade	Vermeden risico
1	0,22	0,11	1,58	0,79
2	0,46	0,11	2,51	0,60
5	1,55	0,20	4,16	0,55
10	2,13	0,15	5,94	0,42
25	3,94	0,13	394,14	12,53
50	8,04	0,11	667,02	9,05
100	11,49	0,11	1.342,32	13,09
500	450,04	1,18	2.806,09	7,38
1000	479,58	0,37	3.670,07	2,84
2500	1.142,51	0,34	4.652,76	1,38
4000	1.437,53	0,23	5.136,33	0,82
10000	1.886,10	0,29	5.769,86	0,88
Totaal		3,33		50,33

Bron: Berekeningen IMDC, prijspeil 01 – 01 - 04

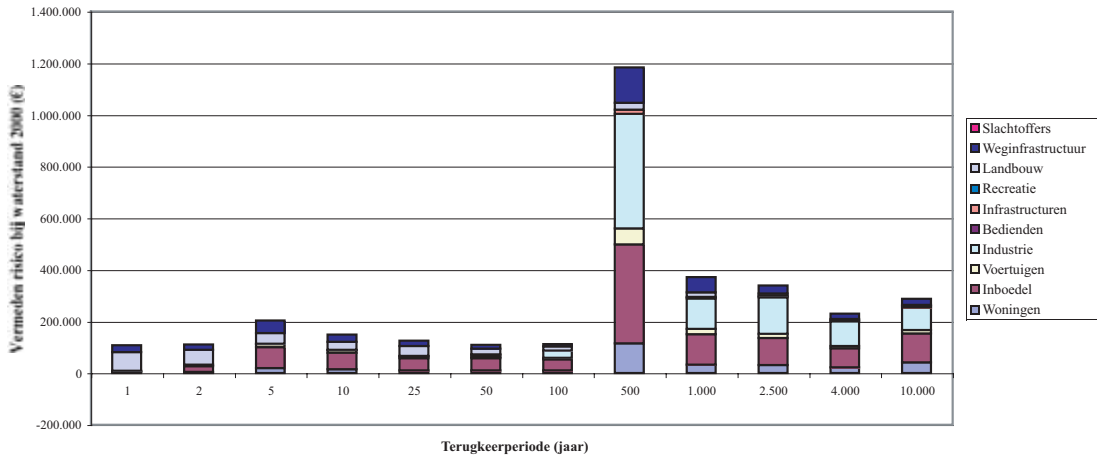
In Figuur 25 en Figuur 26 worden dezelfde gegevens grafisch gepresenteerd en wordt een overzicht gegeven van de verdeling per schadecategorie. Bij waterstanden van 2000 komt duidelijk tot uiting dat de grootste baat zich situeert bij de terugkeerperiodes tussen 100 en 2500 jaar. Ook de toename van 4000 naar 10000 jaar is duidelijk terug te zien.

In 2100 krijgen we ongeveer hetzelfde effect, maar is alles verschoven naar terugkeerperiodes die tot 20 keer kleiner zijn. Wat betreft de verdeling per categorie valt op dat ook hier aanvankelijk vooral landbouw en verkeersinfrastructuur beschermd worden t.o.v. het nulalternatief en dat vanaf 100 jaar in 2000 en 25 jaar in 2100 de invloed van bedrijven en woningen begint door te wegen.

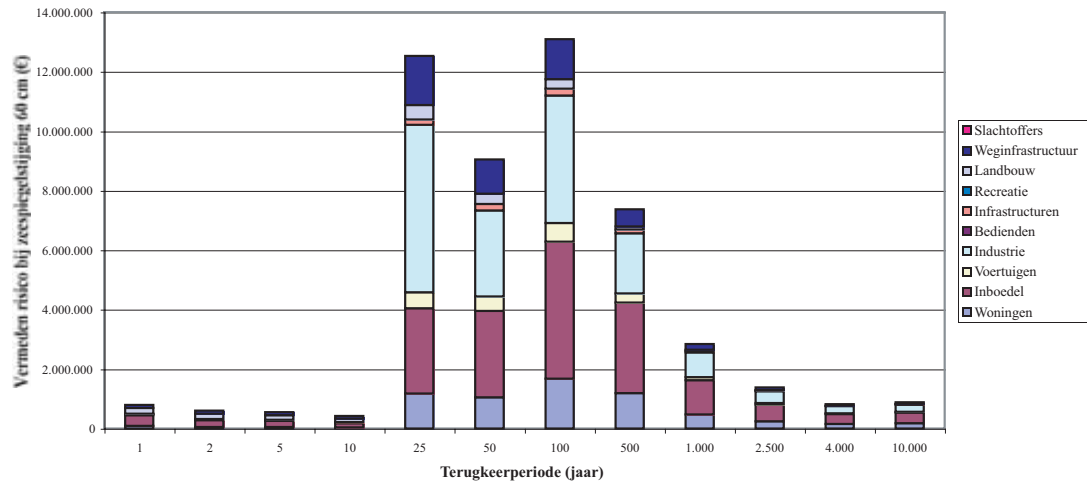
In deze eerste resultaten zijn de effecten op slachtoffers nog niet meegenomen. In het vervolg van de studie zal dit wel worden meegenomen.



> **Figuur 25:** Vermeden risico bij waterstand 2000 van stormvloedkering Oosterweel voor verschillende schadecategorieën



> **Figuur 26:** Vermeden risico bij waterstand 2100 van stormvloedkering Oosterweel voor verschillende schadecategorieën



4.3.3 Vermeden kosten Nederland

Door de verhoging van stormvloedstanden in het Oostelijk deel van de Westerschelde zullen dijkverhogingen die vereist zijn om ondanks het broeikaseffect de wettelijke beveiligingsnorm van 1/4000 te blijven garanderen, vervroegd moeten uitgevoerd worden. In het nulalternatief omvat dit een aanpassing van de waterkeringen in de periode 2015-2030 (gemiddeld tijdstip 2022, 1 meter verhoging van de dijken). Door de bouw van de Stormvloedkering nabij Antwerpen zal dit tijdstip iets vervroegd moeten worden. Op de methodologie van de vermeden kosten wordt uitvoerig ingegaan in paragraaf 2.6.2.

In Figuur 27 wordt weergegeven hoeveel jaar de geplande dijkverhogingen vervroegd moeten worden volgens de methode toegepast door de Bouwdienst. Hierbij wordt aangenomen dat gemiddeld 1 cm dijkverhoging vereist is per jaar en dat 1 cm opstuwing gelijk staat aan een vervroeging van 1 jaar. De opstuwende effecten zijn berekend in IMDC et al. 2003 a voor een storm van 1/4000 in 2050.

> **Figuur 27:** Effecten van een stormvloedkering bij Oosterweel op de waterstanden langs de Westerschelde en op het tijdstip van aanleg van verdere dijkverhogingen

Dijksegment	Lengte (km)	Verhoging (m)	Vervroeging (jaar)
<b>Noordoever</b>			
Vlissingen-Borssele	23,0	0,00	0
Borssele-Ellewoutsdijk	11,0	0,05	5
Ellewoutsdijk-Hoedekenskerke	10,0	0,12	12
Hoedekenskerke-Hansweert	10,0	0,15	15
Kanaalhaven Hansweert	3,5	0,15	15
Poldergebied tussen kanaal en vm veerhaven	1,0	0,15	15
Voormalige veerhaven Kruiningen	1,5	0,15	15
Voormalige veerhaven tot Belgische grens deel 1	10,0	0,26	26
Voormalige veerhaven tot Belgische grens deel 2	10,0	0,35	35
<b>Zuidoever</b>			
Eerste deel Breskens – haven Terneuzen	13,0	0,00	0
Tweede deel Breskens – haven Terneuzen	13,0	0,05	5
Zeewering Terneuzen	4,0	0,10	10
Poldergebied van vm veerhaven tot Terneuzen deel 1	6,0	0,12	12
Poldergebied van vm veerhaven tot Terneuzen deel 2	10,0	0,15	15
Voormalige veerhaven Perkpolder	2,0	0,15	15
Vm veerhaven tot Belgische grens deel 1	10,0	0,26	26
Vm veerhaven tot Belgische grens deel 2	10,0	0,35	35

Bron: Rijkswaterstaat Bouwdienst 2004 d

Het aanlegtijdstip is voor de berekening gehaald uit Hengst 2003 en wordt gelijk gesteld aan 2022. In de MKBA wordt aangenomen dat een stormvloedkering gebouwd wordt vanaf 2010 en dus in werking treedt vanaf 2021. Mits de vervroegingen beschreven in Figuur 27 allemaal groter zijn dan 2 jaar betekent dit dat alle verhogingen verschoven worden van 2022 naar 2020. Geactualiseerd naar 2004 is dit een vermeden kost van -10,29 mln. € of een extra kost van 10,29 mln. €.

Indien de voorziene dijkverhoging op een later tijdstip plaats heeft, betekent dit dat de verhoging een groter aantal jaren vervroegd moet worden en dat de kost dus toeneemt. Als in het nulalternatief de verhoging plaats vindt in 2050 neemt de geactualiseerde kost toe tot 45,01 mln. €.

Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat dit een sterk vereenvoudigende berekening is.

Vermeden risico Nederland

In dit punt wordt het toegenomen risico ingeschat van de verhoging van de stormvloedstand in de Westerschelde, rekening houdend met het vervroegd uitvoeren van de dijkverhoging.

Net als voor de Overschelde zijn ook voor de stormvloedkering simulaties gebeurd van overstromingen bij stormen van 1/4000 en 1/10000. Dit is weliswaar niet gebeurd voor andere dijkringen, omdat het waterstandsverhogend effect daar beperkt is. Enkel voor dijkkring 31, waar de invloed op de waterstand het grootst is en ook de vermeden schade bij berekeningen voor een Overschelde het grootst was, zijn de nodige simulaties gebeurd. De waterstands-berekeningen hiervoor zijn afkomstig van IMDC.

Voor de stormvloedkering is de inschatting van het effect beperkt tot dijkkring 31. Op basis van de andere informatie mogen we afleiden dat de schade voor de andere dijkringen verwaarloosbaar is. In vergelijking tot de berekeningen van vermeden schades van de Overschelde is het effect bij een stormvloedkering in Nederland veel kleiner. Indien men ook nog de bedenking maakt dat de waterstanden het meest beïnvloed worden bij dijkkring 31 kan het toegenomen risico voor andere dijkringen verwaarloosbaar genoemd worden. Dit wordt dan ook niet meegenomen in de berekeningen. Voor een storm van 1/4000 in 2100 wordt een toeslag gerekend van 40% op de vermeden schade voor 1/4000 in 2000. Dit komt overeen met de stijging voor een storm van 1/10000 van 2000 naar 2100.

> **Figuur 28:** Schade in dijkkring 31 met en zonder de aanleg van een stormvloedkering bij een bresdiepte van 5m onder de maaiveldhoogte en met het begeven van secundaire keringen

Dijkkring	Storm	Schade zonder SVK	Schade met SVK	Toegenomen schade
31	1/4000e 2000	€ 855.544.260	€ 932.527.018	€ 76.982.758
31	1/10000e 2000	€ 1.004.601.748	€ 1.081.382.305	€ 76.780.557
31	1/10000e 2100	€ 1.389.547.612	€ 1.521.001.444	€ 131.453.833

Bron: Schadeberekeningen HKV, waterstandsberekeningen IMDC, prijspeil 01-01-04

Gezien uit vorige berekeningen bleek dat de verhoging van de dijken vervroegd wordt van 2030 naar 2020 en vermeden risico enkel van toepassing is in die jaren waar de dijkhoogte gelijk is, speelt dit effect vanaf 2030. Risico wordt berekend door de aangepaste risicoformule voor Nederland. Er wordt dus vanuit gegaan dat vanaf 1/4001 er overstromingen optreden als gevolg van dijkdoorbraak. In werkelijkheid zal dit waarschijnlijk niet het geval zijn. Zo wordt bijvoorbeeld door Rijkswaterstaat Zeeland ingeschat dat de kans op dijkdoorbraak 10 keer kleiner is als de beschermingsgraad. In die zin is deze inschatting voor toegenomen risico een maximum inschatting en eerder een aftoetsing van de grootteorde van dit effect dan een nauwkeurige berekening. Bij een discontovoet van 4% en gemiddelde economische groei is dit een totale negatieve baat of kost van 0,80 mln. € en een restwaarde van 0,08 mln. €. Het toegenomen risico zal dus zeker geen rol spelen in de kosten-batenverhouding van de stormvloedkering.

Merk op dat deze cijfers geen inschatting zijn van de toename van de risico's langs de Westerschelde; op basis van de inschatting van de verwachte toegenomen risico's. Dit zou meer gedetailleerde en geïntegreerde berekeningen vergen. Op basis van de beschikbare informatie kunnen hierover geen betrouwbare uitspraken worden gedaan. Bovenvermelde cijfers kunnen dus ook in geen enkel geval gebruikt worden om kosten van dijkverhogingen af te wegen tegen effecten op risico's.

4.4 Bijkomende effecten van een stormvloedkering op scheepvaart

In Resource Analysis et al. 2004 worden effecten op scheepvaart van een stormvloedkering beoordeeld. Effecten op de scheepvaart bij de keuze voor een stormvloedkering ter hoogte van Oosterweel kunnen zich op vier vlakken voordoen:

- Effecten tijdens de aanleg: ingeschat op 35 dagen obstructie voor alle scheepvaart
- Effecten bij het testen van de werking: ingeschat op 1 keer per jaar gedurende 9 uur is de kering gesloten
- Effecten bij sluiten van de kering bij stormvloeden: ingeschat op 1 sluiting van 50 uren per 2 jaar tot 2050 en 1,5 sluiting van 50 uren per jaar vanaf 2050
- Toekomstige effecten op scheepvaart door diepgangbeperking: De diepgang van 10m wordt ook beperkt door de aanwezigheid van verscheidene tunnels. De stormvloedkering zal dus op zich geen verlies aan optiewaarde met zich meebrengen.

Wanneer de kering niet gebruikt wordt, veroorzaakt zij geen hinder voor de scheepvaart. Enkel effecten op zeescheepvaart en binnenvaart worden in de berekening opgenomen. De impact op passagiersvaart, recreatievaart en werkschepen wordt niet meegerekend.

Op basis van deze parameters wordt de maatschappelijke kost, geactualiseerd aan 4 %, ingeschat op minder dan 1 mln.€.

4.5 Afweging kosten en baten van een stormvloedkering

Dankzij de hoge vermeden risico's in Vlaanderen verdient een stormvloedkering zijn hoge investerings- en wer-  
kingskosten terug op 41 jaar (centrale schatting zeespiegelrijzing, discontovoet van 4% en gemiddeld economisch  
groeiscenario.) Dit is duidelijk minder dan de technische levensduur van 100 jaar. De effecten in Nederland zijn in  
vergelijking met de baten in Vlaanderen heel beperkt.

In paragraaf 4.6 wordt verder nagegaan of deze conclusie ook geldt bij andere aannames.

> **Figuur 29:** Overzicht kosten en baten stormvloedkering bij 4% discontovoet en gemiddeld economische groeiscenario

<b>Kosten tot 2100</b>		
Investeringskosten	336,53	mln. €
Onderhoud en beheer	50,82	mln. €
Totaal kosten	387,35	mln. €
<b>Veiligheidsbaten tot 2100</b>		
Vermeden kosten VL	1,22	mln. €
Vermeden kosten NL	-10,29	mln. €
Vermeden risico schade VL	737,28	mln. €
Vermeden risico schade NL	-0,80	mln. €
Totaal veiligheidsbaten	727,40	mln. €
<b>Bijkomende effecten tot 2100</b>		
Scheepvaart	-0,74	mln. €
Natuurbaten	0,00	mln. €
Totaal bijkomende effecten	-0,74	mln. €
<b>Netto baten tot 2100</b>	<b>339,30</b>	<b>mln. €</b>
Restwaarde na 2100	141,43	mln. €
<b>Netto baten totaal</b>	<b>480,73</b>	<b>mln. €</b>
<b>Verdisc. terugverdientijd</b>	<b>41</b>	<b>jaar</b>

\* Centrale schatting van de kosten, op basis ramingen IMDC

4.6 Gevoeligheidsanalyse op resultaten

In Figuur 30 wordt het basisscenario met de verschillende discontovoeten en economische groeiscenario's geanaly-  
seerd. Het centrale scenario van 4% met gemiddelde economische groei komt overeen met het scenario, beschreven  
in de vorige paragraaf. Een lagere discontovoet betekent dat de belangrijkheid van kosten en baten die later voor-  
vallen, toeneemt. Dit betekent dat vooral de veiligheidsbaten zullen toenemen in verhouding met de kosten en dat  
de netto baten tot 2100 (en vooral de restwaarde) zullen stijgen. Een hogere economische groei wil zeggen dat de  
maatschappij (aantal woningen, bedrijven) sneller evolueert, waardoor de schade bij overstromingen in de loop der  
tijd sneller toeneemt en dus de veiligheidsbaat van een stormvloedkering ook sneller groeit. Een restwaarde van  
oneindig komt voor als de economische groei in combinatie met de groei door het broeikas effect groter is dan de  
discontovoet waardoor het belang van kosten en baten verder in de tijd toeneemt. Een oneindige tijdshorizon leidt  
dan ook tot oneindig grote baten. Dit wijst er niet op dat alle projecten kunnen terugverdiend worden bij deze  
veronderstellingen, maar vooral dat bij deze randvoorwaarden het niet aan te raden is om te werken met een lange  
tijdshorizon. Daarom worden ook de baten tot 2100 apart gerapporteerd en wordt er een verdisconteerde terugver-  
dientijd berekend.

> **Figuur 30:** Overzicht kosten en baten stormvloedkering Oosterweel in mln.€, basisscenario bij verschillende groeiscenario's en  
discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.292,52	576,74	-52,40
Restwaarde (mln. €)	665,55	237,93	11,72
Terugverdientijd (jaar)	28	34	/
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	835,70	340,04	-95,83
Restwaarde (mln. €)	395,09	141,43	7,00
Terugverdientijd (jaar)	33	41	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	217,24	8,72	-163,69
Restwaarde (mln. €)	121,72	43,72	2,18
Terugverdientijd (jaar)	50	76	/

Opm. Centrale schatting van de kosten, op basis ramingen IMDC

Bij de bespreking van de kosten van de stormvloedkering, werd duidelijk dat de raming van de investeringskost van  
de Bouwdienst voor dit project ongeveer 80 mln. € hoger is dan deze gemaakt voor de PlanMER van het Sigmaplan.  
Ook de geraamde onderhoudskosten lagen iets hoger. Toepassing van deze ramingen zal het project minder gunstig  
maken en dit is dan ook terug te vinden in Figuur 31. Terugverdientijden nemen afhankelijk van de discontovoet en  
economische groei toe met minimum 4 jaar. Deze kostenschatting verandert evenwel niet de teneur van de con-  
clusies.

> **Figuur 31:** Overzicht kosten en baten stormvloedkering Oosterweel in mln. €, kostenraming Bouwdienst bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.211,16	513,40	-85,18
Restwaarde (mln. €)	700,66	249,26	12,13
Terugverdiëntijd (jaar)	32	38	/
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	755,25	277,46	-128,14
Restwaarde (mln. €)	414,89	147,82	7,23
Terugverdiëntijd (jaar)	37	46	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	138,74	-52,20	-194,97
Restwaarde (mln. €)	127,15	45,47	2,25
Terugverdiëntijd (jaar)	58	/	/

Opm. Centrale schatting van de kosten, op basis ramingen Bouwdienst

Een andere grote aanname die gebeurt in het basisscenario is deze voor het broeikaseffect of de stijging van de zeespiegel. In het basisscenario wordt aangenomen dat de stijging tussen 2000 en 2100 60 cm bedraagt. Het is ook interessant om te kijken hoe de verhouding van de kosten en baten evolueert indien deze stijging 30 of 90 cm bedraagt. Concreet betekent dit dat het tijdstip waarop de berekende schade voor 60 cm zeespiegelstijging voorvalt, resp. verlaat of vervroegt in de tijd. Een beperking van de zeespiegelstijging van 30 cm maakt de stormvloedkering onrendabeler of oninteressant. Bij de centrale schatting voor discontovoeten en economische groei evolueert de terugverdiëntijd in de richting van de technische levensduur. Enkel bij hoge economische groei en lage discontovoeten blijven de terugverdiëntijden interessant.

Een zeespiegelstijging van 90 cm doet de terugverdiëntijd dalen, bijvoorbeeld met ongeveer 8 jaar voor de centrale schatting. Maar zelfs in dit geval blijft een hoge economische groei noodzakelijk om de kosten terug te verdienen indien een discontovoet van 7 % wordt gehanteerd.

> **Figuur 32:** Overzicht kosten en baten stormvloedkering Oosterweel in mln. € , zeespiegelstijging 30 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	450,64	97,77	-176,36
Restwaarde (mln. €)	370,07	131,73	6,41
Terugverdiëntijd (jaar)	48	64	/
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	198,28	-33,90	-201,06
Restwaarde (mln. €)	219,22	78,14	3,82
Terugverdiëntijd (jaar)	58	87	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	-145,36	-219,38	-239,89
Restwaarde (mln. €)	67,22	24,05	1,19
Terugverdiëntijd (jaar)	/	/	/

Opm. Centrale schatting van de kosten, op basis ramingen IMDC

> **Figuur 33:** Overzicht kosten en baten stormvloedkering Oosterweel in mln.€, zeespiegelstijging 90 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.971,69	929,02	6,00
Restwaarde (mln. €)	1.031,28	366,80	17,84
Terugverdiëntijd (jaar)	23	27	74
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.312,22	588,82	-55,21
Restwaarde (mln. €)	610,58	217,51	10,63
Terugverdiëntijd (jaar)	26	33	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	422,84	114,98	-150,06
Restwaarde (mln. €)	187,09	66,90	3,31
Terugverdiëntijd (jaar)	40	54	/

Opm. Centrale schatting van de kosten, op basis ramingen IMDC

#### 4.7 Conclusie

De stormvloedkering bij Oosterweel vergt een investering van 500 tot 600 mln. € (in 2004), en leidt tot de hoogste veiligheidsbaten in Vlaanderen (+ 700 miljoen €, geactualiseerd 2004, 4%). Deze relatief hoge baat is vooral te wijten aan het effect van de zeespiegelstijging, waardoor bijvoorbeeld de door een stormvloedkering vermeden schade bij een 100-jarige storm tien keer hoger is in 2100 in vergelijking tot 2000 (zonder rekening te houden met economische groei).

Omdat de stormvloedkering leidt tot de verhoging van stormvloedstanden in het oostelijk deel van de Westerschelde moet de dijkverhoging in Nederland vroeger worden uitgevoerd, wil men de norm van 1/4000 behouden, wat leidt tot een extra kost van 10 miljoen Euro. De effecten op de scheepvaart bij aanleg, testen en gebruik zijn miniem.

De slotsom is dat de stormvloedkering bij aanleg in 2010 zijn kosten kan terugverdienen op 41 jaar bij de centrale basisschatting, dus ruim korter dan zijn geschatte levensduur van 100 jaar. De veiligheidsbaten zijn evenwel gevoelig voor veronderstellingen in de berekeningen (invloed ritme stijging zeespiegel, economische groei, discontovoet) zodat de rendabiliteit van deze investering niet altijd gewaarborgd is. Vooral een hogere discontovoet (7%) maakt dat een stormvloedkering zich moeilijker kan terugverdienen. In dit geval zou een hoge economische groei en een snellere stijging van de zeespiegel noodzakelijk zijn.

#### 5.1 Omschrijving

De Overschelde is een verbinding tussen de Westerschelde en de Oosterschelde. Bij stormvloed kan het teveel aan water in de Westerschelde en de Zeeschelde opgevangen worden in de Oosterschelde. Dit leidt tot een verlaging van de waterstanden in het Oosten van de Westerschelde en de Zeeschelde. De Overschelde heeft dus een positief effect op de veiligheid voor zowel Nederland als België.

De Overschelde bestaat uit een kanaal en een doorlaatmiddel, nodig om het gebruik van de Overschelde te regelen. Er zijn verschillende projectvarianten mogelijk voor het realiseren van de hoofddoelstelling van de Overschelde, met name een verlaging van hoogwaterstanden bij stormvloed. De dimensie van het kanaal en het doorlaatmiddel kunnen variëren zodat de hoogwaterpiek in de Westerschelde van 0,3 tot 0,5 meter afgetopt kan worden. Om dergelijke waterstandsverlagingen te realiseren moet een kanaal gegraven worden van 4,2 km lengte<sup>12</sup>, 800 tot 1200 meter breed en 6 tot 8 meter diep<sup>13</sup>.

Basisvariant : De variant die hier onderzocht wordt en die ook als beste variant aangeraden wordt in Svasek et al. 2003 is de oostelijke variant bij Bath met een overlaat met een diepte van -4m NAP en van 500 m breed. Een impressie hiervan en de locatie zijn terug te vinden in Figuur 34 en Figuur 35. Deze afmeting leidt tot een waterstandsverlaging bij Bath van 0,66 m bij een storm van 1/4000 jaar in 2000. De lengte van het kanaal in Bath is 4200 m en de breedte is 700 m. De verbinding mondt uit in de Oosterschelde, in het 'Verdronken Land van Zuid-Beveland'. Voor een efficiënte afvoer van water richting Oosterschelde moet de verbinding in dit ondiepe deel worden doorgetrokken. Het gaat hier over een afstand van 2500 m.

Basisvariant + natuurcompensatie : Omdat bij de aanleg van de Overschelde, natuurgebied in het Verdronken land van Zuid-Beveland verloren gaat, dient er ook natuurcompensatie in de vorm van natte natuur te gebeuren. Aanvullend op de Overschelde als veiligheidsproject wordt daarom natuurcompensatie ter grootte van 100 ha toegepast. In de technische schets van de Overschelde is aan weerszijden van het kanaal een strook van 240 m inter-getijdengebied voorzien, totaal ca 160 ha. Dit dient als erosiebuffer om de nieuwe Deltadijken langs de Overschelde veilig te stellen maar is tevens natuurgebied. Samen wordt op deze wijze 260 ha natuur gecreëerd. Deze variant wordt niet apart geëvalueerd omdat de invloed op de kosten beperkt is en omdat het onduidelijk is in welke mate we deze natuur – naast de compensatie – nog bijkomende baten mogen toeschrijven.

Onmiddellijke en uitgestelde aanleg : we evalueren de Overschelde bij aanleg in 2010 (start bouw) en als project-variant wordt de Overschelde bij aanleg in 2050 bekeken.

In deze studie wordt enkel gekeken naar de gebruiksvaariant van de Overschelde met het oog op veiligheid tegen overstromen. Er wordt geen evaluatie gemaakt van de kosten en baten van de Overschelde indien zij zou gebruikt worden om een permanente uitwisseling van water tussen Westerschelde en Oosterschelde mogelijk te maken.

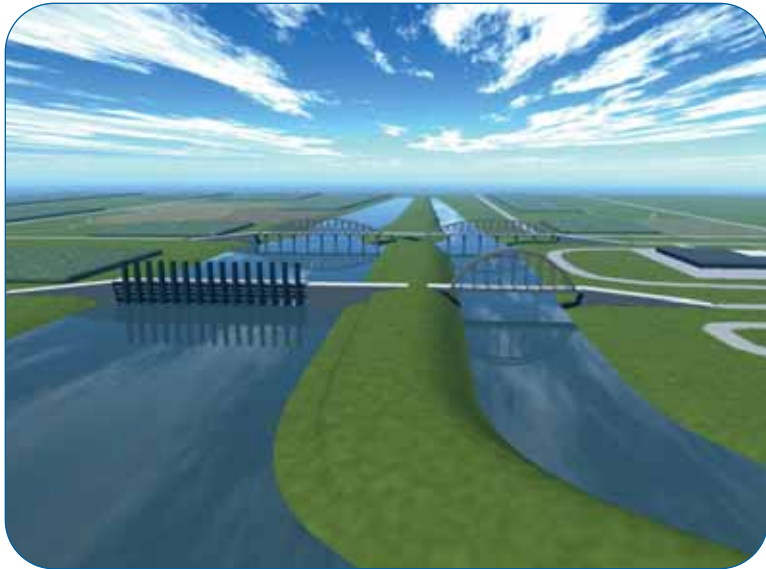


12. Voor locatie bij Bath

13. Meer informatie vindt men in de steekkaart Overschelde (ProSes 2003)



> **Figuur 34:** Impressie van een Overschelde bij Bath



> **Figuur 35:** Onderzochte locaties Overschelde en Stormvloedkering MKBA



**5.2 Inperking van het studiegebied tot de Westerschelde en Vlaanderen en tot MKBA op hoofdlijnen**

Volgens het kwaliteitsoordeel van de Bouwdienst ontstijgen de uitgewerkte ideeën over de Overschelde niet het niveau van schets idee. Dit impliceert dat de kosten van de Overschelde maar kunnen ingeschat worden op een ruwe wijze (zie verder). Bovendien zijn de potentiële effecten van de Overschelde op de omgeving zeer groot. Daarom is zowel het studiegebied van de effecten van de Overschelde ingeperkt, en worden de kosten en baten enkel op hoofdlijnen ingeschat. In het licht van bovenstaande opmerkingen en rekening houdend met de hoge kosten, is de doelstelling van de MKBA op hoofdlijnen om te toetsen of de Overschelde in gunstige omstandigheden een interessant projectalternatief kan vormen.

In dit licht is het studiegebied in een eerste fase ingeperkt tot de Westerschelde en Vlaanderen. Dit impliceert dat er de bespreking van de Overschelde geen rekening wordt gehouden met de effecten in de Oosterschelde. Het betekent niet dat men daar geen effecten mag verwachten.

Door de bouw van de Oosterscheldekering zijn de dijken van de Oosterschelde niet op Deltahoogte gebracht. Bij vulling van de Oosterschelde via de Overschelde dient rekening gehouden te worden met eventuele dijkverhogingen in dit gebied. Daarnaast is de bediening van de Oosterscheldekering bij wet vastgelegd en kan de Oosterschelde als opvangbekken dienen om andere problemen rond waterhuishouding op te lossen (zoals pieken in afvoer van water vanuit de grote rivieren).

Ook eventueel schadelijke milieueffecten op de Oosterschelde (visvangst, natuur) worden niet in rekening gebracht.

Al deze effecten kunnen eventueel bestudeerd worden in een verdere studiefase indien uit deze MKBA kan besloten worden dat de Overschelde een gunstig projectalternatief blijkt te zijn.

5.3 Kosten van de Overschelde

In opdracht van ProSes is een kostenraming gebeurd van de Overschelde door de Bouwdienst Rijkswaterstaat. De kostenopstelling is gebaseerd op de project ramingen infrastructuur systematiek

> **Figuur 36:** Kostenraming Overschelde (centrale schatting volgens PRI systematiek)

Onderdeel	Raming in mln. €
Verwerving gronden, gebouwen en kosten compensatie	81
Bouwrijp maken	21
Tijdelijke werken	47
Bruggen, 1300 m	238
Kering, 600 m	585
Dijken, ca 10 km	20
Baggeren Overschelde kanaal	209
Verkeersmaatregelen	10
Waterhuishouding	18
Bijkomende kosten	31
Onvoorzien (15%)	188
Verschuiving ("scheefte")	122
Totaal excl. BTW	1.570

Bron: Bouwdienst Rijkswaterstaat, 2004a

De hierboven aangegeven kosten zijn exclusief kosten voor dijkverhogingen in de Oosterschelde, natuurcompensatie en overige ontwerponzekerheden. De voornaamste kosten zijn het bouwen van de kering, die met zijn 600 m breedte groter is dan de stormvloedkering te Oosterweel, het baggeren van het kanaal en de aanleg van bruggen voor een autosnelweg, een nationale weg, een spoorlijn en allerhande leidingen.

De bouwtijd wordt geschat op 6 jaar en de investeringsbedragen kunnen uniform over die jaren verdeeld worden. Deze bouwtijd is krap, zeker indien we dit vergelijken met de ramingen voor de projecten op Vlaams grondgebied, waarbij uitgegaan wordt van een jaarlijks budget van 50 mln. €.

Voor beheer en onderhoud is de inschatting gemaakt dat die ca. 2% van de nieuwbouwkosten per jaar bedragen of 30 mln. €.

Volgens het kwaliteitsoordeel van de Bouwdienst ontstijgen de uitgewerkte ideeën over de Overschelde niet het niveau van schets idee, zodat de kostenramingen zeer onzeker zijn. Daarenboven zijn er een reeks uitgangspunten gehanteerd die de kosten drukken maar die mogelijk niet haalbaar zijn (kostenloze afname van afgegraven grond) of grote gevolgen hebben op de omgeving (verder uitspoelen van het kanaal). T.o.v. de PRI-raming wordt daarom een bandbreedte aangegeven van -25% (indien een kleinere Overschelde kan volstaan) tot +100% in functie van de te verwachten complicaties van het project, inclusief de omgeving. We kunnen hierbij evenmin uitsluiten dat de totale kost groter is dan 3100 mln. €.

In de kosten batenanalyse is de centrale PRI waarde verder gehanteerd om te toetsen of de Overschelde een interessante kosten-batenverhouding kan genereren. In deze zin beoordelen we de Overschelde onder de meest gunstige omstandigheden.

In het licht van deze totale onzekerheden zijn deze kosten niet verder uitgezuiverd voor compensaties (behoudens BTW) en evenmin gecorrigeerd voor de verwerving van landbouwgronden. Het aandeel van deze kosten in de totale kost is klein. Omdat het kengetal voor de onteigeningskost gehanteerd door de bouwdienst hoger is dan onze inschatting van de maatschappelijke kost van verlies van landbouwareaal leidt dit tot kleine overschatting van de totale maatschappelijke kost, maar deze is verwaarloosbaar in het licht van bovenvermelde onzekerheden.

5.4 Veiligheidsbaten van de Overschelde

5.4.1 Waterstandsverlagende effecten en beschermingsgraad

Voor de waterstandsverlagende effecten van de Overschelde zijn 2 bronnen beschikbaar: Svasek 2003 en IMDC et al. 2003a.

> **Figuur 37:** Waterstandsverlagingen bij storm 1/4000 en 1/10000 in 2000 volgens Svasek 2003 en IMDC et al. 2003a

Locatie	Waterstandsverlaging bij storm ca. 1/4000 jaar		Waterstandsverlaging bij storm ca. 1/10000 jaar	
	IMDC	Svasek	IMDC	Svasek
Bron:				
Vlissingen	0	0	0	0
Hansweert	0.33	0.32	0.35	0.33
Bath	0.59	0.66	0.60	0.67
Prosperpolder	0.60	0.68	0.63	0.68
Antwerpen	0.55	0.66	0.51	0.69
Stavenisse*		-1.67		-1.89

\* Stavenisse ligt langs Oosterschelde, hier wordt de waterstand verhoogd bij werking Overschelde

Voor deze berekeningen zijn dezelfde afwaartse randvoorwaarden en geen windvoorwaarde toegepast. Toch zijn er nog enkele verschillen, vooral te Antwerpen. Dit is mogelijk te verklaren door de verschillende modelopbouw in de Westerschelde en dan vooral van het Vlaamse gedeelte, waar het Vlaamse model veel gedetailleerder is.

In de Svasek-studie is ook een inschatting gemaakt van het waterstandsverhogend effect op de Oosterschelde. Dit maakt duidelijk dat de effecten hier toch aanzienlijk zijn, en dat bij een positieve evaluatie van de Overschelde de effecten op de Oosterschelde zeker verder onderzocht moeten worden.

Voor doorrekening van de effecten in Nederland worden de resultaten van de Nederlandse Svasek-studie verder toegepast, terwijl voor Vlaanderen de berekeningen van IMDC gebruikt worden. Deze werkwijze wordt toegepast omdat voor Vlaanderen berekeningen van IMDC beschikbaar zijn voor alle alternatieven en dit dus een objectieve manier is om alle alternatieven te vergelijken. Ook is de nauwkeurigheid van de Vlaamse modellen hier veel groter. In Nederland worden de waterstanden van Svasek gebruikt voor vermeden kosten en vermeden risico. Uit verkennende berekeningen is gebleken dat het onderscheid in waterstandsverlaging op de Westerschelde tussen de 2 studies geen significant effect heeft op de inschatting van de baten in Nederland.

Deze verlaging van de waterstand betekent dat Vlaanderen beveiligd zal zijn tot een stormtij met een terugkeerperiode van 1000 jaar in het jaar 2050. Omwille van hevige regenafval en hoge debieten in de bovenlopen kunnen daar wel nog overstromingen optreden.

5.4.2 Vermeden kosten Vlaanderen

Door de gerealiseerde waterstandsverlaging in combinatie met de voltooiing van het nulalternatief doen zich geen overstromingen voor bij een stormtij met een terugkeerperiode van 1000 jaar in het jaar 2050. Wanneer deze storm als maatgevend stormtij gebruikt wordt, en de meetkundige plaatsen van de hoogwaters vergeleken worden met de hoogte van de dijken in het nulalternatief kunnen op enkele plaatsen de dijkhoogtes aangepast worden, zonder een beïnvloeding van de beschermingsgraad.

Concreet houdt dit de volgende wijzingen in t.o.v. het nulalternatief, om deze hogere beschermingsgraad van 1/1000 in 2050 te kunnen garanderen:

- De kaaimuur in Antwerpen heeft een vereiste hoogte van 8.50 m TAW, hetgeen een bijkomende verhoging is van 15 cm t.o.v. het nulalternatief.
- Afwaarts Hemiksem is een dijkhoogte van 8.75 m TAW voldoende, opwaarts 8.15 m TAW, evenals op de oude Schelde en de Ringvaart. In vergelijking met de geplande hoogte in het nulalternatief van 8.35 m betekent dit op sommige plaatsen een besparing, op andere plaatsen een meerkost.
- De Rupel en de Beneden Nete hebben een dijkhoogte van 8.25 m TAW. Dit is een verhoging t.o.v. het nulalternatief, waarbij de geplande hoogte 8.00 m bedraagt.
- De grote Nete heeft van in Lier tot aan Heist-op-den-berg een dijkhoogte van 7.85m TAW, opwaarts voldoen de bestaande dijkhoogtes. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8.00m.
- De Dijle heeft afwaarts Rijmenam een dijkhoogte van 8.35 m TAW, opwaarts volstaan de bestaande hoogtes. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8.00m.
- De Zenne heeft afwaarts Weerde een dijkhoogte van 8.4 m TAW, opwaarts voldoen bestaande hoogtes. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8.00m.
- De Durme heeft opwaarts een peil van 7.5 m TAW, afwaarts de brug van de E17, een dijkhoogte van 8.1 m. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8.00m.

De netto vermeden kost van al deze wijziging van het nulalternatief bedraagt 13,27 mln. € (geactualiseerd naar 2004 aan 4 %). Ook de jaarlijkse onderhouds- en beheerskosten zijn 0,14 mln. minder in vergelijking met het nulalternatief.

5.4.3 Vermeden risico Vlaanderen

De bouw van de Overschelde heeft een aanzienlijk effect op de waterstand en dus ook op de veiligheid tegen overstromingen in Vlaanderen. In Figuur 38 wordt voor verschillende terugkeerperiodes en voor waterstanden van 2000 en 2100 vermeden schade en het overeenkomende vermeden risico t.o.v. het nulalternatief weergegeven. De vermeden schade neemt toe naarmate de grootte van de terugkeerperiode stijgt. Uitgedrukt in risico zitten de belangrijkste baten van een Overschelde in 2000 in de bescherming voor terugkeerperiodes 500 tot 2500 en voor het jaar 2100 in de bescherming voor terugkeerperiodes 25 tot 500. Het vermeden risico in 2100 is ongeveer het vijftienvoudige van het vermeden risico in 2000. Deze verhouding illustreert het belang van de stijging van de zeespiegel op de veiligheid tegen overstromingen in Vlaanderen. Hierdoor vertienvoudigt de kans op hoogwaterstanden in 2100 t.o.v. 2000. De schade in 2100 bij een terugkeerperiode van 100 jaar of een kans van voorkomen van 1/100 komt overeen met een waterstand in 2000 bij een terugkeerperiode van 2500 jaar.

> **Figuur 38:** Overzicht vermeden schade en risico in 2000 en 2100 van de Overschelde voor verschillende terugkeerperiodes, zonder correctie voor economische groei in 2100 en zonder verdiscontering, in mln. €

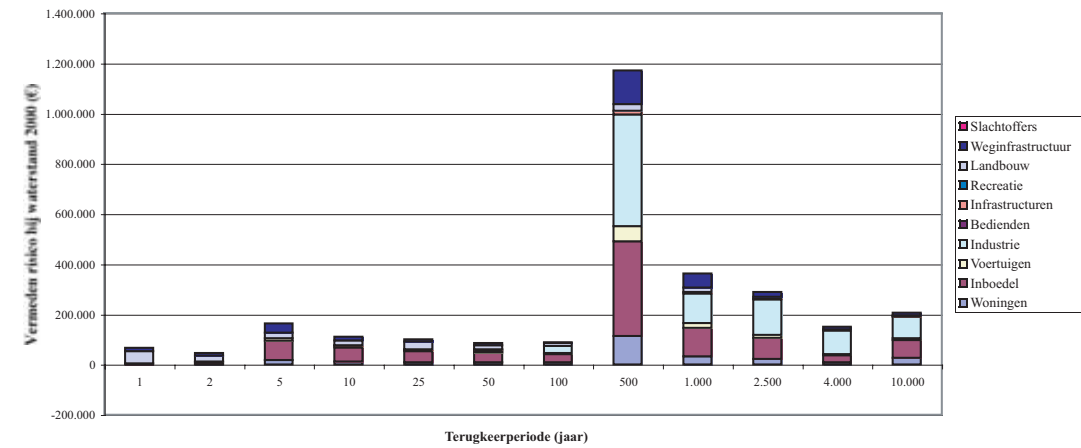
Terugkeerperiode	Referentiejaar 2000		Referentiejaar 2100	
	Vermeden schade	Vermeden risico	Vermeden schade	Vermeden risico
1	0,13	0,07	1,25	0,62
2	0,19	0,05	1,28	0,31
5	1,24	0,16	2,13	0,28
10	1,59	0,11	3,46	0,24
25	3,16	0,10	388,14	12,34
50	6,33	0,09	657,21	8,92
100	9,09	0,09	1.167,48	11,38
500	445,85	1,17	1.637,70	4,30
1000	465,12	0,36	2.258,22	1,75
2500	953,35	0,28	2.893,44	0,86
4000	616,04	0,10	3.250,16	0,52
10000	1.112,15	0,17	3.786,70	0,58
Totaal		2,75		42,11

Bron: Berekeningen IMDC, prijspeil 01 – 01 - 04

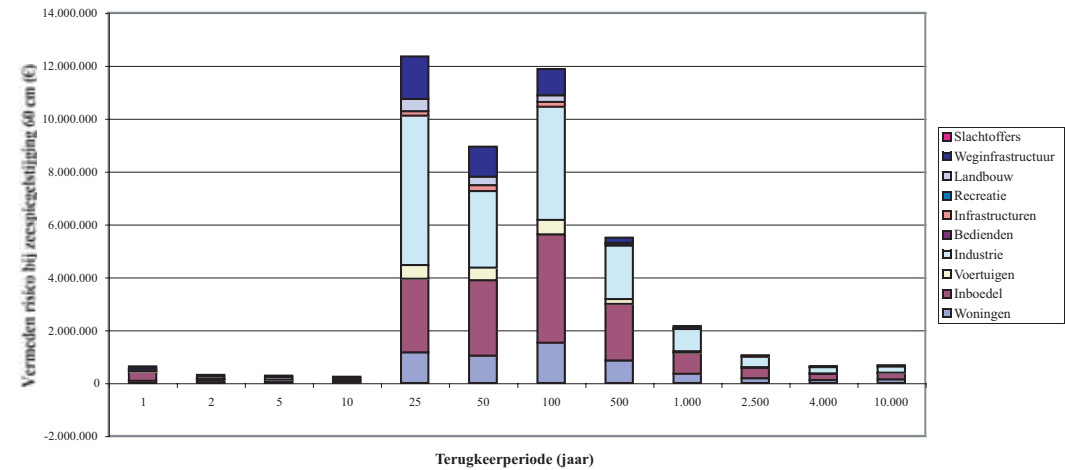
Bij de vergelijking van Figuur 39 met Figuur 40 valt voor 2100 de sterke stijging van vermeden risico op bij stormen met terugkeerperiodes 500 en 1000 jaar. Tot 100 jaar is er een vrij constant verloop en is het vooral weginfrastructuur en landbouwgebieden die bijkomend beschermd worden. Vanaf 100 jaar beginnen woningen en vooral bedrijven een rol te spelen en loopt dan ook de vermeden schade sterk op. In 2100 is ongeveer hetzelfde merkbaar maar dan voor kleinere terugkeerperiodes. Vanaf 25 jaar beginnen bedrijven en woningen een belangrijke rol te spelen en loopt het vermeden risico sterk op.

Het oplopen van het risico bij 10000 jaar in vergelijking met 4000 jaar (zie grafiek) wil niet zeggen dat het belang van de hogere terugkeerperiodes groter dan 4000 jaar terug gaat toenemen. Dit komt vooral omdat 10000 jaar de hoogste bestudeerde terugkeerperiode is, waardoor in dit risico deels effecten van nog hogere terugkeerperiodes die niet meegerekend worden, worden meegenomen. Indien bijvoorbeeld ook 20000 jaar zou worden meegenomen, zou de coëfficiënt in de risicoformule veranderen van 0,0015 naar 0,0008. Hierdoor zou de stijging in risico van 4000 naar 10000 teniet gedaan worden.

> **Figuur 39:** Vermeden risico bij waterstand 2000 van Overschelde voor verschillende schadecategorieën



> **Figuur 40:** Vermeden risico bij waterstand 2100 van Overschelde voor verschillende schadecategorieën



#### 5.4.4 Vermeden kosten Nederland

Door het waterstandsverlagend effect zullen dijkverhogingen die vereist zijn om ondanks het broeikaseffect de wettelijke beveiligingsnorm van 1/4000 te blijven garanderen, uitgesteld kunnen worden. In het nulalternatief omvat dit een eerste aanpassing van de waterkeringen in de periode 2015-2030 (gemiddeld tijdstip 2022). Door de bouw van de Overschelde zal dit tijdstip kunnen verlaagd worden. In de studie van de Bouwdienst (Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004d) wordt een inschatting gegeven van de nieuwe tijdstippen van aanleg voor de geplande dijkverhogingen in de 21ste eeuw. Meer uitleg over de berekeningswijze is te vinden in paragraaf 2.6.2. Bij een discontovoet van 4% zal de grootte van de baat 83,94 mln. € bedragen. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat dit een sterk vereenvoudigende berekening betreft.

Hier wordt ook enkel een eerste dijkverhoging beschouwd. Volgens de Bouwdienst zal er echter een tweede verhoging plaatsvinden in de periode 2065 – 2080. Ook deze verhogingen zouden uitgesteld kunnen worden bij de aanleg van een Overschelde. Als dit effect eveneens in rekening gebracht wordt, neemt de baat tot 2100 toe tot 94,20 mln. €. Omdat er dijkverhogingen uitgesteld kunnen worden tot na 2100 is er ook een restwaarde van 1,57 mln. €. Aangezien de tweede verhoging in een latere periode plaatsvindt dan de eerste, zal uitstel van deze geplande verhoging ook minder bijdragen bij de geactualiseerde baten. Daarom worden ook verdere verhogingen op een nog later tijdstip niet meer beschouwd.

> **Figuur 41:** Overzicht verandering tijdstip dijkverhogingen Westerschelde door aanleg Overschelde, waterstandsverlagingen op basis van Svasek 2003

Dijksegment	Lengte (km)	Verlaging (m)	Uitstel (jaar)
<b>Noordoever</b>			
Vlissingen - Borsele	23,0	0,02	2
Borsele - Ellewoutsdijk	11,0	0,05	7
Ellewoutsdijk-Hoedekenskerke	10,0	0,20	20
Hoedekenskerke-Hansweert	10,0	0,32	32
Kanaalhaven Hansweert	3,5	0,32	32
Poldergebied tussen kanaal en vm veerhaven	1,0	0,32	32
Voormalige veerhaven Kruiningen	1,5	0,32	32
Voormalige veerhaven tot Belgische grens deel 1	10,0	0,50	50
Voormalige veerhaven tot Belgische grens deel 2	10,0	0,67	67
<b>Zuidoever</b>			
Eerste deel Breskens – haven Terneuzen	13,0	0,02	2
Tweede deel Breskens – haven Terneuzen	13,0	0,09	7
Zeewering Terneuzen	4,0	0,10	10
Poldergebied van vm veerhaven tot Terneuzen deel 1	6,0	0,20	20
Poldergebied van vm veerhaven tot Terneuzen deel 2	10,0	0,32	32
Voormalige veerhaven Perkpolder	2,0	0,32	32
Vm veerhaven tot Belgische grens deel 1	10,0	0,50	50
Vm veerhaven tot Belgische grens deel 2	10,0	0,67	67

5.4.5 Vermeden risico Nederland

Naast kostenramingen voor dijkverhogingen, zijn ook de nodige simulaties gebeurd om te beoordelen hoe het risico tegen overstromen afneemt door de bouw van een Overschelde. Simulaties zijn gebeurd bij stormen van 1/4000 en 1/10000 en met verschillende veronderstellingen. Zo zijn berekeningen gebeurd waarbij verondersteld wordt dat ook secundaire keringen (compartimenteringsdijken in het binnenland die vermijden dat bij dijkdoorbraak een groot gebied getroffen wordt) het begeven. Daarnaast zijn nog de nodige variaties gemaakt bij de diepte van de bressen.

De resultaten gegeven in Figuur 42 zijn deze voor een “worst case scenario”, waarbij ook de secundaire keringen het begeven en de bresdiepte tot 5m onder het maaiveld kan gaan. Door deze cijfers toe te passen kunnen we werkelijk spreken van een maximum inschatting. Bresmoment is telkens de topwaterstand bij een storm van 1/4000

in het nulalternatief. Dit betekent dat door een waterstandsverlaging van de Overschelde deze bressen vermeden worden omdat dit peil niet meer bereikt wordt bij eenzelfde storm. De corresponderende schade wordt dan ook 0 voor het projectalternatief. In dijkkring 31, waar het waterstandsverlagend effect van de Overschelde het grootst is, wordt dit peil zelfs niet meer bereikt bij een storm van 1/10000.

Het effect van de zeespiegelstijging is vereenvoudigd ingeschat. Waterstandsberekeningen van SVASEK voor de Overschelde en de huidige situatie in 2100 zijn niet beschikbaar. Daarom zijn ook voor 2100 geen gedetailleerde schadeberekeningen uitgevoerd, maar is de schade ingeschat op basis van de beschikbare informatie. Voor andere alternatieven (de stormvloedkering en de Doel-Hedwige-Prosperpolder) zijn stormvloedstanden voor 2100 wel beschikbaar en konden dus wel berekeningen gebeuren. Hierbij was een stijging van de schade merkbaar tussen 37 en 41%. Daarom wordt voor 2100 voor de Overschelde een toeslag gerekend van 40%. Dit is minder dan de stijging in Vlaanderen (10-voudige), omdat samen met de zeespiegelstijging ook de dijken verhoogd worden en het bresmoment dus uitgesteld wordt<sup>14</sup>.

> **Figuur 42:** Schade bij overstromingen met en zonder Overschelde per dijkkring bij een bresdiepte van 5m onder het maaiveld en met bressen in secundaire keringen

Dijkkring	Storm	Schade zonder OVS	Schade met OVS	Vermeden schade
30	1/4000e 2000	€ 935.016.416	€ 0	€ 935.016.416
30	1/10000e 2000	€ 1.618.815.322	€ 923.763.658	€ 695.051.664
31	1/4000e 2000	€ 865.276.337	€ 0	€ 865.276.337
31	1/10000e 2000	€ 1.140.693.466	€ 0	€ 1.140.693.466
32	1/4000e 2000	€ 1.106.566.702	€ 0	€ 1.106.566.702
32	1/10000e 2000	€ 1.566.062.838	€ 1.276.583.052	€ 289.479.787

Bron: Schadeberekeningen HKV, waterstandsberekeningen SVASEK, prijspeil 01-01-04

Voor de berekening van vermeden risico wordt de aangepaste risicoformule voor Nederland toegepast. Om de belangrijkheid van dit effect af te toetsen zijn veronderstellingen gehanteerd die leiden tot een maximale inschatting van vermeden risico's. Er wordt dus vanuit gegaan dat vanaf 1/4001 er overstromingen optreden als gevolg van dijkdoorbraak. In werkelijkheid zal dit waarschijnlijk niet het geval zijn. Zo wordt bijvoorbeeld door Rijkswaterstaat Zeeland ingeschat dat de kans op dijkdoorbraak 10 keer kleiner is als de beschermingsgraad. Ook het feit dat bij een storm van 1/4000 bij alle dijkkringen schade optreedt en bij een Overschelde geen schade is, is een sterke overschatting van de reële schade. Dit heeft voor gevolg dat vermeden schade in verder afgelegen dijkkringen waar de effecten kleiner zijn, groter is en dat de vermeden schade in deze gebieden bij een storm van 1/4000 groter is dan 1/10000. Om de belangrijkheid van dit effect af te toetsen is dit echter geen slechte benadering.

Zoals eerder beschreven in de methodologie wordt het vermeden risico enkel toegerekend voor de periodes waarin de dijkhoogtes in het projectalternatief en het nulalternatief gelijk zijn. Dit betekent dat er zeker sprake is van vermeden risico van 2016 (ingebruikname) tot 2030 (geplande verhoging). De dijkhoogtes voor dijkkring 30, 31 en 32 zijn terug gelijk vanaf respectievelijk 2055, 2081 en 2058. Dit wordt berekend op basis van het gemiddelde uitstel van de dijkvakken op de breslocaties.



14. In Vlaanderen wordt immers het bresmoment gelijk gehouden, omdat projecten beoordeeld worden die een verantwoord niveau van bescherming moeten bieden gedurende deze eeuw.



Geactualiseerd naar 2004 aan 4% en met een gemiddelde economische groei levert dit een baat op van 10,92 mln. tot 2100 en een restwaarde van 7,79 mln. €.

5.5 Bijkomende effecten van een Overschelde

Zoals besproken in paragraaf 5.2 is voor deze MKBA op hoofdlijnen van de Overschelde het studiegebied ingeperkt. Bij de bespreking van de Overschelde wordt verder geen rekening gehouden met de effecten op de Oosterschelde.

De effecten op landbouw zijn niet in detail bestudeerd. Dit is evenwel geen onderschatting van de maatschappelijke kost van de Overschelde, omdat de kostenschattingen niet zijn gecorrigeerd voor onteigeningskosten van landbouw.

5.6 Afweging kosten en baten van een Overschelde

Bij een afweging van de kosten en baten is het duidelijk dat de grote kost van de Overschelde niet kan terugverdiend worden. De baten tot 2100 bedragen slechts 1/2 van de kosten (centrale PRI schatting), zodat toch wel gesteld kan worden dat een Overschelde geen verbetering is t.o.v. het nulalternatief.

Hoewel de veiligheidsbaten groot zijn, wegen de totale baten niet op tegen de (minimale schatting) van de investerings en onderhoudskosten. Zelfs indien de restwaarde toegevoegd wordt, kunnen bij de centrale schatting deze kosten niet terugverdiend worden. De wetenschap dat de kans reëel is dat dit een onderschatting is van de kosten en dat de effecten in de Oosterschelde niet zijn meegenomen, versterken deze conclusie nog.

> **Figuur 43:** Overzicht kosten en baten van Overschelde bij 4 % discontovoet en gemiddeld economische groeiscenario

<b>Kosten tot 2100</b>	
Investeringen	1.127,43 mln. €
Onderhoud en beheer	469,81 mln. €
Totaal kosten	1.597,24 mln. €
<b>Baten tot 2100</b>	
Vermeden kosten VL	13,27 mln. €
Vermeden kosten NL	83,94 mln. €
Vermeden risico schade VL	651,18 mln. €
Vermeden risico schade NL	10,92 mln. €
Totaal baten	759,32 mln. €
<b>Netto baten tot 2100</b>	
	-837,92 mln. €
<b>Restwaarde na 2100</b>	
	694,23 mln. €
<b>Netto baten totaal</b>	
	-143,69 mln. €
<b>Verdisct. Terugverdientijd</b>	
	niet terug te verdienen

Opm.: Effecten in de Oosterschelde zijn niet meegenomen in deze cijfers, kosten centrale Brieschatting

5.7 Gevoeligheidsanalyse op de resultaten

Gezien de resultaten beschreven in de vorige alinea, zal de gevoeligheidsanalyse vooral gericht zijn op een versoepeling van de randvoorwaarden. Zo wordt afgetoetst of er condities bestaan waarbij een Overschelde mogelijk interessanter kan worden.

Bij aanvang werd vermeld dat discontovoeten 3%, 4% en 7% in combinatie met 3 groeiscenario's onderzocht worden. In Figuur 44 wordt voor het basisscenario een kort overzicht gegeven van de netto baten bij deze verschillende combinaties. Duidelijk is dat een aanleg in 2010 geen interessante optie is. In geen enkel scenario kan de Overschelde zichzelf terugverdienen voor 2100. De cijfers suggereren weliswaar dat de Overschelde rendabel zou kunnen zijn in geval van hoge economische groei en lage discontovoeten, maar deze berekening gaat uit van de minimumschatting van de kosten en neemt geen PM posten mee. Bij andere veronderstellingen kan de Overschelde niet terugverdiend worden, zelfs niet met de reeds zeer gunstige veronderstellingen rond kosten en zonder rekening te houden met de effecten in de Oosterschelde.

Voorts valt op dat bij 3% discontovoet en hoge economische groei de restwaarde oneindig groot is. Dit betekent dat de jaarlijkse stijging door een combinatie van economische groei en broeikaseffect groter is als de discontovoet. Hierdoor zullen baten die verder liggen in de tijd meer meetellen in de netto contante waarde. Als de restwaarde berekend wordt voor een eeuwige levensduur betekent dit dat deze oneindig groot word.

> **Figuur 44:** Overzicht kosten en baten Overschelde in mln. , basisscenario bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	-252,43	-633,55	-799,55
Restwaarde (mln. €)	-5.020,37	2.298,91	20,66
Terugverdiëntijd (jaar)	94	>100 jaar	/
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	-645,16	-837,92	-838,28
Restwaarde (mln. €)	oneindig	694,23	11,22
Terugverdiëntijd (jaar)	/	/	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	-1.178,38	-1.125,58	-899,87
Restwaarde (mln. €)	536,45	111,15	2,99
Terugverdiëntijd (jaar)	/	/	/

Opm: Effecten in de Oosterschelde zijn niet meegenomen in deze cijfers

Een andere interessante gevoeligheid die onderzocht wordt, is deze voor het broeikaseffect. Indien de zeespiegel met 90 cm zou stijgen in 2100 i.p.v. 60 cm zal de kosten-batenverhouding ook gunstig evolueren. In Figuur 45 is echter duidelijk dat dit niet zo'n grote invloed heeft op de netto baten tot 2100 en dat dezelfde conclusies geldig blijven als deze voor de basisveronderstellingen rond de stijging van de zeespiegel.

> **Figuur 45:** Overzicht kosten en baten Overschelde in mln. €, bouw 2010 bij zeespiegelstijging van 90 cm en verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	404,56	-269,06	-713,00
Restwaarde (mln. €)	oneindig	3.577,26	30,46
Terugverdiëntijd (jaar)	73	>100 jaar	/
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	-160,74	-562,22	-767,76
Restwaarde (mln. €)	oneindig	1.046,08	16,52
Terugverdiëntijd (jaar)	91	>100 jaar	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	-926,21	-973,46	-854,43
Restwaarde (mln. €)	805,66	164,82	4,39
Terugverdiëntijd (jaar)	/	/	/

Opm: Effecten in de Oosterschelde zijn niet meegenomen in deze cijfers

5.8 Conclusies

In dit hoofdstuk zijn de kosten en baten van de Overschelde op hoofdlijnen onderzocht. Omdat de idee van de Overschelde niet verder is uitgewerkt dan een schetsidee is de informatie onvoldoende om tot een goed onderbouwde nauwkeurige inschatting van de kosten te komen. De inschatting op basis van de PRI systematiek toont aan dat, in verhouding tot de projectalternatieven, de investerings- en onderhoudskosten zeer hoog zijn (geactualiseerde kost van 1600 mln. €), zelfs als we rekening houden met de benedengrens uit de bandbreedte van -25 % - + 100 % rond deze centrale PRI schatting.

In dit licht is de doelstelling van de MKBA op hoofdlijnen om te toetsen of de Overschelde in gunstige omstandigheden een interessant projectalternatief kan vormen. Op basis van de huidige kennis mogen we besluiten dat onder geen enkele redelijke veronderstelling de Overschelde bij aanleg in 2010 zichzelf kan terugverdienen. Enkel indien alle meest gunstige uitgangspunten samenvallen, zouden de kosten – indien minimaal ingeschat – terugverdiend kunnen worden.

Daarenboven is in deze studie geen rekening gehouden met de verwachte negatieve effecten op de Oosterschelde.

Op basis van deze informatie mogen we besluiten dat de Overschelde geen gunstig projectalternatief is in het kader van veiligheid tegen overstromingen in het Schelde-estuarium.

Kosten en baten van een permanent gebruik van de Overschelde zijn niet onderzocht.

6.1 Omschrijving

In het huidige nulalternatief zijn verhogingen van de bestaande waterkeringen voorzien. De meest traditionele oplossing om het veiligheidsniveau van het nulalternatief te verhogen is het verder ophogen van bestaande keringen. Dit kunnen vergrotingen zijn van het dijklichaam. Maar indien dit wegens ruimtegebrek niet mogelijk is kan geopteerd worden voor een verhoging van de kruin door muurtjes of door beweegbare of wegneembare keringen.

In tegenstelling tot de stormvloedkering of de Overschelde kan men voor dijkverhogingen in theorie oneindig veel varianten en combinaties evalueren. Voor het maken van deze eerste resultaten is één variant doorgerekend. Toch volstaat het doorrekenen van deze variant om hieruit besluiten te trekken m.b.t. hun kosten-batenverhouding in relatie tot de stormvloedkering te Oosterweel.

Het specifieke scenario van dijkverhogingen dat hier beoordeeld wordt, is erop gericht een veiligheid tegen storm-tijen van ongeveer 1/2500 in 2050 te bieden. Dit betekent echter niet dat er geen schade meer kan voorkomen in het studiegebied. Ook bovendebieten spelen hier een rol.

Concreet komt dit overeen met alternatief 2a van de PlanMER voor het Sigmaplan in Vlaanderen en betekent dit dat de volgende dijkhoogtes in Vlaanderen aangelegd worden:

- Afwaarts Antwerpen wordt een dijkhoogte van 9,7 m TAW voorzien. Vanaf Antwerpen tot afwaarts Dendermonde is een dijkhoogte van 9,35 m TAW vereist. Opwaarts Dendermonde is een dijkhoogte van 9,00 m TAW voldoende. De Oude Schelde en de Ringvaart hebben een dijkhoogte van 9,15 m TAW.
- De Rupel heeft een dijkhoogte van 9,35 m TAW.
- De Beneden Nete heeft opwaarts Duffel een dijkhoogte van 9,00 m TAW, afwaarts een dijkhoogte van 9,35 m TAW.
- De Kleine Nete heeft een dijkhoogte van 8,65 m TAW.
- Afwaarts Rijmenam heeft de Dijle een dijkhoogte van 9,35 m TAW, opwaarts Rijmenam zijn de bestaande dijkhoogtes voldoende hoog.
- Te Lier heeft de Grote Nete een dijkhoogte van 8,7 m TAW, opwaarts een dijkhoogte van 8,35 m TAW tot Heist-op-den-Berg. Opwaarts Heist-op-den-Berg zijn de bestaande dijken voldoende hoog.
- Afwaarts Weerde hebben de dijken op de Zenne een hoogte van 9,35 m TAW, opwaarts zijn de bestaande dijken voldoende.
- Opwaarts heeft de Durme een dijkhoogte van 7,5 m TAW, halverwege de brug van de E17 en Waasmunster is een dijkhoogte van 9,3 m TAW vereist tot aan de monding.

In Nederland verloopt de aanleg van dijkverhogingen volgens hetzelfde schema zoals voorzien is in het nulalter-natief. Dit betekent dat er geen onderscheidende effecten zijn tussen dit alternatief en het nulalternatief in Nederland.

6.2 Kosten van dijkverhoging

Het alternatief dijkverhoging is min of meer een uitbreiding van de nog uit te voeren werkzaamheden van het nulalternatief. In plaats van dijken te verhogen tot Sigmahoogte, worden ze nu verhoogd tot een hoogte die een bescherming kan bieden tegen stormtijden met een terugkeerperiode van 2500 in 2050. Men kan dus niet echt spreken van projectkosten van dit alternatief en kosten die men kan vermijden in het nulalternatief. Onder kosten wordt in dit geval de bijkomende kosten voor de verdere ophoging verstaan.

> **Figuur 46:** Kosten dijkverhoging 1/2500 en vergelijking met kosten nulalternatief in Vlaanderen

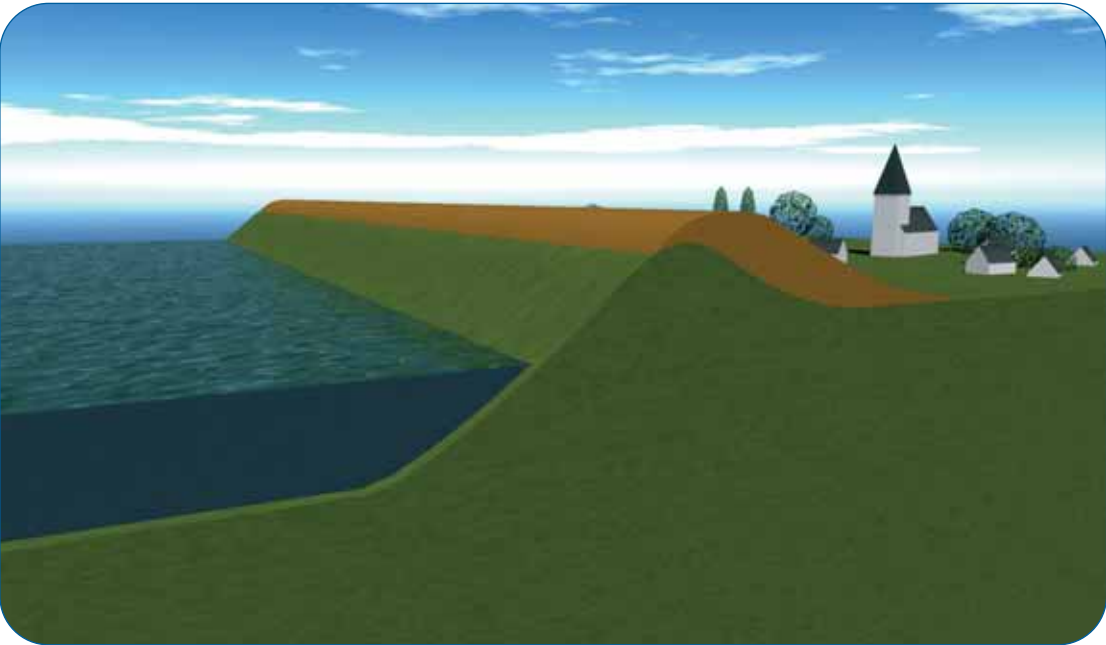
Locatie/Kostenpost	Kost nulalternatief (mln. €)	Kost dijkverhoging 1/2500 (mln. €)	Toegenomen kost (mln. €)
Schelde	83,68	168,10	84,42
Rupel	4,78	20,30	15,52
Dijle	4,73	31,46	26,73
Beneden Nete	1,41	19,70	18,29
Grote Nete	1,89	10,91	9,02
Kleine Nete	1,16	8,72	7,56
Zenne	0,00	5,45	5,45
Durme	8,04	20,41	12,37
Uitwateringskokers	12,77	33,41	20,64
Voltooing GOG	21,07	24,01	2,94
Kruikeke-Basel-Rupelmonde			
Renovatie kaaimuur	106,86	112,00	5,14
Antwerpen + waterkering			
Kosten eigen administratie en andere bijkomende kosten (15%)	36,96	68,17	31,21
Totaal	283,34	522,63	239,29

Een toegenomen investeringskost van 239,29 mln. € betekent dat er een bijkomende constructietijd vereist is van 5 jaar, indien we het maximale budget van 50 mln. € per jaar hanteren. Als onderhoudskost wordt eveneens de toegenomen onderhoudskost t.o.v. het nulalternatief genomen. Deze bedraagt 3,97 mln. € per jaar.

6.3 Veiligheidsbaten van dijkverhoging

Het scenario dijkverhoging wijkt niet af van het nulalternatief in Nederland. Ook zullen de bijkomende verhogingen in Vlaanderen geen effect hebben op de waterstand in Nederland. Wat veiligheidsbaten betreft, zijn enkel effecten in Vlaanderen van toepassing.

> *Figuur 47: Dijkverhogingen*



6.3.1 Vermeden kosten Vlaanderen

Omdat bij de kosten van dijkverhoging, reeds gerekend wordt met de toegenomen kost t.o.v. het nulalternatief en dus de vermeden kosten in Vlaanderen hier min of meer al in verrekend zijn, is dit dus niet van toepassing bij het alternatief dijkverhoging.

6.3.2 Vermeden risico Vlaanderen

In Figuur 48 wordt voor verschillende terugkeerperiodes en voor waterstanden van 2000 en 2100 vermeden schade en het overeenkomende vermeden risico t.o.v. het nulalternatief weergegeven. De vermeden schade neemt toe naarmate de grootte van de terugkeerperiode stijgt. Net als bij alle projectalternatieven liggen de vermeden risico's meer dan 10 keer hoger in 2100 t.o.v. 2000, als gevolg van de zeespiegelrijzing.

De vermeden risico's zijn lager dan deze voor de stormvloedkering., wat in de lijn der verwachtingen ligt aangezien het beoogde beschermingsniveau tegen stormtijden lager is. Toch is het verschil met de vermeden risico's van de stormvloedkering vrij beperkt (+/- 10 %). De extra beschermingsgraad van een stormvloedkering komt pas volledig tot uiting bij de grotere terugkeerperiodes in 2100, maar het aandeel in het totale vermeden risico is beperkt. Daarenboven helpt dit alternatief de schade bij deze zwaardere stormen te beperken.

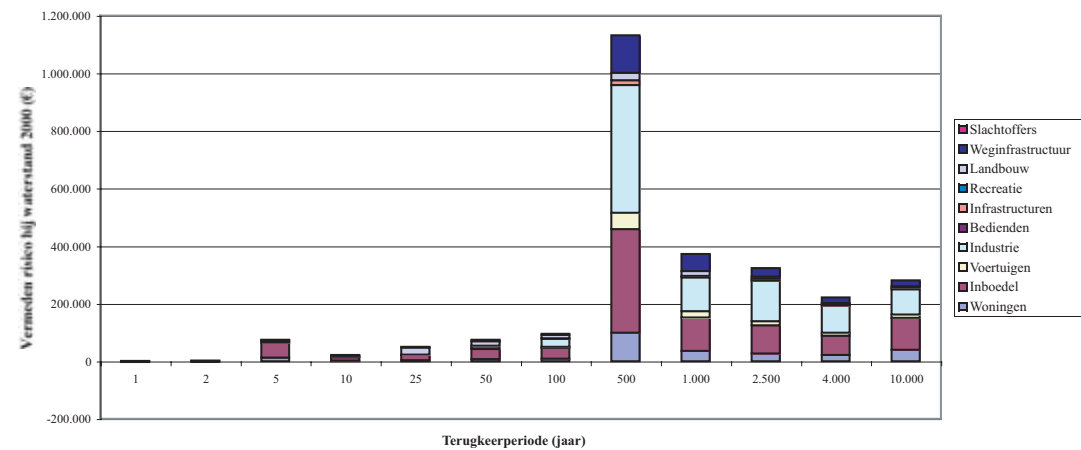
> *Figuur 48: Overzicht vermeden schade en risico in 2000 en 2100 van de Overschelde voor verschillende terugkeerperiodes in mln. , zonder correctie voor economische groei in 2100*

Terugkeerperiode	Referentiejaar 2000		Referentiejaar 2100	
	Vermeden schade	Vermeden risico	Vermeden schade	Vermeden risico
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,01	0,00	0,36	0,09
5	0,57	0,07	1,08	0,14
10	0,31	0,02	1,35	0,09
25	1,56	0,05	388,09	12,34
50	5,47	0,07	640,89	8,69
100	9,77	0,10	1.322,72	12,90
500	430,41	1,13	2.405,30	6,32
1000	473,15	0,37	2.827,90	2,19
2500	1.078,49	0,32	3.118,23	0,93
4000	1.368,95	0,22	3.045,73	0,49
10000	1.867,17	0,29	3.159,38	0,48
Totaal		2,64		44,67

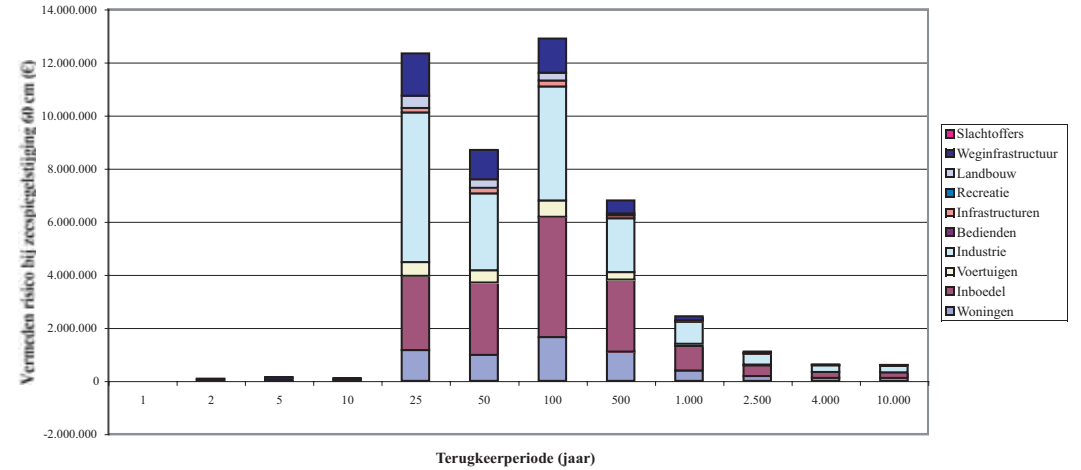
Bron: Berekeningen IMDC, prijspeil 01 – 01 – 04

In Figuur 49 en Figuur 50 komen weer dezelfde patronen als bij de vorige alternatieven naar voor. Het vermeden risico neemt sterk toe vanaf 500 jaar in 2000 en 25 jaar in 2100. Woningen en bedrijven beginnen vanaf dan een grote invloed te spelen. Het relatieve belang van de grootste terugkeerperiodes is niet zo groot.

> **Figuur 49:** Vermeden risico bij waterstand 2000 van dijkverhoging voor verschillende schadecategorieën



> **Figuur 50:** Vermeden risico bij waterstand 2100 van dijkverhoging voor verschillende schadecategorieën



6.4 Bijkomende effecten van dijkverhoging

Voor deze eerste verkenning van kosten en baten zijn de effecten op landbouw als gevolg van onteigening voor verbreding dijklichamen niet apart geëvalueerd, maar wel meegenomen in de projectkosten. Dit heeft geen gevolgen voor de conclusies. ``

De potentiële effecten van verhoging voor bijvoorbeeld de omwonenden zijn niet meegenomen.

6.5 Afweging kosten en baten van dijkverhoging

Bij de afweging van de kosten en baten valt het groot aantal nullen op in Figuur 51. Vermeden kosten in Vlaanderen en veiligheidseffecten van Nederland zijn niet van toepassing bij dit alternatief. Ook van bijkomende effecten op landbouw en natuur is geen sprake. De enige baat is een vermindering van het risico tegen overstromen. Deze baat is wel aanzienlijk en benadert deze van een stormvloedkering. Dit leidt dan ook uiteindelijk tot een vrij lage terugverdientijd van 27 jaar.

> **Figuur 51:** Overzicht kosten en baten dijkverhoging bij 4% discontovoet en gemiddeld economische groeiscenario

<b>Kosten tot 2100</b>	
Investerings	175,72 mln. €
Onderhoud en beheer	64,81 mln. €
Totaal kosten	240,53 mln. €
<b>Baten tot 2100</b>	
Vermeden kosten VL	0,00 mln. €
Vermeden kosten NL	0,00 mln. €
Vermeden risico schade VL	691,14 mln. €
Vermeden risico schade NL	0,00 mln. €
Totaal baten	691,14 mln. €
<b>Netto baten tot 2100</b>	
Restwaarde na 2100	734,32 mln. €
Netto baten totaal	1.184,92 mln. €
Verdisc. terugverdientijd	27 jaar



6.6 Gevoeligheidsanalyse op de resultaten

In de sensitiviteitsanalyse worden wederom dezelfde effecten getoetst als bij de vorige alternatieven. De effecten van een verandering in parameters liggen tussen deze van een stormvloedkering en een overstromingsgebied in. Dit alternatief verdient zich terug in de meeste scenario's. Enkel als voor meerdere parameters tegelijkertijd een minder gunstig uitgangspunt wordt genomen, bijvoorbeeld 7 % discontovoet en lagere economische groei, dan verdient dit alternatief zich niet terug. Bij een snellere stijging van de zeespiegel verdient het zich in alle gevallen terug. Ook bij verandering van de parameters zal dijkverhoging telkens beter scoren dan een stormvloedkering en ongeveer in een zelfde mate scoren dan een gecontroleerd overstromingsgebied (zie later). De terugverdientijd zal wel nog altijd langer zijn dan bij een gereduceerd getijden gebied.

> **Figuur 52:** Overzicht kosten en baten dijkverhoging in mln. €, basisscenario bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. )	1.315,00	662,69	61,39
Restwaarde (mln. )	oneindig	2.462,55	21,59
Terugverdientijd (jaar)	21	24	42
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	907,68	450,61	21,12
Restwaarde (mln. €)	oneindig	734,32	11,72
Terugverdientijd (jaar)	24	27	57
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	353,69	151,54	-43,10
Restwaarde (mln. €)	566,79	116,68	3,12
Terugverdientijd (jaar)	33	40	/

> **Figuur 53:** Overzicht kosten en baten dijkverhoging in mln. €, zeespiegelstijging 30 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	613,69	272,57	-32,46
Restwaarde (mln. €)	oneindig	1.133,79	11,20
Terugverdientijd (jaar)	34	40	/
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	389,88	155,00	-55,57
Restwaarde (mln. €)	23.110,87	362,74	6,10
Terugverdientijd (jaar)	39	47	/
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	83,16	-12,32	-92,87
Restwaarde (mln. €)	282,12	59,78	1,63
Terugverdientijd (jaar)	60	97	/

> **Figuur 54:** Overzicht kosten en baten dijkverhoging in mln. €, zeespiegelstijging 90 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. )	2.016,31	1.052,81	155,24
Restwaarde (mln. )	oneindig	3.828,05	31,99
Terugverdientijd (jaar)	16	18	26
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. )	1.425,47	746,21	97,81
Restwaarde (mln. )	oneindig	1.108,52	17,35
Terugverdientijd (jaar)	17	19	31
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. )	624,21	315,39	6,68
Restwaarde (mln. )	853,06	173,67	4,61
Terugverdientijd (jaar)	23	26	66

6.7 Conclusie

Voor dijkverhoging in Vlaanderen is één van de vele mogelijke scenario's geëvalueerd. In dit onderzochte scenario vergt dijkverhoging een bijkomende investering van 239 miljoen euro. Hoewel de geactualiseerde kost minder dan twee derde bedraagt van de stormvloedkering, zijn de veiligheidsbaten (vermeden risico's) in Vlaanderen maar 5 % lager dan bij de stormvloedkering. Dit is te verklaren omdat de zeer zware stormen met een kleine kans van voorkomen, waartegen de stormvloedkering bijkomend beschermd, maar beperkt bijdragen tot de totale vermeden risico's, terwijl dijkverhoging ook bij deze zware stormen de schade beperkt. Hierdoor daalt de terugverdientijd in de centrale schatting tot 27 jaar.

Dit alternatief blijft zichzelf terugverdienen in de meeste gevoeligheidsanalyses. Als evenwel voor meerdere parameters tegelijkertijd een minder gunstig uitgangspunt wordt genomen, bijvoorbeeld 7 % discontovoet en lagere economische groei, dan verdient dit alternatief zich niet terug.

# RUIMTE VOOR DE RIVIER

## 7.1 Omschrijving

In het geactualiseerde Sigmaplan vertrekt de Vlaamse overheid vanuit de visie van geïntegreerd waterbeheer. Dit wil zeggen dat ze met alle functies van de rivier rekening houdt. Ruimte voor de rivier is hierin een essentieel gegeven omdat men rekening houdt met zowel veiligheid als natuurlijkheid. In een eerste oefening zijn 15.000 ha potentiële gebieden afgebakend. Uit voorstudies blijkt dat voor een substantiële verhoging van de veiligheid ongeveer 4000 ha overstromingsgebied nodig is.

Voor de inrichting van deze gebieden kunnen meerdere mogelijkheden worden bekeken:

- Gecontroleerd overstromingsgebied (GOG): deze gebieden overstroomden slechts een beperkt aantal keer (jaarlijks tot een keer om de tien jaar). In de meeste gevallen kan landbouw in het GOG blijven bestaan. Andere functies (wonen, industrie, ...) zijn niet compatibel met het GOG.
- Invulling van het overstromingsgebied met bestemming natuur,
  - hetzij in de vorm van een wetland, waardoor nieuwe natte natuur wordt gecreëerd,
  - hetzij als een gereduceerd getijdengebied (GGG) waarbij het overstromingsgebied op een gecontroleerde wijze dagelijks aan het getij wordt blootgesteld, zodat slikken en schorren wordt gecreëerd.
- Volledige ontpoldering: via een landinwaartse verplaatsing van de dijken wordt de waterkomberging van de rivier verhoogd. Hier wordt letterlijk ruimte gegeven aan de rivier. Dit alternatief wordt in deze MKBA op hoofdlijnen nog niet beoordeeld.

> **Figuur 55:** Locatie van de 15000 ha potentiële overstromingsgebieden (POG's) langs de Zeeschelde en haar bijrivieren



In tegenstelling tot de stormvloedkering of Overschelde kan men voor ruimte voor de rivier in theorie oneindig veel varianten en combinaties evalueren. Voor het maken van deze eerste resultaten is één variant doorgerekend. Toch volstaat het doorrekenen van deze variant om hieruit besluiten te trekken m.b.t. hun kosten-baten verhouding in relatie tot de stormvloedkering te Oosterweel.

De variant die hier beoordeeld wordt heeft als doel een bescherming tegen stormtijden van 1/1000 in 2050 te halen. Uit eerdere simulaties werd ingeschat welke set van potentiële overstromingsgebieden hiertoe zouden kunnen geselecteerd worden. Dit leidde tot de gebieden opgesomd in Figuur 56, die samen goed zijn voor een kleine 1800 ha overstromingsgebied. We moeten benadrukken dat deze selectie enkel gebruikt wordt voor de evaluatie van de effecten van dit type van maatregelen.

> **Figuur 56:** Geactiveerde overstromingsgebieden in bestudeerd alternatief ruimte voor de rivier

Overstromingsgebied	Oppervlakte (ha)
Hedwigepolder	317
Prosperhaven	164
Doel- en Prosperpolder	543
Oudbroekpolder te Hingene	132
Schelandpolder te Hingene	55
Broekpolder te Hingene	206
Schouselbroek te Steendorp	127
Lippensbroek	24
Zwijn, Grote en Kleine Wal	149
Bunt (Noubroek)	77
<b>Totaal</b>	<b>1794</b>

Deze gebieden worden ingericht als gecontroleerd overstromingsgebied. Dit wil zeggen dat de landbouwfunctie in principe behouden kan blijven. Bebouwde percelen zullen wel onteigend moeten worden. Ook de onteigening van percelen waar ringdijken op gebouwd worden, is vereist. Omdat deze gebieden regelmatig overstroomd zal dit aanleiding geven tot opruimingskosten in het gebied en kosten voor de landbouw binnen het gebied, (verlies van oogsten en eventueel kosten van aanpassing van teelten).

## 7.2 Kosten van overstromingsgebieden

Kosteninschattingen van dit alternatief zijn afkomstig uit IMDC et al. 2004. Voor de bouw van gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) moeten in de eerste plaats de dijken langs de Schelde omgebouwd worden tot overloopdijken. Daarnaast moeten er nieuwe ringdijken geconstrueerd worden. Er zijn bovendien uitwateringsconstructies vereist om het opvangen water bij hoogtij terug te kunnen afdalen bij laagtij. Indien waterlopen doorsneden worden door ringdijken, moeten oplossingen voorzien worden om de afwatering te blijven verzekeren, ook wanneer de GOG's in werking zijn. Hiervoor is de aanleg van pompstations, eventueel in combinatie met wachtbekkens noodzakelijk. In deze raming wordt telkens een pompstation voorzien. Latere studies moeten eventueel uitwijzen of deze pompstations vervangen kunnen worden door goedkopere wachtbekkens. Deze kosten nemen bij een inrichting als gecontroleerd gereduceerd getijdengebied (GGG) toe omdat meer ontwaterings- en uitstromingsinfrastructuur voorzien moet worden.

Voor gebieden, zoals recreatiegebied en voor gebouwen wordt een onteigeningsvergoeding in de kostprijs opgenomen. Bijkomend zijn de nodige afbraakkosten voorzien. Nutsleidingen voor elektriciteit, drinkwater e.d. en verkeersinfrastructuur die door het in te richten gebied lopen, zullen verplaatst moeten worden om een gebied in te richten als overstromingsgebied. Ook dit is in de kostenraming inbegrepen.

Onteigening van landbouwgrond wordt niet meegenomen in de schatting van de maatschappelijke kosten. In plaats daarvan wordt de maatschappelijke kost van het verlies aan landbouwgrond in rekening gebracht. Dit geldt voor alle gebieden in een gereduceerd getijdengebied. In het GOG geldt dit enkel voor landbouwgebied waarop de ringdijken gebouwd worden.

De andere kosten voor landbouw zoals aanpassingskosten, opruimingskosten en oogstverliezen bij overstroming, worden meegenomen in de effecten op landbouw.

Wanneer al deze kostenposten meegerekend worden en onteigening van landbouwgrond niet meegerekend wordt, bekomen we een raming van 169,24 mln. € voor de aanleg als gecontroleerd overstromingsgebied en 178,18 mln. € voor de aanleg als gereduceerd getijdengebied.

De jaarlijkse onderhouds- en beheerskosten bestaan uit exploitatiekosten van de pompstations (personeel en elektriciteit) als ook uit kleinere herstellingswerken en vernieuwing van de pompen na 20 jaar. Dit is omgerekend naar een uniform jaarlijks bedrag van 0,12 mln. €. De onderhoudskosten van de dijken zijn gebaseerd op de huidige onderhoudskosten van AWZ en bevatten maaiwerken, verwijderen van drijvend hout en het basisonderhoud. In totaal zijn er 39 km extra dijken voorzien, hetgeen een onderhoud vergt van 0,63 mln. € per jaar. In totaal veroorzaakt de aanleg van deze nieuwe gecontroleerde overstromingsgebieden dus een extra onderhoudskost van 0,75 mln. € per jaar. Naast deze onderhoudskosten worden voor gereduceerde getijdengebieden beheerskosten aangerekend van 200 € per ha per jaar. Dit resulteert in een totale onderhoudskost voor de gereduceerde getijdengebieden van 1,01 mln. €.

De kosten met betrekking tot het regelmatig overstromen van de gebieden worden besproken onder de hoofding 'effecten op landbouw'.

## 7.3 Veiligheidsbaten van ruimte voor de rivier

Een inrichting van een gebied als gecontroleerd overstromingsgebied of gereduceerd getijdengebied heeft nauwelijks impact op de veiligheidsbaten. Bij de bespreking ervan wordt dan ook geen onderscheid gemaakt naar inrichtingsvariant.

### 7.3.1 Vermeden kosten in Vlaanderen

Door de gerealiseerde waterstandsverlaging in combinatie met voltooiing van het nulalternatief doen zich geen overstromingen voor tot ongeveer een storm met een terugkeerperiode van 1000 jaar in het jaar 2050. Wanneer deze storm als maatgevend stormtij gebruikt wordt, en de meetkundige plaatsen van de hoogwaters vergeleken worden met de hoogte van de dijken in het nulalternatief, kunnen de dijkhoogtes geoptimaliseerd worden zonder een beïnvloeding van de beschermingsgraad.

Concreet houdt dit de volgende wijzingen t.o.v. het nulalternatief in, om deze hogere beschermingsgraad van 1/1000 in 2050 te kunnen garanderen:

- Afwaarts Antwerpen is de voorziene dijkhoogte 9,2 m TAW. In het nulalternatief is dit 11 m TAW tot Oosterweel en 8,35 tot Antwerpen. Dit is netto genomen een besparing van de kosten
- De kaaimuur in Antwerpen heeft een vereiste hoogte van 8,75 m TAW, hetgeen een extra verhoging is van 40 cm t.o.v. het nulalternatief.
- Afwaarts Hemiksem tot Antwerpen is een dijkhoogte van 8,85 m TAW vereist, opwaarts 8,20 m TAW, evenals op de oude Schelde en de Ringvaart. In vergelijking met de geplande hoogte in het nulalternatief van 8,35 m betekent dit op sommige plaatsen een besparing, op andere plaatsen een meerkost t.o.v. het nulalternatief.
- De Rupel heeft een dijkhoogte van 8,20 m TAW. Dit is een verhoging t.o.v. het nulalternatief, waarbij de geplande hoogte 8,00 m bedraagt.
- De Beneden Nete heeft een dijkhoogte van 8,15 m, waarbij de geplande hoogte 8,00 m bedraagt.
- De Dijle heeft afwaarts Rijmenam een dijkhoogte van 8,20 m TAW, opwaarts volstaan de bestaande hoogtes. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8,00m.
- De Zenne heeft afwaarts Weerde een dijkhoogte van 8,2 m TAW, opwaarts voldoen bestaande hoogtes. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8,00m.
- De Durme heeft opwaarts een peil van 7,5 m TAW, afwaarts de brug van de E17, een dijkhoogte van 7,9 m tot Hamme en van Hamme tot aan de monding 8,15 m TAW. In het nulalternatief bedraagt deze hoogte 8,00m.

De netto vermeden kost van al deze wijzigingen van het nulalternatief bedraagt 14,51 mln. €. Ook de jaarlijkse onderhouds- en beheerskosten zijn 0,22 mln. € minder in vergelijking met het nulalternatief.

7.3.2 Vermeden risico in Vlaanderen

In Figuur 57 wordt voor verschillende terugkeerperiodes en voor waterstanden van 2000 en 2100 vermeden schade en het overeenkomende vermeden risico t.o.v. het nulalternatief weergegeven. De vermeden schade neemt stelselmatig toe naarmate de grootte van de terugkeerperiode stijgt. Net als bij alle projectalternatieven liggen de vermeden risico's veel hoger in 2100 t.o.v. 2000, als gevolg van de zeespiegelrijzing.

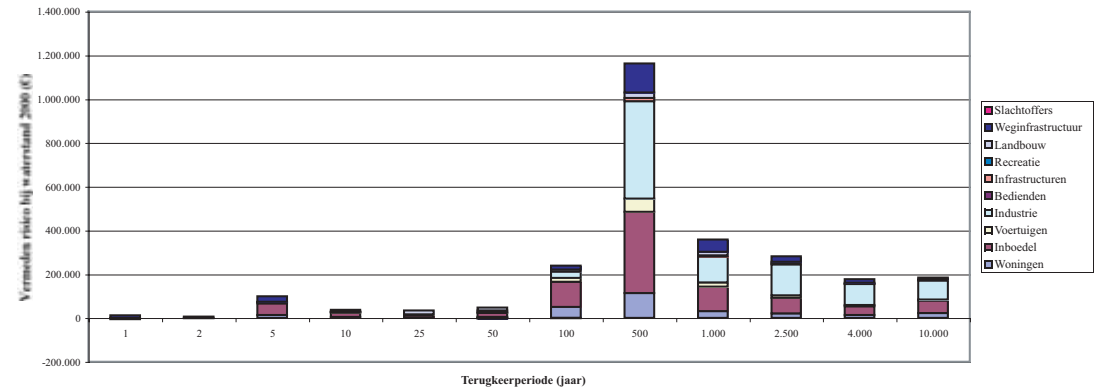
Deze vermeden kosten zijn lager dan deze voor de stormvloedkering en een dijkverhoging, wat in de lijn der verwachtingen ligt aangezien het beoogde beschermingsniveau tegen stormtijden lager is. Toch leidt dit alternatief nog tot vermeden risico's voor zwaardere stormen, omdat ook in die gevallen de schade wordt beperkt.

Deze specifieke combinatie van overstromingsgebieden leidt tot een vermeden risico in Vlaanderen van ruim 600 miljoen euro of 82 % van de effecten van de stormvloedkering.

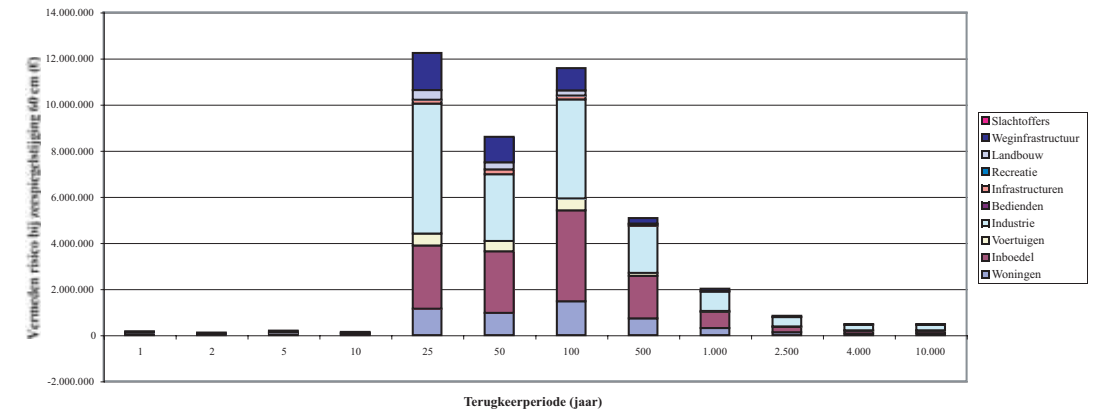
> **Figuur 57:** Overzicht vermeden schade en risico in 2000 en 2100 van ruimte voor de rivier voor verschillende terugkeerperiodes, in mln. €

Terugkeerperiode	Referentiejaar 2000		Referentiejaar 2100	
	Vermeden schade	Vermeden risico	Vermeden schade	Vermeden risico
1	0,01	0,01	0,32	0,16
2	0,02	0,01	0,44	0,11
5	0,75	0,10	1,49	0,20
10	0,54	0,04	1,94	0,14
25	1,08	0,03	383,22	12,19
50	3,25	0,04	629,13	8,54
100	24,51	0,24	1.146,12	11,17
500	442,27	1,16	1.322,28	3,48
1000	455,80	0,35	1.897,98	1,47
2500	755,02	0,22	1.947,56	0,58
4000	845,24	0,14	2.020,15	0,32
10000	866,63	0,13	2.258,89	0,34
Totaal		2,47		38,69

> **Figuur 58:** Vermeden risico bij waterstand 2000 van ruimte voor de rivier voor verschillende schadecategorieën



> **Figuur 59:** Vermeden risico bij waterstand 2100 van ruimte voor de rivier voor verschillende schadecategorieën



7.3.3 Vermeden kosten in Nederland

De aangelegde overstromingsgebieden - en meer bepaald de Hedwigepolder, Prosperhaven en de Doel- en Prosperpolder - zullen een waterstandsverlagend effect hebben op de Westerschelde in Nederland. Net als bij een Overschelde betekent dit dat dijkverhogingen om aan de norm van 1/4000 te voldoen, kunnen uitgesteld worden.

In dit kader wordt weergegeven hoeveel jaar de geplande dijkverhogingen verlaat moeten worden volgens de methode toegepast door de Bouwdienst. Hierbij wordt aangenomen dat gemiddeld 1 cm dijkverhoging vereist is per jaar en dat 1 cm verlaging gelijk staat aan een uitstel van 1 jaar. De verlagende effecten zijn berekend in IMDC et al. 2003 a voor een storm van 1/4000 in 2050.

> **Figuur 60:** Effecten van aanleg overstromingsgebieden Hedwigepolder, Prosperhaven en Doel-Prosperpolder op de waterstanden langs de Westerschelde en op het tijdstip van aanleg van verdere dijkverhogingen

Dijksegment	Lengte (km)	Verlaging (m)	Uitstel (jaar)
<b>Noordoever</b>			
Vlissingen-Borssele	23,0	0,00	0
Borssele-Ellewoutsdijk	11,0	0,00	0
Ellewoutsdijk-Hoedekenskerke	10,0	0,02	2
Hoedekenskerke-Hansweert	10,0	0,03	3
Kanaalhaven Hansweert	3,5	0,03	3
Poldergebied tussen kanaal en vm veerhaven	1,0	0,03	3
Voormalige veerhaven Kruiningen	1,5	0,03	3
Voormalige veerhaven tot Belgische grens deel 1	10,0	0,12	12
Voormalige veerhaven tot Belgische grens deel 2	10,0	0,20	20
<b>Zuidoever</b>			
Eerste deel Breskens – haven Terneuzen	13,0	0,00	0
Tweede deel Breskens – haven Terneuzen	13,0	0,00	0
Zeewering Terneuzen	4,0	0,00	0
Poldergebied van vm veerhaven tot Terneuzen deel 1	6,0	0,02	2
Poldergebied van vm veerhaven tot Terneuzen deel 2	10,0	0,03	3
Voormalige veerhaven Perkpolder	2,0	0,03	3
Vm veerhaven tot Belgische grens deel 1	10,0	0,12	12
Vm veerhaven tot Belgische grens deel 2	10,0	0,20	20

Bij een discontovoet van 4% en ervan uitgaande dat in het nulscenario de dijkverhogingen gepland zijn in 2030, levert dit een baat op van 23,60 mln. €. Deze inschatting van de baat bedraagt ongeveer één vierde van de baat in Nederland van de Overschelde.

7.3.4 Vermeden risico's in Nederland

Net als bij de stormvloedkering zijn ook voor dit scenario enkele overstromingssimulaties gebeurd voor Nederland voor dijkkring 31. De resultaten hiervan zijn te vinden in Figuur 61. Bij een storm van 1/10000 in 2000 bekomen we het vreemde resultaat dat ondanks een waterstandsverlaging de schade lichtjes toeneemt. Dit komt omdat in de vereenvoudigde aanpak zonder interactie tussen bressen en waterstanden op de rivier men niet in staat is om de gevolgen van de beperkte effecten van het overstromingsgebied 'Doel-Hedwige-Prosperpolder' op stormvloed-standen langsheen dijkkring 31 in Nederland adequaat in te schatten. Het zou een geïntegreerde modelsimulatie vereisen om het effect van bresdoorbraak adequaat te kunnen inschatten. Bovendien zijn de effecten te gering om van invloed te zijn op de kosten-batenverhouding. Daarom wordt ook besloten om deze effecten verder niet mee te nemen in de kosten batenanalyse.

> **Figuur 61** Schade in dijkkring 31 met en zonder de aanleg van overstromingsgebied (GOG) Doel-Prosper-Hedwigepolder bij een bres diepte van 5m onder de maaiveldhoogte en met het begeven van secundaire keringen, in €

Dijkkring	Storm	Schade zonder GOG	Schade met GOG	Vermeden schade
31	1/4000e 2000	767.304.269	0	767.304.269
31	1/10000e 2000	900.988.115	902.523.102	- 1.534.987
31	1/10000e 2100	1.246.231.042	1.234.565.604	11.665.438

Bron: Schadeberekeningen HKV, waterstandsberekeningen IMDC, prijspeil 01-01-04

7.4 Bijkomende effecten ruimte voor de rivier

7.4.1 Effecten op landbouw in het GOG

De totale oppervlakte van het in te richten gebied in het onderzochte scenario bedraagt 1794 ha. Hiervan wordt op dit ogenblik 1110 ha gebruikt als landbouwgebied. We onderscheiden twee soorten effecten op landbouw.

Het verlies aan landbouwareaal wordt gewaardeerd aan de maatschappelijke kost van permanent verlies van landbouwareaal. De methode om dit te waarderen is uitgewerkt in paragraaf 2.7.3. Voor de inschatting van de effecten wordt ervan uitgegaan dat de hoogwaardige teelten (bijvoorbeeld fruit) uit het gebied andere teelten buiten het gebied zullen verdringen, wat leidt tot aanpassingskosten en verlies aan landbouwareaal buiten het gebied. Hiervoor rekenen we als maatschappelijke kost de opportuniteitskosten voor verlies aan landbouwproductie en mestafzet en de maatschappelijke kost van verlies van arbeidsplaatsen.

Een tweede effect voor landbouw in het GOG omvatten de kosten verbonden aan het regelmatig overstromen van het GOG. Deze effecten worden bekeken in functie van de huidige teelt, die verschilt van polder tot polder. Bij jaarlijks overstromen wordt ervan uitgegaan dat hoogwaardige teelten zich zullen verplaatsen buiten het GOG. De totale kosten omvatten aanpassingskosten voor de landbouw, oogstverliezen binnen het GOG, opruimingskosten en administratiekosten (landbouw en overheid).



De inschatting van de totale kosten voor landbouw in het GOG zullen dus afhangen van de teeltsoorten in het gebied en van de verwachte overstromingsfrequentie. We moeten ermee rekening houden dat in dit scenario het landbouwgebied voornamelijk de Doel-Hedwige-Prosperpolder omvat, die zeer a-specifiek is voor het geheel van POG's omdat deze polder veel meer hoogwaardige teelten omvat. In die zin zijn deze schattingen een maximale inschatting van het effect op landbouw in het GOG. Anderzijds is de analyse nog niet volledig voor alle beschouwde polders. De resultaten zijn dus niet noodzakelijk representatief voor alle potentiële overstromingsgebieden.

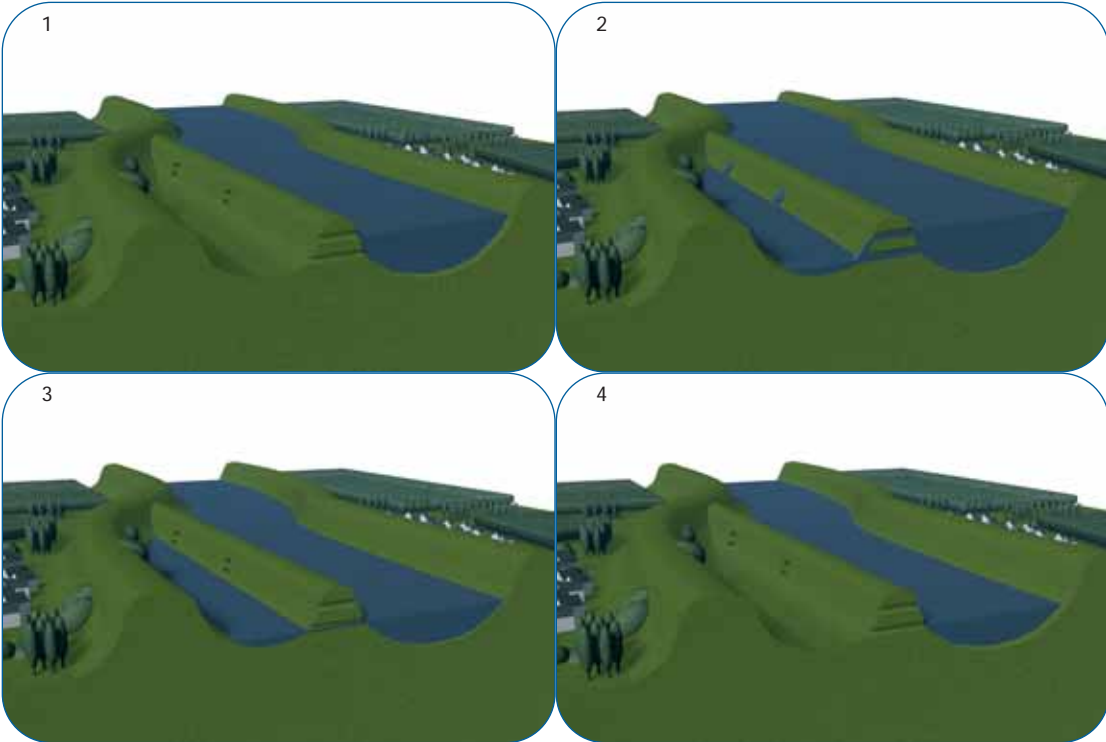
Uiteindelijk leidt dit tot extra geactualiseerde kosten tot 2100 voor landbouw van 15,44 mln. € bij een inrichting als GOG, en onder de vermelde assumpties. (kost tot 2100, restwaarde is 0,76 mln. €). (bij een discontovoet van 4%) Dit verhoogt de totale kosten met ongeveer 13 %. Voor sommige polders resulteert dit in een relatief hoge kost per ha wat erop wijst dat in bepaalde omstandigheden, en voor bepaalde gebieden, het niet evident is dat het behoud van landbouw binnen het GOG de meest kostenefficiënte oplossing is.

7.4.2 Effecten op landbouw in het GGG

Wanneer het overstromingsgebied wordt ingericht als GGG, zal alle landbouwareaal binnen het GGG van bestemming veranderen. Voor de inschatting van de effecten wordt ervan uitgegaan dat de hoogwaardige teelten (bijvoorbeeld fruit) uit het gebied andere teelten buiten het gebied zullen verdringen. Naast deze aanpassingskosten rekenen we de opportuniteitskost van de verdrongen teelten en landbouwareaal. De maatschappelijke kost is dezelfde als deze besproken voor verlies areaal in het GOG.

Als we de kengetallen toepassen op het landbouwareaal van het studiegebied dan leidt dit tot een maatschappelijke kost van 19,31 mln. € tot 2100, met een restwaardes van 0,85 mln. €. (bij een discontovoet van 4%).

> **Figuur 62:** werking en inrichting van een GGG



7.4.3 Natuurbaten

Gebieden inrichten als gereduceerd getijdengebied heeft bijkomende natuurbaten.

De methode om natuurbaten in te schatten en te waarderen is besproken in paragraaf 2.7.4. Bij de uitwerking wordt ervan uitgegaan dat deze baten toepasbaar zijn op het ganse gebied. Voor productie- en regulatiefuncties is dit duidelijk, want ook al worden bijvoorbeeld bestaande natuurgebieden omgezet, dan wordt dit wel netto nieuwe estuariene natuur. Van de 1794 ha uit dit scenario ligt 1025 in een brak water milieu. De overige ha hebben een zoet water milieu. Van deze ha wordt verondersteld dat 40% zal begroeid worden door riet. In het zoet water milieu wordt nog eens 40% begroeid door wilgenbos. Bij regulatiefuncties is vooral de bijdrage m.b.t. nutriënten-verwijdering en sedimentatie belangrijk, ook al speelt dit laatste effect maar beperkt in de tijd mee als baat (15 jaar).

Voor de inschatting van de recreatiebaten van natuurontwikkeling aan de hand van de kengetallen, kunnen we geen onderscheid maken tussen gebieden die zijn omgezet van landbouw naar natuur, of van natuur naar natuur. De kengetallen worden dus toegepast op het gehele gebied.

Omdat de kengetallen enerzijds erg dominant zijn, en anderzijds omstreden en onzeker, wordt de niet-gebruikswaarde niet meegerekend bij deze eerste schattingen.

Voor inrichting als GGG worden de totale geactualiseerde natuurbaten tot 2100 aldus in een eerste benadering ingeschat op 55,63 mln. €. Restwaarde is 1,65 mln. €. (geactualiseerd aan 4 %) Gegeven de uitgangspunten is dit een minimale inschatting van de natuurbaten, aan de hand van kengetallen.

In het verdere verloop van de studie zullen de effecten op recreatie en de niet-gebruikswaarde nauwkeuriger worden ingeschat, o.a. op basis van enquêtes die peilen naar belevingswaarde en niet-gebruikswaarde van natte natuur.

7.5 Afweging kosten en baten ruimte voor de rivier

In Figuur 63 worden kosten en baten t.o.v. elkaar afgewogen voor inrichting als gecontroleerd overstromingsgebied met behoud van de landbouwfunctie en inrichting als gereduceerd getijdengebied met natuurontwikkeling. Zowel de investerings- als de onderhoudskosten zijn iets hoger voor de GGG, wat leidt tot 7 % hogere kosten. De veiligheidsbaten zijn voor beide inrichtingsvarianten identiek en zijn hoog in verhouding tot de kosten. Met ongeveer een derde van de investerings- en werkingskosten worden meer dan 80 % van de veiligheidsbaten van de stormvloedkering in Vlaanderen gegeneerd. In tegenstelling tot de stormvloedkering leidt dit daarnaast ook tot veiligheidsbaten in Nederland.

Ruimte voor de rivier brengt evenwel ook belangrijke kosten en effecten in andere sectoren met zich mee. De maatschappelijke kosten voor effecten op de landbouw verhogen de totale maatschappelijke kosten van de bestudeerde alternatieven met respectievelijk 11% voor het GOG en 13 % voor het GGG. De tabel suggereert dat het effect op landbouw in een GOG ongeveer even groot is dan in een GGG. Deze conclusie mag men evenwel niet

veralgemenen naar alle POG's en onder alle omstandigheden. De resultaten illustreren wel dat het niet noodzakelijk de meest kostenefficiënte oplossing is om in alle GOG's landbouw te behouden, ook als ze jaarlijks overstromen. Daarnaast is er ook visuele hinder voor de direct omwonenden door de aanleg van de ringdijken. Dit schatten we in op een bijkomende 2 % van de maatschappelijke kost.

Ruimte voor de rivier met GGG leidt eveneens tot maatschappelijke kosten door verlies aan landbouwareaal, maar hiertegenover staan de baten van nieuwe natuur. Deze kunnen we evenwel onvolledig inschatten.

Als we ook deze bijkomende effecten meenemen, blijven de scenario's van ruimte voor de rivier de meest interessante terugverdientijden opleveren, van respectievelijk 17 jaar voor de inrichting als GOG en 14 jaar voor de inrichting als GGG. De variant met GGG heeft weliswaar iets hogere kosten en grotere effecten op landbouw wat leidt tot een totale maatschappelijke kost die 9 % hoger is. De bijkomende natuurbaten zorgen ervoor dat de GGG's een kortere terugverdientijd hebben dan een inrichting met GOG's, ook als we geen niet-gebruikswaarde voor natuur meerekenen.

> **Figuur 63:** Overzicht kosten en baten gecontroleerd overstromingsgebied en gereduceerd getijdengebied in miljoen euro bij een discontovoet van 4% en een gemiddelde economische groei

Kosten tot 2100	GOG	GGG
Investeringen	127,56	133,85 mln. €
Onderhoud en beheer	12,77	17,16 mln. €
Totaal kosten	140,33	151,00 mln. €
Veiligheidsbaten tot 2100		
Vermeden kosten VL	15,14	15,14 mln. €
Vermeden kosten NL	23,60	23,60 mln. €
Vermeden risico schade VL	608,99	608,99 mln. €
Vermeden risico schade NL	0,00	0,00 mln. €
Totaal veiligheidsbaten	647,73	647,73 mln. €
Bijkomende effecten tot 2100		
Landbouw	-15,44	-19,31 mln. €
Zicht omwonenden	-2,93	-2,93 mln. €
Natuurbaten		
Regulatie en productie	0,00	54,41 mln. €
Recreatie	0,00	1,21 mln. €
Niet-gebruikswaarde	PM	PM
Totaal bijkomende effecten	-18,36	33,39 mln. €
Netto baten tot 2100	489,03	530,12 mln. €
Restwaarde na 2100	631,07	632,64 mln. €
Netto baten totaal	1.120,10	1.162,76 mln. €
Verdisc. terugverdientijd	17	14 jaar

### 7.6 Gevoeligheidsanalyses voor ruimte voor de rivier

In de gevoeligheidsanalyse worden zowel voor een GOG als voor een GGG dezelfde scenario's getoetst als bij de stormvloedkering. Dit wil zeggen dat gevoeligheden omtrent economische groei, discontovoet, bouwtijd en broeikaseffect getoetst worden. In Figuur 64 tot Figuur 66 gebeurt dit voor een GOG, in Figuur 67 tot Figuur 69 wordt dit gedaan voor een GGG.

#### 7.6.1 Gevoeligheidsanalyses voor GOG's

De gevoeligheidsanalyses tonen aan dat de conclusie dat de variant met GOG zichzelf terugverdient vrij robuust is. Enkel indien voor alle parameters samen de minst gunstige veronderstelling wordt genomen, verdient het project zich (net) niet terug. In alle andere gevallen verdient het zich terug in minder dan 50 jaar.

> **Figuur 64:** Overzicht kosten en baten gecontroleerd overstromingsgebied in mln. €, basisscenario bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten GOG basis

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
Hoge groei			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.281,46	692,23	129,03
Restwaarde (mln. €)	oneindig	2.102,62	18,63
Terugverdientijd (jaar)	15	16	20
Gemiddelde groei			
Netto baten 2100 (mln. €)	927,04	507,40	93,63
Restwaarde (mln. €)	oneindig	631,07	10,11
Terugverdientijd (jaar)	16	17	23
Lage groei			
Netto baten 2100 (mln. €)	444,32	246,23	36,94
Restwaarde (mln. €)	486,74	100,37	2,69
Terugverdientijd (jaar)	19	21	34

> **Figuur 65:** Overzicht kosten en baten gecontroleerd overstromingsgebied in mln. €, zeespiegelstijging 30 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	675,09	354,21	46,76
Restwaarde (mln. €)	oneindig	964,74	9,68
Terugverdiëntijd (jaar)	21	23	38
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	478,92	250,92	26,23
Restwaarde (mln. €)	15.750,45	311,43	5,26
Terugverdiëntijd (jaar)	23	25	50
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	209,52	103,51	-7,10
Restwaarde (mln. €)	241,78	51,36	1,40
Terugverdiëntijd (jaar)	30	35	/

> **Figuur 66:** Overzicht kosten en baten gecontroleerd overstromingsgebied in mln. €, zeespiegelstijging 90cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.887,82	1.030,25	211,29
Restwaarde (mln. €)	oneindig	3.275,68	27,59
Terugverdiëntijd (jaar)	12	12	15
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.375,15	763,87	161,03
Restwaarde (mln. €)	oneindig	953,29	14,96
Terugverdiëntijd (jaar)	12	13	16
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	679,11	388,95	80,98
Restwaarde (mln. €)	733,27	149,47	3,97
Terugverdiëntijd (jaar)	15	16	21

7.6.2 Gevoeligheidsanalyses voor GGG's

Voor een gereduceerd getijdengebied zijn dezelfde trends merkbaar als voor een gecontroleerd overstromingsgebied. Alleen is de kosten-batenverhouding iets gunstiger, en zijn de terugverdiëntijden net iets lager. Dit maakt dat het GGG zich in alle gevallen terugverdiënt.

> **Figuur 67:** Overzicht kosten en baten gereduceerd getijdengebied in mln. €, basisscenario bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.268,50	681,56	122,16
Restwaarde (mln. €)	oneindig	2.104,44	18,70
Terugverdiëntijd (jaar)	13	14	18
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	914,09	496,72	86,76
Restwaarde (mln. €)	oneindig	632,64	10,17
Terugverdiëntijd (jaar)	13	14	19
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	431,36	235,56	30,07
Restwaarde (mln. €)	491,51	101,79	2,74
Terugverdiëntijd (jaar)	15	17	25

> **Figuur 68:** Overzicht kosten en baten gereduceerd getijdengebied in mln. €, zeespiegelstijging 30 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	662,14	343,54	39,90
Restwaarde (mln. €)	oneindig	966,56	9,74
Terugverdiëntijd (jaar)	17	19	28
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	465,97	240,25	19,36
Restwaarde (mln. €)	15.756,05	313,00	5,32
Terugverdiëntijd (jaar)	18	20	34
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	196,57	92,84	-13,97
Restwaarde (mln. €)	246,55	52,78	1,45
Terugverdiëntijd (jaar)	22	25	92

> **Figuur 69:** Overzicht kosten en baten gereduceerd getijdengebied in mln. €, zeespiegelstijging 90 cm bij verschillende groeiscenario's en discontovoeten

Ec. groei/Disc. Voet	3%	4%	7%
<b>Hoge groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.874,87	1.019,58	204,43
Restwaarde (mln. €)	oneindig	3.277,50	27,66
Terugverdiëntijd (jaar)	11	11	14
<b>Gemiddelde groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	1.362,20	753,20	154,16
Restwaarde (mln. €)	oneindig	954,86	15,01
Terugverdiëntijd (jaar)	11	12	15
<b>Lage groei</b>			
Netto baten 2100 (mln. €)	666,15	378,28	74,11
Restwaarde (mln. €)	738,04	150,89	4,02
Terugverdiëntijd (jaar)	13	13	18

7.7 Conclusie

In tegenstelling tot de stormvloedkering of de Overschelde kan men voor ruimte voor de rivier in theorie oneindig veel varianten en combinaties evalueren. Voor het maken van deze eerste resultaten is van elke oplossing één variant doorgerekend, waarbij 1800 ha overstromingsgebieden worden aangelegd. Zij omvatten polders langs de Zeeschelde die volgens eerdere studies een “bescherming” bieden tegen stormtijden met kans 1/1000 jaar in 2050.

Dit scenario vergt de minste investeringen. Bovendien wordt met één derde van de geactualiseerde kosten van de stormvloedkering 82 % van de veiligheidsbaten van de stormvloedkering in Vlaanderen gerealiseerd, plus een bijkomende veiligheidsbaat in Nederland.

Invulling als GOG leidt tot bijkomende maatschappelijke kosten voor de landbouw en visuele hinder voor de omwonenden. Naarmate de zeespiegel stijgt, zullen de overstromingsgebieden steeds vaker overstromen. Dit zal aanleiding geven tot stijgende kosten, zowel voor landbouw (oogstverlies en aanpassingskosten) als voor de overheid (opruimingskosten, administratie). Dit betekent dat op termijn voor sommige polders de kosten van die jaarlijkse overstromingen van een gelijke orde van grootte kunnen worden als deze van volledige onteigening van het overstromingsgebied. Deze conclusie zal echter verschillen van polder tot polder.

Als we alle maatschappelijke kosten meerekenen heeft dit scenario een terugverdiëntijd van 17 jaar.

Ruimte voor de rivier GGG

In het laatste scenario worden dezelfde polders uit het ruimte voor de rivier scenario ingericht als GGG, en worden zij dagelijks aan overstromingen blootgesteld. Dit leidt tot bijkomende investeringskosten en effecten op de landbouw. Daartegenover staat dat deze gebieden natuurbaten realiseren. In deze eerste evaluatie hebben we enkel rekening gehouden met hun bijdrage tot het realiseren van milieudoelstellingen (regulatiefuncties), en een eerste inschatting voor recreatieve beleving. Met niet-gebruikswaarde is geen rekening gehouden.

Dit alternatief heeft de kortste terugverdiëntijd van alle alternatieven (14 jaar).

De alternatieven uit Ruimte voor de rivier zijn beide veel robuuster voor minder gunstige uitgangspunten rond ritme stijging zeespiegel, economische groei of discontovoet (rendementseis).

# SAMENVATTING EN ALGEMENE CONCLUSIE

## 8.1 Doel en situering rapport

Dit rapport vat de conclusies op hoofdlijnen samen van de eerste resultaten van de maatschappelijke kosten baten-analyse veiligheid tegen overstromen van het Schelde-estuarium.

In deze studie worden kosten en baten van 4 soorten projecten voor het verhogen van de veiligheid tegen overstromen in het Schelde-estuarium bestudeerd, met name :

- Stormvloedkering (type nieuwe waterweg) te Oosterweel,
- De Overschelde in Nederland (gecontroleerde verbinding tussen Westerschelde en Oosterschelde nabij Bath),
- Dijkverhoging
- Ruimte voor de rivier, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen
  - gecontroleerde overstromingsgebieden met behoud van landbouw binnen het GOG en
  - gereduceerde getijdengebieden waarbij het overstromingsgebied op een gecontroleerde wijze dagelijks aan het getij wordt blootgesteld, zodat estuariene natuur wordt gecreëerd.

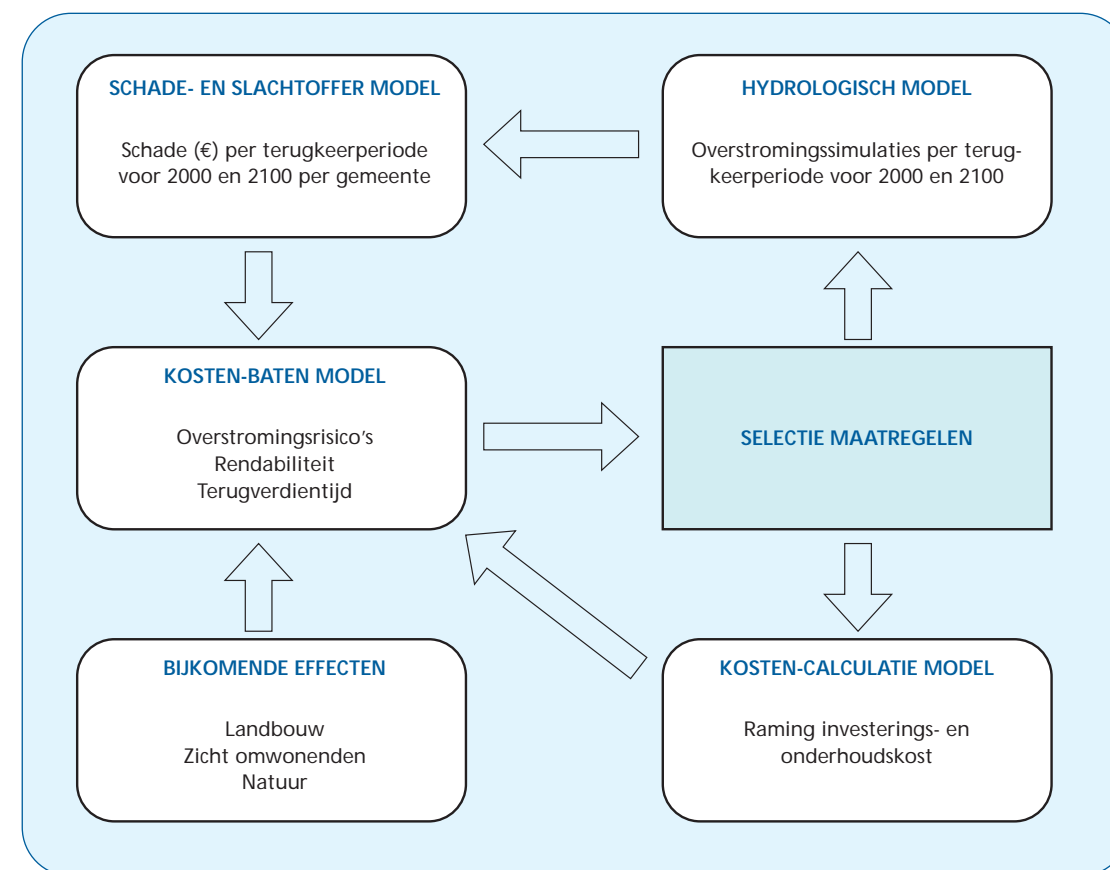
## 8.2 Methodes

Voor deze oplossingen worden de kosten, veiligheidsbaten en andere effecten bekeken ten overstaan van een nulalternatief. Voor Vlaanderen is dit de uitvoering van het Sigmaplan 1977 maar zonder stormvloedkering te Oosterweel, en voor Nederland omvat dit maatregelen om blijvend aan de norm van 1/4000 te voldoen. Dit vereist een dijkverhoging later deze eeuw om de stijging van de stormvloedstanden als gevolg van de stijging van de zeespiegel te compenseren. De berekeningen gaan ervan uit dat in het nulalternatief de landbouwgronden in de vallei, waaronder de potentiële overstromingsgebieden, hun huidige bestemming (landbouw) behouden, en niet bebouwd worden, en dat er geen grote natuurprojecten in de directe omgeving worden aangelegd.

**Een keten van modellen :** In de kosten batenanalyse worden de projecten afgewogen op kosten en baten in een kosten-batenmodel. Dit model gebruikt op zijn beurt resultaten uit de modellen voor berekening van de kosten, modellen voor bepaling van de effecten op landbouw en natuur en specifiek ontwikkelde modellen voor inschatting van risico's bij overstroming, die op hun beurt input krijgen van hydrologische modellen voor simulaties van stormen en stormvloedstanden.

Deze keten van analyses wordt verschillende keren doorlopen : op basis van de risico's in het nulalternatief worden maatregelen geselecteerd, waarvan kosten, veiligheidsbaten en andere effecten worden bekeken. Verschillende maatregelenpakketten worden vergeleken in het kosten-batenmodel. Op basis van deze resultaten en de analyse van de resterende risico's worden maatregelen bijgestuurd en nieuwe maatregelen ontworpen, waarna de analyse opnieuw start. Dit proces wordt meermaals doorlopen, op zoek naar de optimale combinatie.

> **Figuur 70:** Toegepaste methodiek en modellen voor MKBA en voor de selectie van maatregelen



**Kosten :** De kosten van de projecten omvatten de investeringen (bouwkosten, kosten voor aanpassingen of aanleg dijken, enz...) en de onderhouds- en beheerskosten. Er werd een toeslag van 15 % gerekend voor 'onvoorziene' kosten. De kosten worden berekend in een kostenmodel dat in detail de kosten bepaalt voor bijvoorbeeld een dijkverhoging met een vastgelegd aantal cm op een specifieke locatie, de aanleg van ringdijken en sluizen, aanpassingskosten voor aanpassingen van leidingen of watermanagement in een GOG, enz... We veronderstellen dat de bouw van alle projecten start in 2010, en dat het jaarlijkse investeringsbedrag beperkt is tot 50 miljoen Euro. In tegenstelling tot de financiële analyse wordt in de kosten batenanalyse geen rekening gehouden met compensaties (bijvoorbeeld herbeleggingsvergoedingen, BTW) en met onteigeningskosten voor de verwerving van gronden. Voor deze categorie wordt immers de kost van de alternatieve aanwending gerekend (zie verder, landbouw)



**Veiligheidseffecten in Vlaanderen :** De veiligheidsbaten omvatten enerzijds de vermeden kosten (dijkverhogingen voorzien in het nulalternatief die kunnen vermeden of uitgesteld worden) en de vermeden risico's. De vermeden risico's zijn het verschil in schade bij overstromingen tussen het projectalternatief en het nulalternatief. Zij worden ingeschat op basis van de veranderingen in kans op overstromen, en de schade die optreedt in geval van overstromen.

Via waterbouwkundige berekeningen wordt ingeschat welke gebieden bij stormen met een bepaalde kans op voorkomen (bijvoorbeeld 1 op duizend jaar) zullen overstromen. Hierbij wordt naast de hoogwaterstanden bij stormvloeden ook rekening gehouden met de kans op bressen in dijken. Hierbij wordt eveneens rekening gehouden met de stijging van de zeespiegel als gevolg van het broeikaseffect. Ten tweede wordt de schade voor al deze overstromingen ingeschat in functie van de omvang van de overstroomde gebieden, hoe hoog het water komt en het aantal woningen, bedrijven, wegen, infrastructuur en landbouwgronden dat overstroomt. We gaan ervan uit dat de waarde van gebouwen, infrastructuur, bedrijven, enz. ... meegroeit met de economische groei, zodat de schade in de tijd zal stijgen (voor verdiscontering). Naast deze materiële schade wordt ook het aantal slachtoffers ingeschat en gewaardeerd maar deze resultaten zijn voor de eerste rapportage nog niet beschikbaar. Deze inschatting van de vermeden risico's is onvolledig omdat schade aan milieu, specifieke gebouwen (kerken, musea) enz... niet kan worden ingeschat op basis van de beschikbare methodes.

**Veiligheidseffecten in Nederland :** In Nederland is het voornaamste effect van een verlaging of verhoging van de stormvloedstanden een uitstel of vervroegde uitvoering van de dijkverhoging, nodig om aan de huidige norm van 1/4000 te blijven voldoen. Daarnaast is op een vereenvoudigde wijze getoetst of deze verandering in stormvloedstanden tot opmerkelijke veranderingen in risico's kan leiden.

**Landbouw :** De effecten van overstromingen in een overstromingsgebied worden bekeken in functie van de huidige teelt, die verschilt van polder tot polder. Bij jaarlijks overstromen wordt ervan uitgegaan dat hoogwaardige teelten zich zullen verplaatsen buiten het GOG. De totale kosten omvatten aanpassingskosten voor de landbouw, oogstverliezen binnen het GOG, opruimingskosten en administratiekosten (landbouw en overheid). Als landbouwgebied wordt omgezet in een gereduceerd getijdengebied (GGG) wordt dit landbouwareaal permanent aan de sector onttrokken. Voor de inschatting van de effecten wordt ervan uitgegaan dat de hoogwaardige teelten (bijvoorbeeld fruit) uit het gebied andere teelten buiten het gebied zullen verdringen. Naast deze aanpassingskosten rekenen we de opportuniteitskost van de verdrongen teelten en landbouwareaal. Dit omvat verlies van toegevoegde waarde, verlies aan mogelijkheden tot mestafzet en verlies van arbeidsplaatsen in de landbouwsector.

**Visuele hinder omwonenden:** De aanleg van overstromingsgebieden gaat gepaard met de bouw van ringdijken. Dit leidt tot visuele hinder en welvaartverlies voor omwonenden met zicht op de nieuwe dijk. Dit wordt ingeschat aan de hand van een kengetal voor potentieel verlies van waarde van woonhuizen en meegenomen als een eenmalige kost bij de bouw van het overstromingsgebied.

**Natuurbaten :** De inrichting van een GOG als GGG leidt tot natuurbaten. Ten eerste draagt een GGG bij tot een beter beheer van de rivier zodat op ander plaatsen maatregelen en kosten kunnen vermeden worden. Dit omvat de bijdrage tot nutriëntenverwijdering en waterkwaliteit in het Schelde-estuarium en de bijdrage aan het klimaat-

beleid door CO2 opslag. De kwantificering van deze bijdragen aan de zgn. regulatiefuncties is evenwel niet volledig, zodat dit eerder een ondergrens voor de waarde van deze gebieden vormt. Ten tweede hebben deze gebieden een potentieel om de recreatieve beleving van het Schelde-estuarium te verhogen. Deze bijdrage kan nu slechts worden ingeschat aan de hand van enkele kengetallen. In het verdere verloop van de studie zal dit nauwkeuriger worden ingeschat aan de hand van gerichte enquêtes. In deze eerste resultaten hebben we verder geen rekening gehouden met de niet gebruikswaarde van deze gebieden. Hiervoor zijn wel kengetallen uit de literatuur beschikbaar, die erop wijzen dat dit een potentieel belangrijk element is. Dit is evenwel nu niet meegenomen omdat deze kengetallen enerzijds zeer groot zijn, en anderzijds onzeker en omstreden, zodat zij weinig bijbrengen aan de beleidsconclusies uit deze eerste evaluaties.

**Tijdshorizon en actualisatie van kosten en baten :** Tot 2100 houden we rekening met de jaarlijkse evolutie van kosten en baten. Al deze kosten en baten worden tenslotte geactualiseerd naar het referentiejaar 2004, aan een discontovoet van 3, 4 en 7 %. Dit resultaat is de netto contante waarde en geeft de huidige of actuele waarde weer van het geheel van de kosten of baten voor de ganse periode (tot 2100). De discontovoet weerspiegelt hierbij de tijdsvoorkeur en een rendementseis op de investeringen. Voor de eenvoud rapporteren we meestal enkel de centrale schatting aan 4 % discontovoet.

We geven eveneens een inschatting van de restwaarde voor de effecten na 2100. Zij is per definitie erg onzeker en mag niet zomaar bij de andere baten worden bijgeteld.

**Gevoeligheidsanalyse :** Bij de inschatting van kosten en baten worden veel parameters gebruikt die in meerdere of mindere mate onzeker zijn (bijvoorbeeld stijging zeespiegel) en parameters die moeilijk in te schatten zijn (bijvoorbeeld bresvorming) of waarover wetenschappers het niet volledig eens zijn (bijvoorbeeld discontovoeten). De gevoeligheid van de conclusies voor de aannames rond deze parameters wordt afgetoetst via gevoeligheidsanalyses. In deze eerste rapportage is deze voorlopig beperkt tot enkele parameters die in het kosten-batenmodel snel door te rekenen zijn (bijvoorbeeld economische groei en ritme van stijging van de zeespiegel.)

De toegepaste methodiek in deze MKBA en de uitgangspunten, zoals bijvoorbeeld die voor het ramen van de kosten, de te hanteren tijdshorizon of de discontovoeten, zijn in overeenstemming met de kosten batenanalyses van de verruiming van de vaarweg en projecten rond natuurlijkheid, uitgevoerd door CPB-Vito voor ProSes.

8.3 Resultaten

Risico's in het nulalternatief.

Ook na uitvoering van het nulscenario blijven er belangrijke risico's van overstromen in Vlaanderen. Het totale risico na uitvoering van het nulscenario schatten we in op zo'n 6 miljoen euro per jaar bij een zeespiegelniveau van 2000. Naar verwachting zal dat risico elk jaar toenemen als gevolg van de stijging van de zeespiegel tot meer dan 50 miljoen euro per jaar in 2100. Het totale risico voor de volledige periode tot 2100 bedraagt bijna 1 miljard euro. De grootste risico's situeren zich voornamelijk in bebouwd gebied en betreft mogelijke schade aan woningen en industrie.

Kosten en baten van de alternatieven

Figuur 71 geeft een overzicht van de geactualiseerde waarde van alle kosten en baten van de verschillende projecten, de netto baat tot 2100 inclusief restwaarde en de terugverdientijd. De laatste parameter laat toe om projecten van verschillende omvang makkelijk met elkaar te vergelijken.

> Figuur 71: Overzicht van geactualiseerde kosten en baten, in mln €, en de terugverdientijd van de verschillende projectalternatieven. (basisassumpties)

	Stormvloed- kering(1)	Overschelde	Dijkver- hoging (2)	GOG (3) (1800 ha)	GGG (3) (1800 ha)
Investering	500 – 600	> 1500	239	165	178
Kosten tot 2100 (a)					
Investeringen	336,53	1.127,43	175,72	127,56	133,85
Onderhoud en beheer	50,82	469,81	64,81	12,77	17,16
Totaal kosten	387,35	1.597,24	240,53	140,33	151,00
Veiligheidsbaten tot 2100 (a)					
Vermeden kosten VL	1,22	13,27	0,00	15,14	15,14
Vermeden kosten NL	-10,29	83,94	0,00	23,60	23,60
Vermeden risico VL	737,28	651,18	691,14	608,99	608,99
Vermeden risico NL	-0,80	10,92	0,00	0,00	0,00
Vermeden slachtoffers	nb	nb	nb	nb	nb
Totaal veiligheidsbaten	727,40	759,32	691,14	647,73	647,73
Bijkomende effecten tot 2100 (a)		PM*			
Scheepvaart	-0,74				
Landbouw				-15,44	-19,31
				-2,93	-2,93
Natuurbaten**					55,62
Netto baten tot 2100 (a)	339,30	-837,92	450,61	489,03	530,12
Verdisconteerde terugverdientijd (a) (b)	41	***	27	17	14
Restwaarde na 2100 (a)	138,85	676,94	732,02	630,76	632,18

(1) Stormvloedkering = type 'horizontale sectordeuren' te Oosterweel  
(2) Dijkverhogingen met bescherming tegen een stormtij in het jaar 2050 met een kans van 1/2500  
(3) Een scenario van 1800 ha (dat ongeveer overeenkomt met bescherming tegen stormen met een kans van 1/1000 in het jaar 2050).  
Investeringen 2004 = Totaal investeringsbedrag, in (2004), niet geactualiseerd.  
Nb : nog niet beschikbaar in inschatting eerste resultaten  
(a) Geactualiseerd bij assumpties : discontovoet 4 %, gemiddeld groeiscenario, zeespiegelrijzing 60 cm.  
(b)Terugverdientijd = aantal jaar – volgend op het eerste jaar dat investering volledig operationeel is, waarna het saldo van baten en kosten positief wordt.  
\* PM = effecten op Oosterschelde zijn niet inbegrepen  
\*\* omvat regulatie en recreatiebaten, niet-gebruikswaarde (voorlopig) niet meegerekend.  
\*\*\* verdient zich niet terug

De stormvloedkering

De stormvloedkering bij Oosterweel vergt een investering van 500 tot 600 miljoen € (in 2004), en leidt tot de hoogste veiligheidsbaten in Vlaanderen (738 miljoen euro, geactualiseerd). Deze relatief hoge baat is vooral te wijten aan het effect van de zeespiegelstijging, waardoor bijvoorbeeld de door een stormvloedkering vermeden schade bij een 500-jarige storm zeven keer hoger is in 2100 in vergelijking tot 2000 (zonder rekening te houden met economische groei). Omdat de stormvloedkering leidt tot de verhoging van stormvloedstanden in het oostelijk deel van de Westerschelde moet de dijkverhoging in Nederland vroeger worden uitgevoerd, wil men de norm van 1/4000 behouden, wat leidt tot een extra kost van 10 miljoen Euro. De effecten op de scheepvaart bij aanleg, testen en gebruik zijn miniem. De slotsom is dat de stormvloedkering bij aanleg in 2010 zichzelf kan terugverdienen in ongeveer 40 jaar, terwijl de geschatte levensduur 100 jaar is. De veiligheidsbaten zijn evenwel gevoelig voor veronderstellingen in de berekeningen (invloed ritme stijging zeespiegel, economische groei, discontovoet) zodat de rendabiliteit van deze investering niet altijd gewaarborgd is (bijvoorbeeld bij een rendementseis of discontovoet van 7 %).

Overschelde

De Overschelde vereist de grootste investering van alle projecten (+ 1500 miljoen Euro), en naast een grote veiligheidsbaat in Vlaanderen leidt zij ook tot veiligheidsbaten in Nederland. Deze baten volstaan evenwel niet om zelfs de minimale inschatting van de kosten terug te verdienen. Bovendien zijn een reeks effecten niet meegenomen, zoals de effecten op de Oosterschelde

Dijkverhoging

In tegenstelling tot de stormvloedkering of de Overschelde kan men voor dijkverhoging en ruimte voor de rivier in theorie oneindig veel varianten en combinaties evalueren. Voor het maken van deze eerste resultaten is van elke oplossing één variant doorgerekend. Toch volstaat het doorrekenen van deze varianten om te besluiten dat deze oplossingen een betere kosten-batenverhouding hebben dan de stormvloedkering te Oosterweel.

Voor dijkverhoging in Vlaanderen is een scenario geëvalueerd dat bescherming biedt tot 1 op 2500 (tegen stormtij met een kans op voorkomen van één op 2500 jaar) in 2050. Dit vergt een bijkomende investering van 239 miljoen euro. Hoewel de geactualiseerde kost veel lager is dan deze van de stormvloedkering, zijn de veiligheidsbaten (vermeden risico's) in Vlaanderen maar 10 % lager dan bij de stormvloedkering. Dit is te verklaren doordat de zeer zware stormen met een kleine kans van voorkomen, waartegen de stormvloedkering bijkomend beschermd, maar beperkt bijdragen tot de totale vermeden risico's.

Ruimte voor de rivier GOG

Voor ruimte voor de rivier is een scenario doorgerekend waarbij 1800 ha overstromingsgebieden worden aangelegd. Zij omvatten polders langs de Zeeschelde die samen een bescherming bieden tegen stormtij met kans 1/1000 jaar in 2050. Dit scenario vergt de minste investeringen. Met een derde van de geactualiseerde kosten van de stormvloedkering wordt meer dan 80% van de veiligheidsbaten in Vlaanderen gerealiseerd.

De aanleg van overstromingsgebieden leidt evenwel tot bijkomende effecten, zowel voor de landbouw (oogstverlies en aanpassingskosten) als voor de overheid (opruimingskosten). Tevens is er mogelijk visuele hinder voor de direct omwonenden van de ringdijken. Bij een verkennende, maximale inschatting van deze effecten stijgen de maatschappelijke kosten met 13 %. Deze extra kosten verschillen evenwel per polder en zijn niet representatief voor alle potentiële overstromingsgebieden. Rekening houdend met alle effecten verdient dit scenario zichzelf terug op 17 jaar.

**Ruimte voor de rivier GGG**

In het laatste scenario worden dezelfde polders uit het ruimte voor de rivier scenario ingericht als GGG, en worden zij dagelijks aan overstromingen blootgesteld. Dit leidt tot bijkomende investeringskosten en effecten op de landbouw. Daartegenover staat dat deze gebieden natuurbaten realiseren. In deze eerste evaluatie hebben we hiervoor enkel rekening gehouden met hun bijdrage tot het realiseren van milieudoelstellingen (regulatiefuncties), en een kengetal uit de literatuur voor recreatieve beleving. Bij regulatiefuncties is vooral de bijdrage m.b.t. nutriëntenverwijdering en sedimentatie belangrijk. Met niet-gebruikswaarde is geen rekening gehouden. Zelfs met deze beperkte inschatting van de natuurbaten heeft dit GGG scenario de beste terugverdientijd (14 jaar).

**Gevoeligheidsanalyse op de voornaamste parameters**

Voor alle alternatieven geldt dat de terugverdientijd zal stijgen naarmate we met een hogere discontovoet rekenen, de economische groei lager inschatten of een trager ritme veronderstellen voor stijging van de zeespiegel. Als we één of meerdere parameters voor het project minder gunstig inschatten, of een hogere rendementseis gebruiken, is het niet langer gegarandeerd dat een stormvloedkering zijn kosten terugverdient. Enkel de oplossingen met ruimte voor de rivier blijven zichzelf terugverdienen bij voor het project minder gunstige uitgangspunten of hogere rendementseisen.

Deze gevoeligheidsanalyses tonen aan dat de inschatting van de absolute terugverdientijd erg afhankelijk is van de keuze van technische en economische parameters. De onzekerheid op de inschatting van de absolute waarde van de resultaten doet evenwel niks af aan de rangorde van de verschillende projectalternatieven. Ten tweede illustreert deze oefening het belang om blijvend te zoeken naar de meest optimale oplossing, ook al zijn er meerdere projecten die een gunstige kosten-batenverhouding hebben.

**Onzekerheidsanalyse:**

De gevoeligheidsanalyses zijn geen inschatting van de totale onzekerheid op de uitkomsten. Daarom zullen in de verdere stappen van het onderzoek verdere analyses gebeuren van meerdere parameters (bijvoorbeeld waterbouwkundige parameters, doorrekenen van meerdere stormen, onzekerheid op methodes rond bressen, inschatting recreatie en niet-gebruikswaarde GGG's, enz...)

Belangrijk is dat de inschatting van de veiligheids- en natuurbaten onvolledig zijn omdat bepaalde categorieën ontbreken. Dit is vooral van belang voor het inschatten van de regulatiefuncties van natuurbaten. Anderzijds zijn er effecten die in de MKBA niet zijn meegenomen. Het gaat hier om de tijdelijke of permanente effecten op milieu en mens van de aanleg van de projecten. Deze zullen niet worden meegenomen, maar worden wel bestudeerd in de Plan-MER. De voornaamste categorie van niet bestudeerde effecten zijn deze van de Overschelde op de Oosterschelde, maar ook dit verandert de conclusies niet omdat dit project het slechtst scoort in de kosten-batenverhouding.

**8.4 Conclusie: combinatie dijkverhoging en ruimte voor de rivier**

Ook na uitvoering van het nulscenario blijven er belangrijke risico's van overstromen door stormvloeden in Vlaanderen, en deze risico's stijgen stapsgewijs in de loop van deze eeuw door de zeespiegelrijzing Dit maakt dat de veiligheidsbaten van verschillende maatregelen groot genoeg zijn om deze investeringen terug te verdienen. Ze hebben evenwel niet allemaal dezelfde kosten-batenverhouding.

1. Een stormvloedkering te Oosterweel vergt grote investeringen die zichzelf kunnen terugverdienen op ongeveer 40 jaar, als we de basisveronderstellingen voor economische groei, discontovoet en zeespiegelstijging hanteren. Bij een hogere discontovoet of rendementseis van 7 % worden de kosten niet terugverdiend.
2. De Overschelde heeft de hoogste kosten en kan zelfs de minimale inschatting van deze kosten niet terugverdienen. In alle gevallen heeft zij de slechtste kosten-batenverhouding.
3. Zowel dijkverhoging als ruimte voor de rivier (GOG en GGG) hebben een betere kosten-baten verhouding dan de stormvloedkering en de Overschelde. De stormvloedkering biedt weliswaar de beste bescherming tegen stormvloeden, maar zij is relatief duur en de vermeden risico's van de extra bescherming tegen de zwaarste stormen brengen relatief minder veiligheidsbaten met zich mee. Zo kunnen de bestudeerde scenario's van dijkverhoging en ruimte voor de rivier respectievelijk 94% en 82% van de vermeden risico's van de stormvloedkering garanderen aan respectievelijk 62% en 41% van de kosten. Dit wordt verklaard doordat het aandeel van de zwaarste stormen in het totale risico beperkt is, terwijl zowel dijkverhoging als ruimte voor de rivier weliswaar geen volledige bescherming bieden tegen de zwaarste stormen, maar wel de schade bij deze stormen beperken.
4. Van de oplossingen met dijkverhoging en ruimte voor de rivier bestaan tientallen varianten. Binnen de optie ruimte voor de rivier bestaan daarenboven voor elke geselecteerd overstromingsgebied nog verschillende inrichtingsvarianten: behoud van het huidige landgebruik of inrichting als GGG of als wetland. Tenslotte kunnen er ook varianten met een combinatie van dijkverhogingen en ruimte voor de rivier ontwikkeld worden. Van al deze varianten zijn er in deze studiefase slechts twee scenario's onderzocht. De bevindingen volstaan om te stellen dat deze twee oplossingen (of een combinatie van beide) in termen van kosten en baten superieur zijn aan de overige oplossingen (zie resultaat 3). Ze laten echter niet toe om in het algemeen te besluiten welke van deze beide oplossingen in een onderlinge vergelijking de beste is, en welke inrichtingsvariant voor de geselecteerde GOG's optimaal is.
5. In bepaalde omstandigheden, met name bij snel stijgende zeespiegel-, zullen op lange termijn (na 2050) bijkomende maatregelen, die op dit moment nog een ongunstige kosten-batenverhouding hebben, wenselijk zijn.

#### **Conclusie: combinatie dijkverhoging en ruimte voor de rivier**

De optimale oplossing bestaat uit een combinatie van dijkverhoging, overstromingsgebieden met behoud van landgebruik en overstromingsgebieden ingericht als GGG of wetland. De exacte combinatie is nu nog niet gekend. Ze moet gevonden worden via een stapsgewijze optimalisatieprocedure waarbij op systematische wijze de vele mogelijke varianten worden vergeleken. Deze optimalisatie wordt uitgevoerd in het vervolgonderzoek.

In het vervolgonderzoek zal ook gekeken worden naar de serie van bijkomende maatregelen die op lange termijn nodig zullen zijn om het optimale risiconiveau te behouden (d.w.z. optimalisatie over de tijd). Zo kan nu reeds gezorgd worden voor de reservering van bijkomende overstromingsgebieden, indien deze in de toekomst nodig mochten blijken. In het vervolgonderzoek naar de meest optimale variant zal ook rekening worden gehouden met de besluiten van de plan-MER.



Amelung et al, (2001), Evaluatie OEEI leidraad, studie in opdracht LNV, ICIS, 2001.

AWZ 2002, svks Stormvloedkering Scheldebekken, Deelopdracht 1 B, Actualisatie van het Sigmaplan Sigma 1977-Sigma 2002 Gevoeligheidsanalyse op de beschermingsgraad geboden door het Sigmaplan anno 2002

Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004a - ProSes, Overschelde; Kostenopstelling Overschelde t.b.v. MKBA en S-MER PROS-ES-2004-113-TII

Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 b - Memo vergelijking ramingsopzet Nederland en België, vergelijking eenheidsprijzen ProSes/Sigma

Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 c – ProSes, Stormvloedkering te Oosterweel, Kostenrapport t.b.v. MKBA en S-MER PROSES-2003-99-PII

Bouwdienst Rijkswaterstaat 2004 d – ProSes, Deelrapport Dijkverhoging Westerschelde, Kostenopstelling t.b.v. MKBA en SMER ProSes-2004-145-TII

Briene et al. 2002 - Financiële onderbouwing kengetallen hoogwaterschade

CES, 2001, kosten batenanalyse van Bosuitbreiding in Oost-Vlaanderen, Niet-technische Samenvatting, VLINA 0017, Centrum voor Economische Studiën, K.U.Leuven, Laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap, K.U.Leuven, Vereniging voor Bos in Vlaanderen , 4 december 2001

CLE 2003, De rendabiliteit van het landbouwbedrijf, Boekjaar 2001, Centrum voor Landbouweconomie, Pub N° 2.01, april 2003

Cox, Buis, Meire (2004), concept Datacompilatie in het kader van SMER en MKBA voor de actualisatie van het Sigmaplan, UIA, 2004

CPB 1996, Omgevingsscenario's Lange Termijn Verkenning 1995-2020

CPB 2000, Ruimte voor water, Kosten en baten van zes projecten en enige alternatieven, Den Haag, november 2000

CPB en NEI 2000, Evaluatie van infrastructuurprojecten, leidraad voor kosten batenanalyse (OEII-leidraad)

CPB, NEI en RIVM 2003, Welvaartseffecten van Maasvlakte 2, kosten batenanalyse van uitbreiding van de Rotterdamse haven door landaanwinning

CSerge 2001, Living with floods: an integrated assessment of land use changes and floodplain restoration as alternative flood protection measures in the Netherlands

Defra 1999, Flood and coastal defence, Project appraisal guidance FCDPAG 3 procedural guidance for operating authorities

De Overschelde , Veiligheidsdenken in een stroomversnelling, Projectgroep Royal Haskoning:

Ecorys, Projectorganisatie Ruimte voor de rivier, Beoordelingskader Ruimte voor de rivier , Projectorganisatie Ruimte voor de rivier i.s.m. Ecorys-Nei, Rotterdam,

Eeckhoudt L;R. , Hammitt J.K. Background Risks and the Value of a Statistical Life, Journal of Risk and Uncertainty, 2001

Eijgenraam et al. 2000, Evaluatie van infrastructuurprojecten, Centraal Planbureau, Nederlands Economisch Instituut, 2000

LEI, 2002, Wijnen W. et al , Baten en kosten van natuur, Een regionale analyse van het Roerdal, Rapport 4.02.09, LEI, Den Haag, 2002.

LEI, 2003, Gaaff, A, et al, 2003, Inrichtingsvarianten van het Apeldoorns Kanaal, Toepassing van Maatschappelijke kosten batenanalyse in een interactief proces, Rapport 4.03.08, LEI, Den Haag, December 2003

LEI, 2003b, Ir. C.J.A.M. de Bont (red.) 2003, Actuele ontwikkeling van bedrijfsresultaten en inkomens in 2003, Rapport 1.03.05, LEI, Den Haag, December 2003

Moons, E. 2000, Economische waardering van bossen, Garant 2000

HM Treasury 2003, Green Book, Appraisal and Evaluation in Central Government

IMDC et al. 2003a - Actualisatie van het Sigmaplan; Deelopdracht 3: Hydrologische en Hydraulische modellen

IMDC et al. 2004 - Plan MER voor het Sigmaplan, Deelopdracht 1: Voorontwerpen en kostenramingen voor de alternatieven

IN (1999), E. Van den Bergh, P. Meire, M. Hoffmann, T. YSebaert, Natuurherstelplan Zeeschelde,drie mogelijke inrichtingsvarianten, Rapport IN 99/18, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, 1999

IPCC 2000, Special report on emission scenarios

Jonkman et al, 2002, Loss of life models for sea and rivier floods, Flood defence, 2002

Kok et al. 2002 - Standaardmethode2002 Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen

LEI, 2002, Wijnen W. et al , Baten en kosten van natuur, Een regionale analyse van het Roerdal, Rapport 4.02.09, LEI, Den Haag, 2002.

LEI, 2003, Gaaff, A, et al, 2003, Inrichtingsvarianten van het Apeldoorns Kanaal, Toepassing van Maatschappelijke kosten batenanalyse in een interactief proces, Rapport 4.03.08, LEI, Den Haag, December 2003

LEI, 2003b, Ir. C.J.A.M. de Bont (red.) 2003, Actuele ontwikkeling van bedrijfsresultaten en inkomens in 2003, Rapport 1.03.05, LEI, Den Haag, December 2003

LTV (2001), Langetermijnvisie Schelde-estuarium, RA/00-445, januari 2001, Projectbureau LTV p.a., Delft, 2001

LTV (2001b), Toelichting bij de Langetermijnvisie Schelde-estuarium, RA/00-447, Januari 2001, januari 2001, Projectbureau LTV p.a., Delft, 2001

Luttik, J. en M. Zijlstra (1997). Woongenot heeft een prijs, Wageningen: Staring Centrum.

Maes, J., S. Proost en E. Schokkaert (1994). Economische waardering van milieuschade. In Milieu- en natuurrapport Vlaanderen - Leren om te keren. A. Verbruggen (red). Leuven/Apeldoorn, Garant, 1994.

MAFF, Flood and Coastal Defence Project Appraisal Guidance, Environmental Appraisal FCDPAG5, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Flood and Coastal Defence with Emergencies Division, UK; March 2000

Ministerie Verkeer en Waterstaat (1996), Ontwikkelingen in de Westerschelde, prognose voor de komende 25 jaar, 1996,

Moons, E., Proost, S., Hermy, M., Saveyn, B. en Scheirlinck, H. (2002). kosten batenanalyse van bosuitbreiding in Oost-Vlaanderen. Onderzoeksopdracht VLINA 0017, Vlaams Impulsprogramma voor Natuurontwikkeling.



Moons, E.; Eggermont, K.; Hermy, M.; Proost, S. (2000), Economische waardering van bossen - een case-study van Heverleebos-Meerdaalwoud, Garant, Leuven, 356 p.

Muys, B. et al, 2002, scenario's voor broeikasgasreductie door vastlegging van koolstof en energiesubstitutie: ruimtebeslag, milieu-impact en kostenefficiëntie, K.U.Leuven, 2002

NEI en RIVM 2001, Kosten en baten 750 ha natuur- en recreatiegebied Rotterdamse regio

NVM, Nederlandse Vereniging van Makelaars in onroerende Goederen en Vastgoeddeskundigen (NVM), NVM AOG: in 2004 lijkt stabilisering van grondprijzen in zicht, Persbericht 6 januari 2004, <http://www.nvm.nl/>

ProSes (2002a) , Het natuurontwikkelingsplan, plan van aanpak, ProSes, oktober 2002.

ProSes (2002b), Maatschappelijke kosten batenanalyses, Consultatiedocument - concept - Bergen op Zoom, december 2002

ProSes (2002c), Maatschappelijke kosten-baten analyse in het Schelde-estuarium : veiligheid, toegankelijkheid en natuurlijkheid van naderbij bekeken, Verslag van de PROSES-Workshop, Antwerpen - 17 mei 2002.

Resource Analysis et al. 2004 – Sigmaplan Maatschappelijke KostenBatenAnalyse Deelopdracht 2: Effecten op de scheepvaart

RIVM (2000), Technical report on methodology : Cost Benefit Analysis and Policy Responses, RIVM Report 481505020, Bilthoven.

RIZA 2003, kosten batenanalyse noodoverloopegebieden

Svasek 2003 - Onderzoek locatie en afmetingen Overschelde Westelijke en Oostelijke variant

Vanneuville et al. 2002a - Risicobenadering bij waterbeheersingplannen, Methodologie en case study Denderbekken

Vanneuville et al. 2003b - Risicobenadering bij waterbeheersingplannen, Methodologie en case study Denderbekken, aanvulling 1: slachtoffers

Vanneuville et al. 2003c - Risicobenadering bij waterbeheersingplannen, Methodologie en case study Denderbekken, aanvulling 2: lijninfrastructuren

Vanneuville et al. 2003d - Risicobenadering bij waterbeheersingplannen, Schade ten gevolge van zout water

Vanneuville et al. 2003e- Schadefuncties voor bossen en boomgaarden

Vito 2003, Milieukostenmodel voor Vlaanderen achtergronddocument

Vito 2004a, Leo De Nocker, Steven Broekx, Inge Liekens, Maatschappelijke kosten batenanalyse Overschelde als korte en/of lange termijnoplossing voor veiligheid tegen overstromen in Nederland en Vlaanderen, Concept finaal rapport, Studie uitgevoerd in opdracht van Proses, Mol, augustus 2004

Vito 2004b, Leo De Nocker, Steven Broekx, Inge Liekens, Maatschappelijke kosten batenanalyse veiligheid tegen overstromen in het Schelde-estuarium Achtergronddocument met bijlagen, Vito, Mol, augustus 2004

Vito-CPB 2004, Natte natuur in het Schelde-estuarium, een verkenning van de kosten en baten, een studie in opdracht van ProSes, Mol-Den Haag, augustus 2004.

Vrisou van Eck en Kok 2001, Standaardmethode Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen, DWW, 2001



Term	Verklaring
Alkalisch	Basisch
Alluviaal	Lager gelegen gebied ontstaan door aanslibbing vanuit een rivier.
Alluviale riviervallei	Het ganse valleigebied waarin het bodemmateriaal bestaat uit aangeslibd materiaal van de rivier.
Anaëroob	Zonder zuurstof plaatsvindend of kunnen leven
Anoxische condities	Situatie zonder zuurstof
Baggerslib	Sediment dat zich in de bedding van de rivier heeft opgehoopt.
Bemaling	Het verwijderen van overtollig water door middel van een gemaal.
Binnendijks	Aan de landzijde van de waterkering
Biotoop	Plaats waar een dier of plant geheel in zijn omgeving past.
Buitendijks	Aan de rivierzijde van de waterkering
Climaxvegetatie	Evenwichtsvegetatie. Bij een spontane ontwikkeling worden vegetaties opgebouwd die steeds evolueren tot uiteindelijk een evenwichtstoestand wordt bereikt.
Compartimenteringsdijken	Scheidingsdijken die, in uitgestrekte lage gebieden, loodrecht op de rivier gesitueerd staan. Deze dijken zorgen ervoor dat, bij een eventuele dijkbreuk, de wateroverlast beperkt blijft tot een kleinere zone.
Contante waarde	Waarde vandaag van een toekomstige kasstroom.
Detritus	Afval
Dijklichaam	Het gedeelte van de dijk dat boven het maaiveld uitsteekt.
Discontovoet	Interestvoet die gebruikt wordt om de contante waarde van toekomstige kasstromen te berekenen.
Dissipatie	Verstrooiing van energie
Duiker	Betonnen, metalen of gemetste constructie in de vorm van een pijp of een tunnel met als doel een waterloop onder een dijk of kanaal te leiden.
Eb	Laag water
Ecosysteem	Geheel van planten- en dierengroepen in een territorium, beschouwd vanuit hun interactie met de omgeving
Ecotoop	Een ruimtelijk begrensde eenheid met een karakteristieke homogeniteit in landgebruik, vegetatie, ... (bijvoorbeeld droge heide, weide, ....)
Epifyten	Plant die groeit op andere planten van een andere soort (=dragerplant) zonder daaraan voedsel te onttrekken.
Estuarien	Gebonden aan een estuarium
Estuarium	Gedeeltelijk door land omsloten watergebied langs de kust waar de getijdenwerking zich manifesteert en waarin het zoute zee water en het zoete rivierwater met elkaar interfereren.

Europese Kaderrichtlijn Water	Europese richtlijn die de krijtlijnen trekt voor het integraal water beheer in de Europese lidstaten.
Eutroof	Voedselrijk (milieu). Eutrofiëring is het voedselrijker worden van bepaalde milieus. Werkt nadelig voor soorten die aangewezen zijn op voedselarme (schrale) omstandigheden. Eutrofiëring houdt daarom meestal verarming van soorten in.
Fauna	Het dierenrijk
Filterfeeder	Een waterorganisme dat zich voedt door het filteren van water met partikels of kleine organismen die in het water zweven (bijvoorbeeld mosselen).
Flora	Het plantenrijk
Foerageergebied	Het gebied waarbinnen een dier zijn voedsel haalt, zoekt.
Gesuspendeerd materiaal	Materiaal in suspensie (= vloeistof waarin een andere stof in zeer kleine deeltjes verdeeld zweeft)
Geulen	Lager gelegen zones tussen slikken en schorren waarin water blijft staan.
GGO	Gecontroleerd gereduceerd getij. Een GGO is een verdere inrichtingsvorm van een gecontroleerd overstromingsgebied (GOG). In tegenstelling tot een gewoon GOG, dat gemiddeld slechts 1 à 2 maal per jaar (bij stormtij) overstroomt, is een GGO onderhevig aan de dagelijkse getijdenwerking. Bij vloed stroomt het rivierwater via een inwateringssluys in het gebied, bij eb loopt het gebied via een uitwateringssluys weer leeg. Het overstromingsgebied staat dus onder invloed van het getij, wat de kans op ontwikkeling van waardevolle natuur vergroot, maar andere vormen van bodemgebruik uitsluit.
GOG	Gecontroleerd overstromingsgebied. Gebied langs een tijrivier dat bij hoge waterstanden in de rivier bewust onder water kan worden gezet om de druk op andere, meer kritische gebieden, te verminderen. Een GOG is aan de rivierzijde afgesloten door een lagere overlooppdijk, aan landzijde door een hogere ringdijk. In geval van stormvloed stroomt het rivierwater over de overlooppdijk in het GOG. De hogere ringdijk beschermt de achterliggende gronden. Bij eb stroomt het gebied via een uitwateringssluys terug leeg. Een GOG overstroomt gemiddeld 1 à 2 keer per jaar.
Habitatrichtlijngebied	Europese beschermingszone voor verschillende bedreigde diersoorten en de habitatswaarin deze soorten voorkomen

Hedonic pricing	Waarderingsmethode die statistische technieken gebruikt om de waarde van natuur te identificeren als een functie van markt-goederen bijvoorbeeld de waarde van huizen.
Integraal waterbeheer	Jonge visie op waterbeheer die alle functies van het watersysteem mee in beschouwing neemt (veiligheid, economie, ecologie, recreatie, ...).
Intergetijdengebied	Gebied dat bij vloed onder water staat en bij eb droogvalt.
Isoëtes	Waardevolle en beschermde waterplant
Keermuur	Een vast verticale wand bedoeld om water te keren.
Komberging	Diepte binnen de begrenzing van het winterbed van de rivier waar water gestockeerd kan worden.
Kruin	Het hoogste punt van de waterkering
Lange Termijnvisie (LTV) Schelde-estuarium	Studie die in januari 2001 rond het Schelde-estuarium werd vastgesteld door de Technische Scheldec commissie. De studie legt een streefbeeld vast voor de toegankelijkheid, de veiligheid en de natuurlijkheid van de Schelde-estuarium.
Meander	Natuurlijke bocht of kronkel in de rivier
MER-procedure	Het geheel van wettelijk voorgeschreven stappen voor het tot stand komen van een milieueffectrapport.
Mesotroof	Matig voedselrijk (milieu)
Milieueffectrapport (MER)	Het rapport dat volgens de MER-procedure moet worden gemaakt ter ondersteuning van de besluitvorming over een bepaald plan.
Milieueffectrapportage	Hulpmiddel voor het betrekken van de te verwachten milieueffecten bij de besluitvorming over een bepaald plan.
Milieurapport	Rapport dat in het kader van de ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium moet worden opgemaakt ter ondersteuning van de politieke besluitvorming over deze ontwikkelingsschets.
MKBA	Maatschappelijke Kosten Batenanalyse
Modellering	Nabootsing van de natuurlijke processen met behulp van een computermodel.
NAP	Normaal Amsterdams Peil, een waterhoogte-ijkpunt om te meten hoe hoog andere punten in Nederland liggen.
Natuurontwikkelingsplan voor het Schelde-estuarium	Plan met de visie voor natuurontwikkeling in het Schelde-estuarium. Dit plan wordt opgesteld door het Instituut van Natuurbehoud in samenwerking met de UA.
Niet-gebruikswaarde	Dit is de waarde die de mens hecht aan het feit dat er groene leefruimte beschikbaar is voor planten en dieren, ongeacht het huidige gebruik van het gebied (niet-gebruikswaarde), en dat deze ook voor de toekomstige generaties gevrijwaard wordt (verervingswaarde).

Nutriënten	Voedingsstoffen (stikstof en fosfor). In overmatige concentratie geven deze stoffen in oppervlaktewater aanleiding tot explosieve algengroei.
Oligotroof	Voedselarm (milieu)
Ontwikkelingsschets 2010	De Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium zal een set maatregelen bevatten die de Lange Termijnvisie voor het Schelde-estuarium tegen 2030 moeten kunnen verwezenlijken.
Overloopdijk	Bij de aanleg van een gecontroleerd overstromingsgebied wordt de dijk langs de waterloop verlaagd zodat de vloedgolf afgetopt wordt in het GOG en het water dus in het gebied kan stromen.
Overschrijdingsfrequentie	Het gemiddeld aantal keren per jaar dat de rivierstand hoger komt dan een bepaalde limietwaarde.
Overschrijdingskans	De kans dat het waterstand een bepaalde limietwaarde overschrijdt.
Peri-alpien	Gebied rond de Alpen
POG	Potentieel overstromingsgebied: een gebied dat afgebakend werd in de integrale verkenningstudie en mogelijk in aanmerking komt voor de aanleg van een GOG.
Polluenten	Verontreinigende stoffen
PRI-systematiek	Project Ramingen Infrastructuur-systematiek. Deze systematiek is opgestart in 1992 om te komen tot een algehele kwaliteitsverbetering van ramingen van Rijkswaterstaat, Nederland.
ProSes	Projectdirectie ontwikkelingsschets Schelde-estuarium
Psammofiel	Zandminnend
Reaeratie	Herbeluchting
Regenrivier	Rivier waarin de waterstand bepaald wordt door de neerslag
Regulatiefunctie	Regulerende processen die veelal indirect welvaart opleveren voor de mens, bijvoorbeeld waterzuivering.
Ringdijk	Een overstromingsgebied wordt omringd door een hogere dijk (op Sigmahoogte) die de achterliggende gronden beschermt tegen overstroming.
Risico	Som van de diverse mogelijke overstromingsschades vermenigvuldigd met de respectievelijke kans van de overstroming die deze schade veroorzaakt heeft.
Schorren	Buitendijks gelegen gronden langs een tijrivier die enkel bij springtij overstroomd en waarop permanente begroeiing mogelijk is.
Sedimentatie	Het bezinken van kleine deeltjes in een watermassa.
Slikken	Het gedeelte van de oever van een tijrivier dat bij elke vloedstand overstroomt.

Stand-still-principe	Dit principe houdt in dat de huidige situatie als norm aangenomen wordt voor de toekomst. Voor het natuurbehoud betekent dit dat de natuur in kwaliteit en kwantiteit niet achteruit mag gaan. Het 'stand still beginsel' is opgenomen in onder meer het Decreet Algemene Bepalingen inzake Milieubeleid (art. 1.2.1) en het Natuurdecreet (art. 8).
Stormvloed	Extreem hoge waterstand die optreedt wanneer een normale vloedstand gecombineerd wordt met hevige wind.
Stormvloedkering (SVK)	Constructie op een tijrivier die wordt gesloten bij stormvloed en zo het bovenstrooms gedeelte van de rivier afsluit van de getijden werking en dus een milderende invloed heeft op de waterstand.
Streefbeeld LTV	Het streefbeeld van de Lange Termijnvisie 2030 voor het Schelde-estuarium kan als volgt omschreven worden: 'Het estuarium is in 2030 een gezond en multifunctioneel estuarien watersysteem dat op duurzame wijze gebruikt wordt voor de menselijke behoeften.'
Stroomgebied	De landoppervlakte waarlangs gevallen neerslag via grachten, beken en zijrivieren naar de rivier afstroomt.
Submontaan TAW	Tussengebied tussen laagland en gebergte Tweede Algemene Waterpassing, een referentieniveau voor hoogtebepaling
Tij-amplitude	Het verschil tussen hoog en laag water
Tijrivier	Rivier waarin de waterstand wordt bepaald door de getijden-werking.
Turbiditeit	Maat van troebelheid van water
Uiterwaarde	De uiterwaarde is het gebied dat ligt tussen de zomerdijk en de winterdijk van een rivier.
Verstruweling	Tussenstadium in de verandering van vegetatie (bijvoorbeeld weide) in de richting van een bos. Struwelen worden gekenmerkt door de opslag van struiken en bomen.
Verzilting	Toename van zoutgehalte in rivieren of gronden
Vogelrichtlijngebied	Europese beschermingszone voor een aantal broedende of doortrekkende, bedreigde vogelsoorten
Waterkering	Zowel dijken als kaaimuren als waterkeringsmuren, ... vallen onder deze noemer.
Zeeschelde	De deel van de Schelde op Belgisch grondgebied dat onderhevig is aan de getijdenwerking (van Gent tot aan de Belgisch-Nederlandse grens).
Zeescheldebekken	Het Zeescheldebekken bevat naast de Zeeschelde, de Durme vanaf Lokeren, de Zenne vanaf Vilvoorde, de Dijle vanaf Werchter, de Kleine Nete vanaf Grobbendonk, de Grote Nete vanaf Oosterlo en de Rupel inclusief de bijhorende vallei-gebieden.
Zeespiegelstijging	Verwachte stijging van de zeespiegel als gevolg van de klimaatsveranderingen

COLOFON

**Studie uitgevoerd door:**  
Tijdelijke Vereniging Resource Analysis - IMDC - Grontmij - Ecolas en VITO

**In opdracht van:**  
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap  
Departement Leefmilieu en Infrastructuur  
Administratie Waterwegen en Zeewezen  
Afdeling Zeeschelde  
Copernicuslaan 1 bus 13  
2018 Antwerpen  
03/224 67 11  
zeeschelde@lin.vlaanderen.be  
www.sigmaplan.be

**Verantwoordelijke uitgever:**  
ir. Leo Meyvis  
afdelingshoofd  
afdeling Zeeschelde

**Eindredactie & coördinatie**  
Eco Consult Milieucommunicatie bvba  
www.ecoconsult.com

**Illustraties**  
Atomik studio  
www.atomik.be

**Lay-out**  
www.magenta.be

*Maatsc*



Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap