

## Memo

**Aan**  
Wilfred de Zeeuw (DP ZWD), Robert Vos (DP-RD)

<b>Datum</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Aantal pagina's</b>
18 september 2013	1208318-001-VEB-0001	43
<b>Van</b>	<b>Doorkiesnummer</b>	<b>E-mail</b>
Nadine Slootjes	+31 (0)88 33 58 080	nadine.slootjes@deltares.nl

**Onderwerp**  
Nadere analyse waterberging Grevelingen

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	sep. 2013	N. Slootjes		J. Kind	blat	C. v.d. Guchte	br-DA
		A Tijssen					

## 1 Inleiding

Begin 2013 is de studie 'Kosten en effecten van waterberging Grevelingen' (Slootjes, 2013) afgerond. De conclusie luidt dat de kosten van waterberging "aanzienlijk hoger" (een factor 2 tot 7) liggen dan de besparingen op dijkversterking die met berging mogelijk zijn. Wanneer optimaal gebruik kan worden gemaakt van andere investeringen, zoals de deels private investering voor de aanleg van een vierde schutkolk bij de Volkeraksluizen en de bouw van een getijcentrale op de Brouwersdam, zijn de kosten en besparingen voor de overheid ongeveer gelijk.

Tegelijk zijn er naast deze conclusie diverse kanttekeningen geplaatst, die invloed kunnen hebben op nut en noodzaak van de waterberging. Voor een aantal kanttekeningen is nader onderzoek gedaan, waarvan de resultaten zijn beschreven in dit memo:

- 1 Wat zijn de dijkbesparingskosten van waterberging Grevelingen als (a) geen rekening wordt gehouden met overhoogte in het hele gebied en (b) volgens de analyse naar oversterkte door Van der Meij (2013)<sup>1</sup>?
- 2 Wat zijn de dijkbesparingskosten van waterberging Grevelingen in Rijnmond-Drechtsteden bij (a) de economisch optimale norm volgens de MKBA WV21 en (b) bij de norm die nodig is voor LIR10<sup>-5</sup>?
- 3 Wat is het effect van waterberging Grevelingen op het overstromingsrisico (volgens het doelbereik Veiligheid)?

<sup>1</sup> In de regio Rijnmond-Drechtsteden zijn veel dijken met overhoogte. Dit betekent niet per definitie dat deze dijken binnen de gestelde normen een hogere waterstand kunnen keren. Uitsluitend wanneer het faalmechanisme overloop en overslag dominant is, mag dit worden verondersteld. De extra hoogte heeft namelijk geen reducerend effect op bijvoorbeeld falen door piping of macrostabiliteit. Volgens Van der Meij (2013) mag in de regio Rijnmond-Drechtsteden bij zeker een derde van de locaties de overhoogte als oversterkte meegenomen worden. Bij ongeveer één op de zes vakken kan aan de hand van de beschikbare kennis en data geen uitspraak worden gedaan. Bij de overige vakken zijn macrostabiliteit en/of piping dominant, en mag overhoogte niet als oversterkte meegenomen worden.

Naar aanleiding van de studie 'Kosten en effecten van waterberging Grevelingen' (Slootjes, 2013) zijn er ook kanttekeningen geplaatst bij de investeringen voor waterberging Greveling. Deze kanttekeningen worden in een ander kader nader onderzocht. Een volledige KBA kan pas uitgevoerd worden als de resultaten daarvan gecombineerd worden met de resultaten van dit memo en de kosten in de tijd worden gezet. De volledige KBA wordt dan ook niet besproken in dit memo.

De hoofdstukken 2, 3 en 4 wordt op de eerste drie vragen ingegaan. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies.

In Bijlage D en E worden de volgende twee vragen beantwoord:

- 4 Wat zijn de effecten van de optie “wel een vaste opening in de Grevelingen, maar geen besluit tot berging op de Grevelingen” op de dijkbesparingskosten?
- 5 Wat zijn de effecten van de optie “bergen bij een lager inzetpeil” op de dijkbesparingskosten?

## 2 Methode en uitgangspunten

### 2.1 Normopties en varianten van waterberging Grevelingen

De besparing op dijkversterkingskosten door de maatregel waterberging Grevelingen is steeds afgezet tegen drie normopties. Bij de eerste normoptie wordt het huidige beleid voortgezet met handhaving van de huidige normen. Daarnaast zijn de twee normopties Economisch optimaal beschermingsniveau (1) en een basisveiligheidsniveau op basis van een Lokaal Individueel Risico van  $10^{-5}$  per jaar (2) bekeken. Aan de nieuwe normen wordt in deze strategie volledig voldaan met dijkversterkingen.

#### 2.1.1 Referentiestrategie (voortzetten huidig beleid)

De referentiestrategie gaat uit van het voortzetten van het huidige beleid. Het omvat de afronding van de lopende programma's Ruimte voor de Rivier en lopende uitvoeringsprogramma's waaronder het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP2 en nHWBP). Daarnaast zal vanaf 2050 bij afvoeren hoger dan  $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$  bij Lobith de Lek worden ontzien zoals reeds in het Nationaal Waterplan wordt genoemd en wordt uitgegaan van een stormopzetduur van 35 uur (in plaats van de vigerende 29 uur). Nieuw beleid en nieuwe uitvoeringsprogramma's, uitgezonderd die voortkomen uit huidige wet- en regelgeving zitten niet in de referentiestrategie. Er is uitgegaan van huidig beleid en dus van huidige toetsregels. In de huidige toetsregels zijn de nieuwe technische inzichten van o.a. VNK2 en SBW/WTI niet verwerkt. Dat betekent dat o.a. de nieuwe pipingregels niet worden meegenomen in de kostenraming van de referentiestrategie. Autonome ontwikkelingen als klimaatverandering en zetting worden wél gecompenseerd. De referentiestrategie is voor zowel de huidige norm<sup>2</sup> als voor de MKBA en LIR normen doorgerekend.

<sup>2</sup> Bij de huidige overstromingskansen die gelden voor dijken die voldoen aan de huidige toetsvoorschriften zijn ingeschat in het kader van WV21 (de zgn. tweede referentie). Hiervoor is gebruikt gemaakt van de omreken tabel, een tabel opgesteld door experts deels op basis van resultaten van VNK die in 2010 beschikbaar waren. Inmiddels zijn er meer VNK resultaten beschikbaar die tot een andere en betere inschatting van de overstromingskansen zouden kunnen leiden.

## 2.1.2 Optimalisatie referentiestrategie

Bij de strategie "optimalisatie referentiestrategie" wordt de faalkans van de Maeslantkering geoptimaliseerd ten opzichte van de referentiestrategie. Verder zijn deze twee strategieën identiek. De referentiestrategie gaat uit van een faalkans van de Maeslantkering van 1/100 per sluitvraag. In geval van optimalisatie van de referentiestrategie wordt uitgegaan van een faalkans van 1/1000 per sluitvraag.

## 2.1.3 Strategie waterberging Grevelingen

Er is één inrichtingsvariant van waterberging Grevelingen uit de studie van Slootjes (2013) gebruikt in deze nadere analyse. Dit is de variant waarbij op de Grevelingen wordt geborgen en er pompen zijn op de Brouwersdam om voorafgaand en tijdens waterberging water uit de Grevelingen naar zee af te voeren (variant 2 uit Slootjes, 2013). Voor deze inrichtingsvariant zijn twee faalkansen van de Maeslantkering onderzocht: 1/100 en 1/1000 per sluitvraag. Voor meer toelichting op de inrichtingsvariant wordt verwezen naar hoofdstuk 5 in Slootjes (2013).

Ook bij het doorrekenen van de strategie waterberging Grevelingen is uitgegaan van voortzetting huidig beleid. Nieuwe technische inzichten, zoals de nieuwe pipingregels, zijn niet meegenomen in de berekeningen. Autonome ontwikkelingen als klimaatverandering en zetting worden wel gecompenseerd. Ook de strategie waterberging Grevelingen is voor de huidige, de MKBA en de LIR norm doorgerekend.

In de studie 'Kosten en effecten van waterberging Grevelingen' (Slootjes, 2013) is een schatting gemaakt van de investeringskosten voor de inrichting van de Grevelingen als waterbergingsgebied geschat. De totale investeringskosten voor waterberging bedragen circa 230 miljoen euro. De totale kosten voor het beheer en onderhoud zijn ongeveer 2 miljoen euro per jaar. Deze ramingen hebben een nauwkeurigheid van ongeveer  $\pm 50\%$ .

Let wel, bovenstaande investeringskosten zijn nominale kosten, waarbij in geval van waterberging Grevelingen in één keer vroegtijdig moet worden geïnvesteerd, terwijl de dijkversterkingskosten veelal later in de tijd gemaakt zullen worden. Dit is van belang bij het verdisconteren van de bedragen.

## 2.1.4 Economisch optimale overstromingskans vanuit maatschappelijke kosten baten

Bij de normoptie Economisch optimale overstromingskans wordt uitgegaan van de normen waarbij de benodigde investeringen in balans zijn met de potentiële schade en (gemonetariseerde) slachtoffers. Deze normen zijn bepaald in de maatschappelijke kosten baten analyse van WV21 (Kind, 2011). Tabel 2.1 geeft de economische optimale normen per dijkkring volgens de MKBA. De genoemde kansen zijn de onafgeronde waarden.

## 2.1.5 Norm voor een basisveiligheid Lokaal Individueel Risico 1/100.000

Bij de normoptie basisveiligheid wordt met behulp van aanscherping van de dijknorm een basisveiligheid (lokaal individueel risico) bereikt van ten minste 1/100.000 ( $10^{-5}$ ). Deze normen zijn gebaseerd op gegevens zoals die zijn gebruikt in WV21. en betreffen evenals bij de MKBA een 'middenkans'. Tabel 2.1 geeft naast de kansen volgens de MKBA ook de middenkansen voor LIR $10^{-5}$ . Deze kansen zijn de onafgeronde waarden.

Tabel 2.1 Onafgeronde kansen bij MKBA en LIR10<sup>-5</sup> voor de regio Rijnmond-Drechtsteden. Als ondergrens geldt de overstromingskans voor de tweede referentie.

Nr.	Naam	Overstromingskans 2 <sup>e</sup> referentie (1/jaar)	Economisch optimale overstromingskans (2 <sup>e</sup> referentie) (1/jaar)	Overstromingskans LIR 10 <sup>-5</sup> (1/jaar)
14_3	Zuid-Holland-Nwe Waterweg-Oost	1/10.000	<b>1/13.700</b>	<b>1/22.000</b>
15_1	Lopiker- en Krimpenerwaard	1/1.000	<b>1/8.910</b>	<b>1/1.940</b>
16_1	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden	1/1.000	<b>1/5.240</b>	<b>1/26.000</b>
17_1	IJsselmonde	1/2.000	<b>1/4.200</b>	<b>1/9.600</b>
18_1	Pernis	1/5.000	<b>1/12.300</b>	<b>1/72.000</b>
19_1	Rozenburg	1/5.000	1/5.000	1/5.000
20_3	Voorne-Putten-Oost Hartelkanaal	1/4.000	<b>1/9.300</b>	<b>1/4.400</b>
21_1	Hoeksche Waard	1/1.000	1/1.000	1/1.000
22_1	Eiland van Dordrecht	1/1.000	<b>1/2.500</b>	<b>1/2.800</b>
24_1	Land van Altena	1/1.000	<b>1/2.050</b>	<b>1/9.800</b>
25_2	Goeree-Overflakkee-Haringvliet	1/2.000	1/2.000	1/2.000
34_1	West Brabant	1/500	1/600	1/500
34a	Geertruidenberg	1/500	1/2.000	<b>1/1.400</b>
35_1	Donge	1/1.000	<b>1/2.810</b>	1/1.000

## 2.2 Uitgangspunten dijkversterkingskosten

In Slootjes (2013) zijn de dijkbesparingskosten geschat met de zogenaamde WV21-kostencurves. Als opvolger van deze kostencurves heeft Deltares het als softwarepakket KOSWAT ontwikkeld. In deze nadere analyse is gerekend met de meest recente versie van dat pakket: versie 2.1. Dit is ook geadviseerd door ECK-B.

Voor de aanpak en uitgangspunten van de berekeningen is grotendeels aangesloten bij de berekeningen zoals zijn uitgevoerd voor de fase van kansrijke strategieën voor DP Rijnmond-Drechtsteden. Deze zijn beschreven in Slootjes en Van der Zwan (2013). Er zijn een aantal verschillen die in de volgende paragrafen verder zijn toegelicht:

- aantal belastingcombinaties hydraulische berekeningen;
- bochtwerking en dwarsopwaaiing;
- robuustheidstoeslag; en
- afbakening gebied.

Er zijn een aantal kostenvarianten berekend waarbij is gevarieerd met:

- de robuustheidstoeslag;
- de kostenfunctie afhankelijk van de pipingregels; en
- overhoogte.

Als basisvariant is er steeds uitgegaan van een dijk waarbij de hoogte in balans is met de sterkte (volgens de 90%-10% faalkansbegroting). Wanneer de dijk een bepaalde waterstand op hoogte kan keren, wordt er van uitgegaan dat de dijk de waterstand ook qua sterkte kan keren. Het uitgangspunt hierbij is voortzetting van het huidig beleid. Er is dus voor de berekening van de dijkversterkingskosten geen rekening gehouden met nieuwe technische

inzichten, zoals de nieuwe piping inzichten. Er is voor de basisvariant dan ook gerekend met de vigerende pipingregels voor de kostenfuncties. De basisvariant is doorgerekend met en zonder overhoogte, en voor de situatie "Van der Meij". Daarnaast is er met en zonder robuustheidstoelage van 30 cm gerekend voor de basisvariant zonder overhoogte.

Er is ook een variant doorgerekend waarbij wel gerekend is met de kostenfuncties voor de nieuwe pipingregels. Bij deze "piping" variant wordt er van uitgegaan dat sterkte en hoogte niet in balans zijn. Wanneer de dijk een waterstand qua hoogte kan keren, zal hij alsnog falen door piping. Bij een dijkverhoging zullen er dus eerst kosten gemaakt moeten worden om op sterkte te komen door een pipingberm aan te leggen. Deze variant is alleen doorgerekend voor de situatie zonder overhoogte en met een robuustheidstoelage van 30 cm.

Tabel 2.2 *Berekende kostenvarianten*

Type	Pipingregel	Overhoogte	Oversterkte	Robuustheidstoelage
<b>Basis</b>	Vigerend	Geen	in balans met hoogte	0 cm
<b>Basis</b>	Vigerend	Geen	in balans met hoogte	30 cm
<b>Basis</b>	Vigerend	Wel	in balans met hoogte	30 cm
<b>Basis</b>	Vigerend	Van der Meij	in balans met hoogte	30 cm
<b>Piping</b>	Nieuwe inzichten	Geen	onvoldoende pipingberm aanwezig	30 cm

### 2.2.1 Aantal belastingcombinaties

De waterstanden in de monding van de Rijn en de Maas zijn deels afhankelijk van de hoeveelheid water die de rivieren afvoeren en deels van de waterstanden op zee. Daarnaast zijn de windsnelheid en -richting van invloed. Er is een groot aantal combinaties van rivierafvoeren en zeewaterstanden denkbaar die tot dezelfde hoogwaterstand leiden: een zware storm met een lage afvoer, een extreem hoge rivierafvoer met een minder zware storm en vele andere combinaties. De combinaties hebben verschillende kansen van optreden. Een zeer zware storm (11 Bft) met een hoge rivierafvoer heeft bijvoorbeeld een veel kleinere kans van optreden dan stormachtig weer (8 Bft) met diezelfde rivierafvoer.

Bij het berekenen van de maatgevende hoogwaterstand en de benodigde kruinhoogte zijn statistieken van de volgende variabelen benut:

- Rijnafvoer bij Lobith en Maasafvoer bij Lith (hoogte en overschrijdingsduur);
- zeewaterstand in Maasmond;
- windveld (snelheid en richting) boven het gebied (statistiek van Schiphol);
- stand van de Maeslantkering en Hartelkering (open of dicht).

De statistieken van deze variabelen zijn afhankelijk van het gekozen klimaatscenario.

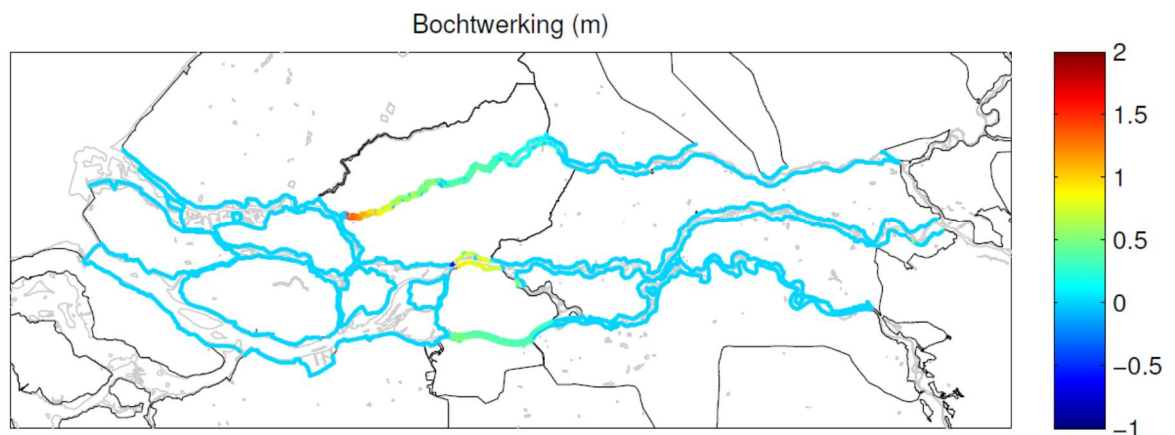
Voor het berekenen van de effecten op de maatgevende hoogwaterstand (eerste orde-effect) hanteert het Deltaprogramma een vereenvoudigde aanpak. Deze bestaat uit 108 hydraulische berekeningen, gebaseerd op 9 afvoerniveaus, 6 stormniveaus met gekoppelde windsnelheid, 1 windrichting (noordnoordwest) en 2 situaties van de Europoortkering (open of dicht). De stormopzetduur is geen variabele in de berekeningen: uitgangspunt is een vaste stormopzetduur van 35 uur. Voor het berekenen van de benodigde kruinhoogte van een dijk, wordt ook rekening gehouden met golven en het profiel van de dijk. De windrichting en snelheid zijn in die situatie wel van belang. Daarom zijn voor de fase kansrijke strategieën van DP-RD voor de berekening van de benodigde kruinhoogte van de dijk 16 windrichtingen en 5 windsnelheden gehanteerd (Slootjes en Jeuken, 2013). In de studie naar kosten en effecten

van waterberging Grevelingen (Slootjes, 2013) is de vereenvoudigde set gehanteerd met 1 windrichting en 6 windsnelheden. Deze set is hier ook gebruikt zodat in deze nadere analyse geen nieuwe berekeningen gemaakt hoefden te worden. Voor de definitieve berekening voor de Voorkeursstrategie wordt geadviseerd om ook voor de maatregel Waterberging Grevelingen een berekening te maken met de 16 windrichtingen en 5 windsnelheden.

## 2.2.2 Bochtwerking

Een belangrijk verschil tussen de vereenvoudigde aanpak is en de aanpak waarbij alle windrichtingen worden beschouwd is het wel/niet meenemen van bochtwerking. In Kuijper (2012) zijn de volgend problemen geconstateerd in het modelinstrumentarium:

- 1 Bij het maken van databases op basis van de volledige set (3636 combinaties) wordt altijd bochtwerking meegenomen, of je dit nu aan- of uitzet. Dit is vreemd. Dit betekent ook dat alle kruinhoogteberekeningen die we tot nog toe gemaakt hebben inclusief bochtwerking lijken te zijn, ook al hebben we de MHW-processor verteld dit niet te doen!
- 2 De waarde van de bochtwerking per locatie vertoont een raar beeld: voor de meeste locaties gaat het om enkele centimeters, maar voor een paar takken loopt de bochtwerking op tot circa 2 meter. Dit bepaalt in grote mate de resultaten voor die locaties.
- 3 Het maken van de databases op basis van de 108 combinaties in combinatie met bochtwerking gaat waarschijnlijk niet goed, omdat we gezien hebben dat de toename van de waterstanden in de databases voor de open en gesloten situatie van elkaar verschillen. Dit lijkt niet goed.



Figuur 2.1 Locaties waar bochtwerking speelt.

Dit punt is niet zozeer van belang voor de verschilanalyse die in deze studie wordt gemaakt, maar speelt wel een rol als absolute gegevens van deze studie worden vergeleken met die van Rijnmond-Drechtsteden en Zuidwestelijke delta.

## 2.2.3 Robuustheidstoeslag

In de fase kansrijke strategieën van DP-RD is helaas niet gerekend met een robuustheidstoeslag. Dit was oorspronkelijk wel de bedoeling. In deze studie naar kosten en effecten van waterberging Grevelingen is dat wel gedaan, omdat dat een uitgangspunt is zoals vastgesteld door de werkgroep Deltainstrumentarium. In deze studie beide opties berekend: zonder en met een robuustheidstoeslag van 30 cm.



#### 2.2.4 Afbakening gebied

De dataset met berekende hydraulische belastingniveaus die is gebruikt voor Slootjes (2013) sluit niet één-op-één aan op de dataset van DP-RD. Er is destijds vanwege begrenzing aan de database en doorlooptijd gekozen om geen berekeningen te maken voor de Lek, omdat waterberging daar geen effect meer heeft. Dat betekent dat de absolute dijkversterkingskosten voor het totale gebied die in deze studie zijn gepresenteerd niet zijn te vergelijken met de totale kosten zoals zijn beschreven in Slootjes en Jeuken (2013) voor DP-RD, maar wel met de resultaten van eerdere studies voor DP-ZWD.

Het effect van de maatregel waterberging is wel te vergelijken met eerdere studies.

### 2.3 Overstromingsrisico

De risico's worden berekend door de kans op een overstroming te vermenigvuldigen met de gevolgen. De gevolgen van een overstroming zijn afhankelijk van het overstromingsverloop en de kwetsbaarheid van het gebied. Het overstromingsverloop hangt af van de hoeveelheid buitenwater die naar binnen kan stromen, de helling en het reliëf van het gebied, de aanwezigheid van regionale waterlopen (die het water snel kunnen verspreiden) en de aanwezigheid van obstructies (zoals (spoor)wegen en kades) die het water kunnen afremmen of tegenhouden en de overstroming beperken. De kwetsbaarheid is vooral afhankelijk van het landgebruik, het aantal inwoners en de evacuatiemogelijkheden. Voor het bepalen van de gevolgen zijn de overstromingsscenario's van WV21 en de bijbehorende informatie gebruikt.

Vertrekpunt bij de analyse van de overstromingsrisico's is dat de overstromingskansen gelijk zijn aan de normen voor de dijken en dat deze gehandhaafd blijven (Tabel 2.3). Dit betekent dat aangenomen is dat bij klimaatverandering de dijken en kunstwerken zo aangepast worden, dat de huidige overschrijdingsfrequenties van de ontwerpwaterstanden gelijk blijven en de overstromingskansen niet wijzigen. Hierbij is uitgegaan van de overstromingskansen volgens de 2<sup>e</sup> referentie WV21 (Kind, 2011). Op locaties waar door klimaatverandering en zetting de dijk verbeterd moet worden, kan een bepaalde maatregel wel zorgen voor lagere kosten om de dijk te versterken dan ten opzichte van de referentiestrategie.

*Tabel 2.3 Overschrijdingskans en bijbehorende overstromingskans volgens de 2e referentie volgens (Kuiper et al, 2011) als de dijken precies voldoen aan de eisen in de toetsleidraden*

Nr.	Naam	Overschrijdingskans (1/jaar)	Overstromingskans 2 <sup>e</sup> referentie (1/jaar)
14_3	Zuid-Holland-Nwe Waterweg-Oost	1/10.000	1/10.000
15_1	Lopiker- en Krimpenerwaard	1/ 2.000	1/1.000
16_1	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden	1/2.000	1/1.000
17_1	IJsselmonde	1/4.000	1/2.000
18_1	Pernis	1/10.000	1/5.000
19_1	Rozenburg	1/10.000	1/5.000
20_1	Voorne-Putten-West Noordzijde	1/4.000	1/4.000
20_2	Voorne-Putten-Midden	1/4.000	1/4.000
20_3	Voorne-Putten-Oost Hartelkanaal	1/4.000	1/4.000
21_1	Hoekse Waard	1/2.000	1/1.000
22_1	Eiland van Dordrecht	1/2.000	1/1.000
24_1	Land van Altena	1/2.000	1/1.000
25_2	Goeree-Overflakkee-Haringvliet	1/2.000	1/2.000
34_1	West Brabant	1/2.000	1/500
34a	Geertruidenberg	1/2.000	1/500
35_1	Donge	1/2.000	1/1.000

Wanneer een maatregel zodanig veel waterstandsaling realiseert dat de benodigde dijkhoogte (HBN) inclusief de zetting na uitvoering van de maatregel lager is dan in 2015, is de overstromingskans wel gewijzigd. In dat geval is het verschil in HBN bepaald tussen de situatie zonder maatregel in 2015 en de situatie met maatregel. Vervolgens is een nieuwe kans uitgerekend met behulp van de daar geldende decimeringshoogte (kans factor 10 groter of kleiner). Wanneer de decimeringshoogte op een bepaalde locatie bijvoorbeeld 30 cm is en de HBN inclusief zetting met de nieuwe maatregel ligt 30 cm onder de HBN inclusief zetting van 2015 is de overstromingskans met een factor 10 verkleind.

Bij deze methode zijn twee aannames gedaan:

- De verandering in kans gebaseerd op de decimeringshoogte behorende bij de overschrijdingskans mag worden toegepast op de overstromingskans;
- De decimeringshoogtes zijn niet veranderd door uitvoering van de maatregel.

Als het HBN met de maatregel hoger is dan in 2015, is verondersteld dat de dijk versterkt zal worden volgens de huidige leidraden. De overstromingskans blijft in dat geval gelijk aan de huidige overstromingskans (volgens de 2<sup>e</sup> referentiesituatie).

De gevolgen zijn gebaseerd op HIS-SSM (Kok *et al.*, 2005). De resultaten betreffen directe schade, directe schade door bedrijfsuitval en indirecte schade. De vergelijkingssystematiek raadt aan ook de schade door uitval van vitale infrastructuur mee te nemen. Dat is in dit onderzoek niet gedaan, omdat er nog geen eenduidige manier is om die schade te bepalen.

Het aantal verwachte slachtoffers en getroffen en is gemonetariseerd, uitgaande van 6,7 miljoen euro per dodelijk slachtoffer en 12.000 euro per getroffene. Daarbij is aangenomen



dat bij een (dreigende) overstroming in Rijnmond-Drechtsteden 15% van de inwoners het gebied veilig kan verlaten door evacuatie (evacuatiefractie 15%).

In De Bruijn (2012) is geconstateerd dat door klimaatverandering de schade en het aantal slachtoffers per gebeurtenis nauwelijks toenemen. Als gevolg van grotere inundatiediepten (door hogere waterstanden in de rivier of op zee) neemt de schade in de meeste dijkringen met slechts 10 à 30% per gebeurtenis toe (De Bruijn, 2012). De toename van schade door economische groei is per gebeurtenis vele malen groter (factor 1,5 tot 9). In deze studie is het effect van grotere inundatiediepten op de gevolgen daarom verwaarloosd.

## 3 Dijkversterkingskosten

### 3.1 Besparing dijkversterkingskosten

#### 3.1.1 Basisvariant

Voor de berekening van de besparing op dijkversterkingskosten door waterberging Grevelingen is als "basisvariant" uitgegaan van de vigerende pipingregels en 30 cm robuustheidstoeslag. Voor deze variant zijn de kosten berekend voor de situatie met en zonder overhoogte en een combinatie van beiden gebaseerd op de vakken waar volgens Van der Meij (2013) overhoogte ook als oversterkte geïnterpreteerd mag worden.<sup>3</sup>

Tabel 3.1 en Tabel 3.2 geven een overzicht van de dijkbesparingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen voor het gebied van Rijnmond-Drechtsteden ten opzichte van respectievelijk de referentiestrategie en de optimalisatie van de referentiestrategie. Dit zijn de primaire waterkeringen van de categorie a die onderdeel zijn van de dijkringen 14 t/m 22, 24, 25, 34 en 35 (met uitzondering van de dijktrajecten langs de Lek, zie paragraaf 2.2.4). De kosten voor de categorie b- en c-keringen zijn niet geraamd.

De absolute dijkversterkingskosten gegeven de verhoging van het hydraulisch belasting niveau en de maatgevende hoogwaterstand kennen een bandbreedte van ongeveer -25% tot +40%. De bandbreedte van de verschillkosten zijn niet bekend.

De besparing op dijkversterkingskosten door waterberging Grevelingen bij de huidige norm ligt bij beperkte klimaatverandering (scenario's Stoom/Warm 2050 en Rust/Druk 2100) tussen de 30 en 110 miljoen euro afhankelijk of de overhoogte wordt meegenomen. Uitgaande van een faalkans van 1/1000 per sluitvraag van de Maeslantkering en zonder rekening te houden met overhoogte kan met waterberging Grevelingen nog eens 100 miljoen euro extra worden bespaard. Bij veel klimaatverandering (Stoom/Warm 2100) is de besparing 145 tot 375 miljoen euro afhankelijk of de overhoogte wordt meegenomen.

De variant Van der Meij geeft een besparing tussen de 100 en 325 miljoen euro (afhankelijk van het klimaatscenario) in 2100. Bij faalkans van de Maeslantkering van 1/1000 is dit 200 tot 265 miljoen euro. De resultaten van de variant Van der Meij liggen vrij dicht tegen de variant zonder overhoogte aan, omdat waterberging het meeste effect heeft in het gebied waar Van

---

<sup>3</sup> Voor die vakken waar volgens Van der Meij (2013) geldt dat overhoogte ook oversterkte betekent, is gerekend met aanwezig overhoogte. Voor de vakken waar volgens Van der Meij (2013) overhoogte niet gezien mag worden als oversterkte, en voor de vakken waar in Van der Meij (2013) geen uitspraak gedaan wordt, is gerekend zonder overhoogte.

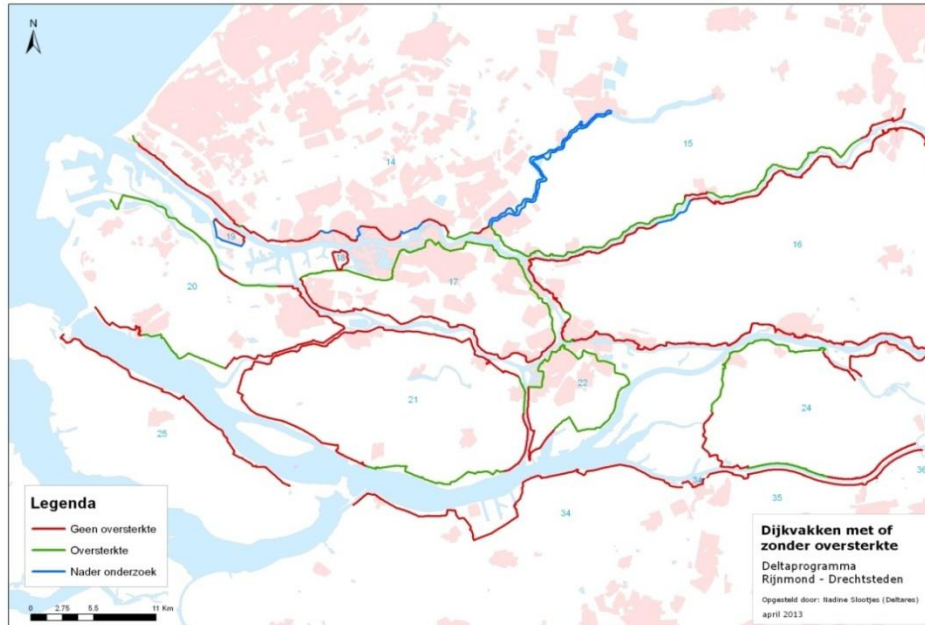
der Meij (2013) geconcludeerd heeft dat de aanwezige overhoogte niet als oversterkte meegenomen mag worden (Figuur 3.1).

*Tabel 3.1 Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen met pompen ten opzichte van de referentiestrategie (bij faalkans Maeslantkering 1/100 per sluitvraag).*

Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro), faalkans Maeslantkering 1/100 per sluitvraag	Stoom en Warm 2050	Rust en Druk 2100	Stoom en Warm 2100
<b>Zonder overhoogte</b>			
Huidige norm	110	110	375
Economische optimale kans	155	155	390
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	155	170	360
<b>Met overhoogte</b>			
Huidige norm	30	35	145
Economische optimale kans	50	55	235
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	45	115	260
<b>Optie Van der Meij</b>			
Huidige norm	95	100	325
Economische optimale kans	115	135	275
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	130	135	340

*Tabel 3.2 Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen met pompen ten opzichte van de optimalisatie van de referentiestrategie (bij faalkans Maeslantkering 1/1000 per sluitvraag).*

Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro) faalkans Maeslantkering 1/1000 per sluitvraag	Stoom en Warm 2050	Rust en Druk 2100	Stoom en Warm 2100
<b>Zonder overhoogte</b>			
Huidige norm	225	210	355
Economische optimale kans	280	270	425
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	285	350	445
<b>Met overhoogte</b>			
Huidige norm	35	35	95
Economische optimale kans	95	180	400
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	65	90	105
<b>Optie Van der Meij</b>			
Huidige norm	200	200	265
Economische optimale kans	270	250	460
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	255	340	300



*Figuur 3.1 Dijkvakken met en zonder oversterkte en dijkvakken die nader onderzoek vereisen (Van der Meij, 2013)*

De besparing op dijkversterkingskosten door waterberging Grevelingen is groter wanneer wordt uitgegaan van de normopties met economische optimale overstromingskans en  $LIR10^{-5}$ . Bij deze normen is er een grotere opgave dan bij de huidige normering. Hierdoor is strategie waterberging Grevelingen bij deze normen effectiever. De extra besparing uitgaande van de economisch optimale overstromingskans geldt dan voor de dijkkringen 16, 17, 20, 24 en 35 (zonder overhoogte). De extra besparing bij een norm om  $LIR10^{-5}$  te bereiken wordt gerealiseerd voor de dijkkringen 16, 17, 22 en 24 (zonder overhoogte).

Bij een faalkans van de Maeslantkering van 1/1000 per sluitvraag valt op dat voor het deltasceario Stoom en Warm 2100 de besparing op dijkversterkingskosten voor de variant Van der Meij niet tussen de besparingen van met en zonder overhoogte liggen. In Bijlage B en C (absolute versterkingskosten) is te zien dat de variant met overhoogte per strategie altijd de laagste dijkversterkingskosten oplevert, de variant zonder overhoogte de hoogste dijkversterkingskosten, en dat de variant Van der Meij er tussen invalt. Dit betekent echter niet dat de besparingen bij de variant met overhoogte ook altijd de meeste besparingen en de variant zonder overhoogte de minste besparingen oplevert.

*Voorbeeld:*

*Het kan zo zijn dat waterberging Grevelingen zoveel waterstandsverlaging oplevert, dat er bij de variant met overhoogte geen opgave is en bij de variant zonder overhoogte wel. Terwijl er bij de referentiestrategie bij beide varianten sprake is van een opgave. In dat geval zal er bij de variant met overhoogte een grote besparing zijn, terwijl de variant zonder overhoogte maar een kleine besparing oplevert. Zie bijvoorbeeld dijkkring 15 in Tabel B6 en C6.*

De besparing door waterberging Grevelingen ten opzichte van de referentiestrategie per dijkkring is gegeven in bijlage A. De absolute dijkversterkingskosten voor de referentiestrategie en de strategie waterberging Grevelingen zijn gegeven in respectievelijk bijlage B en C.

### 3.1.2 Gevoeligheidsanalyse

Voor de variant zonder overhoogte is ook berekend wat de dijkversterkingskosten zijn met en zonder waterberging Grevelingen als de robuustheidstoeslag niet meegenomen zou worden of wanneer rekening wordt gehouden met de nieuwe inzichten over piping. Tabel 3.3 en Tabel 3.4 geven de resultaten weer voor wel of geen rekening houden met robuustheidstoeslag.

*Tabel 3.3 Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen met pompen ten opzichte van de referentiestrategie (bij faalkans Maeslantkering 1/100 per sluitvraag).*

Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro) faalkans Maeslantkering 1/100 per sluitvraag	Stoom en Warm 2050	Rust en Druk 2100	Stoom en Warm 2100
<b>Zonder overhoogte, 30 cm robuustheidstoeslag</b>			
Huidige norm	110	110	375
Economische optimale kans	155	155	390
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	155	170	360
<b>Zonder overhoogte, geen robuustheidstoeslag</b>			
Huidige norm	210	220	285
Economische optimale kans	245	270	330
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	235	260	350

*Tabel 3.4 Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen met pompen ten opzichte van de optimalisatie van de referentiestrategie (bij faalkans Maeslantkering 1/1000 per sluitvraag).*

Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro) faalkans Maeslantkering 1/1000 per sluitvraag	Stoom en Warm 2050	Rust en Druk 2100	Stoom en Warm 2100
<b>Zonder overhoogte, 30 cm robuustheidstoeslag</b>			
Huidige norm	225	210	355
Economische optimale kans	280	270	425
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	285	350	445
<b>Zonder overhoogte, geen robuustheidstoeslag</b>			
Huidige norm	340	355	395
Economische optimale kans	360	400	375
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	360	450	490

De kostenbesparing van waterberging Grevelingen zonder rekening te houden met robuustheidstoeslag is groter dan wanneer de robuustheidstoeslag wel wordt meegenomen. De absolute dijkversterkingskosten zonder robuustheidstoeslag liggen ongeveer 10% lager dan wanneer 30 cm robuustheidstoeslag wordt meegeraamd. Dit percentage is gelijk voor de raming met en zonder waterberging. Dit verschil heeft in effect op de besparing die waterberging kan realiseren: meenemen van de robuustheidstoeslag leidt tot 1,5 tot 2 keer meer besparing bij de huidige norm (afhankelijk van de faalkans van de Maeslantkering) bij weinig klimaatverandering. Dit effect neemt af bij veel klimaatverandering, waarin het wel of niet meenemen van de robuustheidstoeslag leidt tot ongeveer dezelfde besparingen. Bij de

normopties Economisch optimale kans en LIR $10^{-5}$  dit verschil minder groot, ongeveer factor 1 tot 1,5 bij weinig klimaatverandering. Ook hier neemt dit effect af bij veel klimaatverandering.

In Bijlage B en C is in de absolute getallen te zien dat meenemen van de robuustheidstoelage leidt tot grotere dijkversterkingskosten. Dit wordt verklaard door bij het meenemen van de robuustheidstoelage eerder gebruik gemaakt moet worden van dure dijkversterkingsopties zoals constructies in verband met bebouwing in de buurt van de dijk. Dit effect neemt af naar mate de klimaatverandering en hogere normen (economisch optimale kans en LIR) zorgen voor een hogere opgave, waarbij je ook bij de variant zonder robuustheidstoelage vaker gebruik zult moeten maken van de dure constructies.

Tabel 3.5 en Tabel 3.6 geven de kostenbesparing als wordt gerekend met de nieuwe inzichten voor piping. Dit is berekend voor de variant zonder overhoogte en met 30 cm robuustheidstoelage Uit Bijlage B en C blijkt dat de absolute dijkversterkingskosten voor zowel 1/100 als 1/1000 faalkans voor de Maeslantkering, en voor alle deltasenarior's, voor de variant met vigerende pipingregels groter zijn dan met voor de variant met de nieuwe, strengere pipingregels. Ook geldt voor beide strategieën dat de dijkversterkingskosten bij veel klimaatverandering groter zijn dan bij weinig klimaatverandering. Hoe dit doorwerkt in de besparingen van de dijkversterkingskosten door het inzetten van waterberging Grevelingen, hangt zeer af van waar per variant de knikpunten liggen. Zorgt een combinatie van maatregelen, klimaatverandering, normkeuze en keuze voor pipingregels voor wel of geen grote opgave en vanaf wanneer verwacht je dat er duurdere constructies gebruikt moeten gaan worden bij de versterking?

Bij een faalkans van 1/100 per sluitvraag leidt het gebruik van de nieuwe pipingregels tot een 1,5 keer grotere besparing dan met de vigerende pipingregels bij weinig klimaatverandering. Dit effect neemt iets af bij veel klimaatverandering tot ongeveer factor 1,3. Voor een faalkans van de Maeslantkering van 1/1000 per sluitvraag geldt dat bij klimaatverandering de nieuwe en vigerende pipingregels leiden tot ongeveer gelijke kostenbesparing door waterberging Grevelingen bij weinig klimaatverandering. Echter bij veel klimaatverandering leiden de nieuwe pipingregels tot een besparing van ongeveer 1,5 keer groter dan bij de vigerende pipingregels.

*Tabel 3.5 Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen met pompen ten opzichte van de referentiestrategie (bij faalkans Maeslantkering 1/100 per sluitvraag).*

Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro) faalkans Maeslantkering 1/100 per sluitvraag	Stoom en Warm 2050	Rust en Druk 2100	Stoom en Warm 2100
<b>Zonder overhoogte, vigerende pipingregel, 30 cm robuustheidstoelage</b>			
Huidige norm	110	110	375
Economische optimale kans	155	155	390
Basisveiligheid LIR $10^{-5}$	155	170	360
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregel, 30 cm robuustheidstoelage</b>			
Huidige norm	180	190	470
Economische optimale kans	220	210	490
Basisveiligheid LIR $10^{-5}$	220	240	460

*Tabel 3.6 Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro exclusief btw, prijspeil 2009) door waterberging Grevelingen met pompen ten opzichte van de optimalisatie van de referentiestrategie (bij faalkans Maeslantkering 1/1000 per sluitvraag).*

Besparing dijkversterkingskosten (miljoen euro) faalkans Maeslantkering 1/1000 per sluitvraag	Stoom en Warm 2050	Rust en Druk 2100	Stoom en Warm 2100
<b>Zonder overhoogte, vigerende pipingregel, 30 cm robuustheidstoelage</b>			
Huidige norm	225	210	355
Economische optimale kans	280	270	425
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	285	350	445
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregel, 30 cm robuustheidstoelage</b>			
Huidig norm	220	200	535
Economische optimale kans	265	245	610
Basisveiligheid LIR 10 <sup>-5</sup>	265	285	605

## 4 Effect van waterberging op het overstromingsrisico

Er is onderzocht hoeveel het potentiële effect is dat waterberging Grevelingen heeft op de overstromingskans en het overstromingsrisico. Wanneer er geen sprake is van overhoogte wordt er uitgegaan van een overstromingskans horende bij de norm. Wanneer door het inzetten van waterberging Grevelingen een benodigde dijkhoogte (HBN) inclusief de zetting wordt gerealiseerd die lager is dan de HBN in 2015, is er sprake van overhoogte (in 2050 of 2100). In dat geval is er een lagere overstromingskans bepaald met behulp van de decimeringshoogte, en is opnieuw het overstromingsrisico berekend.

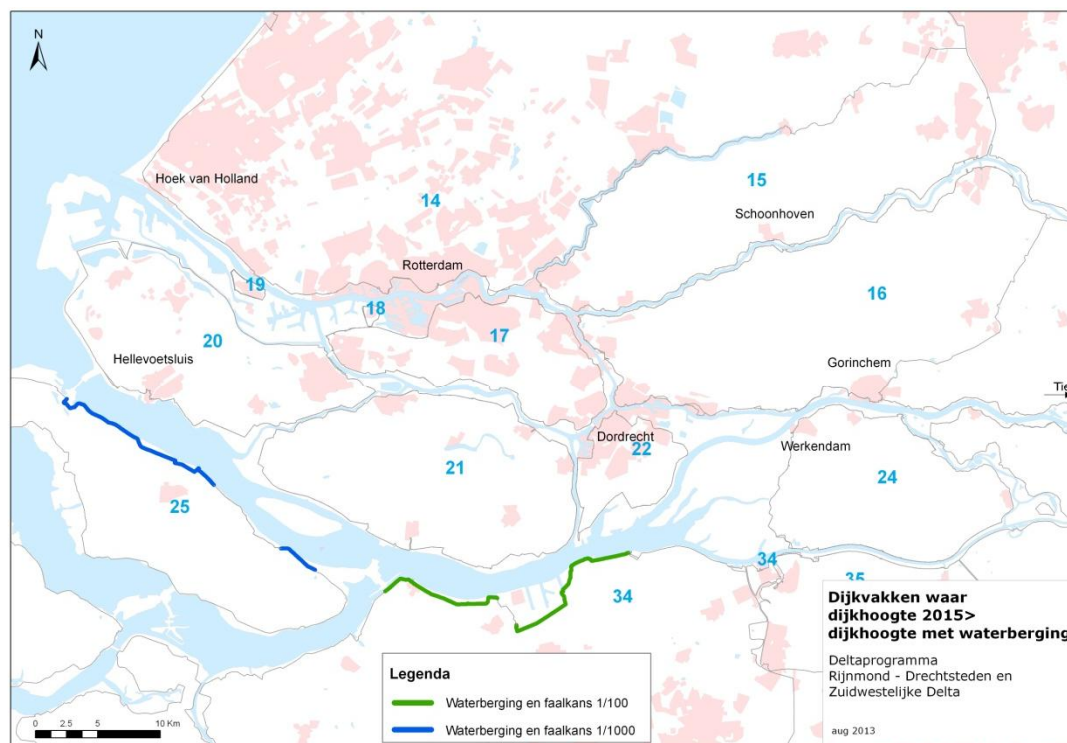
### 4.1 Verschil ten opzichte van 2015

Het blijkt dat bij veel klimaatverandering (Stoom/Warm 2100) de benodigde dijkhoogte nergens onder de referentie van 2015 komt. Voor geen van de dijkringen geldt dus dat er voor het scenario Stoom/Warm 2100 dat er sprake is van een lagere overstromingskans. Voor de scenario's Stoom/Warm 2050 en Druk/Rust 2100 is dit voor een aantal dijkvakken van dijkkring 25 en 34 wel het geval (zie Tabel 4.1 en Figuur 4.1). Voor dijkkring 25 en 34 worden voor de scenario's Stoom/Warm 2050 en Druk/Rust 2100 de (kleinere) overstromingskansen en de risicoreductie gepresenteerd in volgende paragrafen.



Tabel 4.1 Verschil (m) tussen de dijkhoogte 2015 en de benodigde dijkhoogte met waterberging Grevelingen.

Vakcode	Dijkhoogteverschil (m) met 2015			
	Waterberging Grevelingen – faalkans MLK 1/100		Waterberging Grevelingen – faalkans MLK 1/1000	
	Stoom/Warm 2050	Rust/Druk 2100	Stoom/Warm 2050	Rust/Druk 2100
25-2-1-A-1-A	0,02	0,12	<b>-0,04</b>	0,06
25-2-1-B-1-B	0,03	0,13	<b>-0,01</b>	0,09
25-2-1-B-1-C	0,05	0,15	0,01	0,11
25-2-1-B-1-D	0,05	0,15	<b>-0,04</b>	0,06
25-2-2-A-1-A	0,05	0,15	<b>-0,03</b>	0,07
34-1-1-A-1-A	<b>-0,08</b>	0,02	<b>-0,16</b>	<b>-0,06</b>
34-1-1-B-1-A	<b>-0,05</b>	0,05	<b>-0,11</b>	<b>-0,01</b>
34-1-1-B-1-B	<b>-0,14</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,11</b>
34-1-1-C-2-B	0,02	0,12	0,00	0,10
34-1-1-C-2-C	<b>-0,02</b>	0,08	<b>-0,08</b>	0,02
34-1-1-C-3-D	0,00	0,15	<b>-0,07</b>	0,08
34-1-2-A-1-D	0,10	0,30	0,04	0,24
34-1-2-B-1-D	0,08	0,28	0,00	0,20
34-1-2-B-1-E	0,09	0,29	0,03	0,23



Figuur 4.1 Dijkvakken waarvoor geldt dat de dijkhoogte 2015 hoger is dan de benodigde dijkhoogte met waterberging Grevelingen.

## 4.2 Effect op de overstromingskans

Eén van de uitgangspunten was dat bij klimaatverandering de dijken en kunstwerken zo aangepast worden, dat de huidige overschrijdingsfrequenties van de ontwerpwaterstanden gelijk blijven en de overstromingskansen niet wijzigen. Wanneer een strategie zodanig veel waterstandsaling realiseert dat de benodigde dijkhoogte na uitvoering van de strategie lager is dan in 2015, is de overstromingskans wel gewijzigd. Met behulp van de decimeringshoogte is per Hydra-uitvoerpunt berekend hoeveel de overstromingskans verandert. Omdat er meerdere Hydra-uitvoerpunten per doorbraaktraject zijn, is een gemiddelde genomen van alle Hydra-uitvoerpunten. Tabel 4.2 geeft voor dijkkring 25 de nieuwe terugkeertijden (1/kans) weer per doorbraaktraject (Figuur 4.2).

Tabel 4.2 Dijkkring 25 Goeree-Overflakkee: Terugkeertijden per doorbraaklocatie voor de referentiestrategie en de strategie waterberging Grevelingen

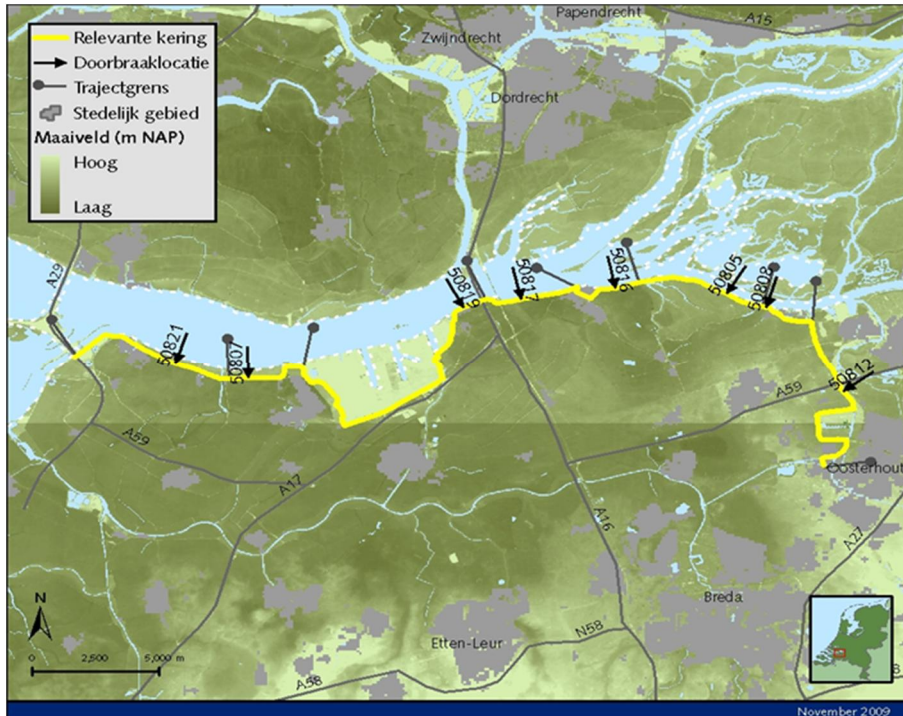
Brescode	Lengte (km)	Conditionele kans (-)	Terugkeertijd (jaren)	
			Referentiestrategie	Waterberging Grevelingen - faalkans 1/1000
				Stoom/Warm 2050
51174	8	0,31	7000	<b>8750</b>
51175	4	0,18	12250	<b>16000</b>
51176	0	0,03	78750	<b>106750</b>
51177	4	0,15	14500	14500
51178	1	0,06	37000	37000
51179	1	0,05	45000	45000
51180	2	0,09	23250	23250
51181	0	0,01	153750	153750
51182	3	0,12	18500	<b>24500</b>



Figuur 4.2 Dijkringdelen en doorbraaklocaties dijkkring 25\_2 Goeree-Overflakkee

Tabel 4.3 Dijkkring 34 West-Brabant: Terugkeertijden per doorbraaklocatie voor de referentiestrategie en de strategie waterberging Grevelingen.

Brescode	Lengte (km)	Conditionele kans (-)	Terugkeertijd (jaren)			
			Referentiestrategie	Waterberging Grevelingen - faalkans 1/100		Waterberging Grevelingen - faalkans 1/1000
				Stoom/Warm 2050	Stoom/Warm 2050	Rust/Druk 2100
50821	6	0,30	4250	<b>6000</b>	<b>8250</b>	<b>5250</b>
50807	3	0,14	8500	<b>12000</b>	<b>16000</b>	<b>10750</b>
50819	12	0,56	2250	<b>2500</b>	<b>3000</b>	<b>2250</b>
50808	2	0,09	12500	12500	12500	12500
50805	5	0,21	5500	5500	5500	5500
50812	9	0,41	3000	3000	3000	3000
50816	2	0,12	10250	10250	10250	10250
50817	4	0,15	8000	8000	<b>10500</b>	8000



Figuur 4.3 Dijkringdelen en doorbraaklocaties dijkkring 34-1 West-Brabant

### 4.3 Effect op het overstromingsrisico

Tabel 4.4 tot en met Tabel 4.6 geven het berekende risico aan voor dijkkring 25 en 34 voor de referentiestrategie en de strategie waterberging Grevelingen. Dit is berekend voor de verschillende economische groeiscenario's van de Deltascenario's.

Waterberging Grevelingen met de huidige faalkans van de Maeslantkering zorgt voor dijkkring 34 voor ongeveer 5% risicoreductie in 2050. Dit effect is door klimaatverandering teniet gedaan in 2100.

Waterberging Grevelingen met een faalkans van de Maeslantkering van 1/1000 per sluitvraag zorgt voor dijkkring 25 voor ongeveer 10% risicoreductie en voor dijkkring 34 voor 10-15% risicoreductie in 2050. In 2100 is de risicoreductie voor dijkkring 35 nog ongeveer 2-3%. Er is geen risicoreductie meer voor dijkkring 25.

Gezien de grote onzekerheden in vele aspecten van dit deel van het onderzoek, zijn de risicoreductie effecten marginaal te noemen.

Tabel 4.4 Risico's in miljoen euro per jaar voor 2050 dijkkring 25 Goeree-Overflakkee

Risico's dijkkring 25 (miljoen euro per jaar)	Referentiestrategie		Waterberging Grevelingen - faalkans 1/100	
	Rust/Warm 2050	Druk/Stoom 2050	Rust/Warm 2050	Druk/Stoom 2050
Slachtofferrisico	0,01	0,02	0,01	0,02
Schaderisico	0,08	0,14	0,07	0,13
Getroffenenrisico	0,01	0,02	0,01	0,02
Totaal	0,10	0,18	0,09	0,16

Tabel 4.5 Risico's in miljoen euro per jaar voor 2050 dijkkring 34 West-Brabant

Risico's dijkkring 34 (miljoen euro per jaar)	Referentiestrategie		Waterberging Grevelingen - faalkans 1/100		Waterberging Grevelingen - faalkans 1/1000	
	Rust/Warm 2050	Druk/Stoom 2050	Rust/Warm 2050	Druk/Stoom 2050	Rust/Warm 2050	Druk/Stoom 2050
Slachtofferrisico	0,12	0,21	0,11	0,20	0,10	0,19
Schaderisico	3,17	5,76	2,97	5,40	2,69	4,89
Getroffenenrisico	0,18	0,33	0,17	0,31	0,16	0,29
Totaal	3,46	6,30	3,25	5,91	2,95	5,36

Tabel 4.6 Risico's in miljoen euro per jaar voor 2100 dijkkring 34 West-Brabant

Risico's dijkkring 34 (miljoen euro per jaar)	Referentiestrategie		Waterberging Grevelingen - faalkans 1/1000	
	Rust/Warm 2100	Druk/Stoom 2100	Rust/Warm 2100	Druk/Stoom 2100
Slachtofferrisico	0,17	0,73	0,16	0,72
Schaderisico	10,07	14,62	9,73	14,13
Getroffenenrisico	0,25	1,13	0,25	1,10
Totaal	10,49	16,48	10,14	15,95

## 5 Conclusies

Per strategie (referentie of waterberging Grevelingen) kan in de absolute dijkversterkingskosten een duidelijke trend gezien worden in de hoogte van de kosten, afhankelijk van keuzes met betrekking tot veel of weinig klimaatverandering, zware of minder zware norm, wel of niet meenemen van overhoogte, wel of niet meenemen van robuustheidstoeslag of rekenen met vigerende of nieuwe pipingregels.

Tabel 5.1 Overzicht effect van keuzes op absolute dijkversterkingskosten voor zowel de referentiestrategie als de strategie waterberging Grevelingen

Lagere absolute dijkversterkingskosten	Hogere absolute dijkversterkingskosten
Weinig klimaatverandering	Veel klimaatverandering
Huidige norm	Economisch optimale kans en LIR normen
Wel overhoogte	Geen overhoogte
Geen robuustheidstoeslag	Wel robuustheidstoeslag
Vigerende pipingregels	Nieuwe pipingregels

De besparing op dijkversterkingskosten door waterberging Grevelingen bij **de huidige norm** ligt bij beperkte klimaatverandering tussen de 30 en 110 miljoen euro afhankelijk van het al dan niet meenemen van de overhoogte. Bij veel klimaatverandering is de besparing 145 miljoen euro als overhoogte niet meegenomen wordt, en 375 miljoen euro als de overhoogte wel meegenomen wordt. Uitgaande van een faalkans van 1/1000 per sluitvraag van de Maeslantkering en zonder rekening te houden met overhoogte kan met waterberging Grevelingen nog eens 100 miljoen euro extra worden bespaard.

De resultaten van de variant Van der Meij liggen vrij dicht tegen de variant zonder overhoogte aan, omdat waterberging het meeste effect heeft in het gebied waar Van der Meij (2013)



geconcludeerd heeft dat de aanwezige overhoogte niet als oversterkte meegenomen mag worden (Figuur 3.1).

De besparing op dijkversterkingskosten door waterberging Grevelingen is groter wanneer wordt uitgegaan van de normopties met **economische optimale overstromingskans en LIR10<sup>-5</sup>**.

De nominale kosten van waterberging Grevelingen zijn ongeveer 230 miljoen euro. Voor de **huidige norm** geldt dat alleen in geval van veel klimaatverandering, en pas in 2100, waterberging meer oplevert dan het kost, voor de varianten zonder overhoogte en Van der Meij. Uitgaande van een faalkans van 1/1000 per sluitvraag van de Maeslantkering zullen de nominale kosten van waterberging ook bij minder klimaatverandering ongeveer even groot zijn als de dijkbesparingskosten voor de varianten zonder overhoogte en Van der Meij.

Voor de normopties met **economische optimale overstromingskans en LIR10<sup>-5</sup>** geldt dat alleen in geval van veel klimaatverandering, en pas in 2100, de nominale kosten van waterberging kleiner zijn dan de dijkbesparingskosten voor de varianten met overhoogte, zonder overhoogte en Van der Meij. Uitgaande van een faalkans van 1/1000 per sluitvraag van de Maeslantkering zullen de nominale kosten van waterberging ook bij minder klimaatverandering ongeveer even groot zijn als de dijkbesparingskosten voor de varianten zonder overhoogte en Van der Meij.

Bovenstaande conclusies hebben betrekking op de varianten waarin de robuustheidstoeslag van 30 cm wel is meegenomen, en waarbij er met de vigerende pipingregels is gerekend. Wanneer de **robuustheidstoeslag** niet meegenomen wordt (in combinatie met geen overhoogte en de vigerende pipingregels), dan zijn de nominale kosten van waterberging Grevelingen voor alle drie de normopties kleiner dan de dijkbesparingskosten, voor veel en weinig klimaatverandering.

Wanneer er met de nieuwe pipingregels gerekend wordt (in combinatie met geen overhoogte en wel een robuustheidstoeslag van 30 cm), geldt dat voor de **huidige norm** de nominale kosten van waterberging Grevelingen kleiner zijn dan de dijkbesparingskosten in geval van veel klimaatverandering (in 2100), voor de **economische optimale overstromingskans en LIR10<sup>-5</sup>** normopties zijn de nominale kosten van waterberging voor veel en weinig klimaatverandering kleiner dan de dijkbesparingskosten

Let wel, in bovenstaande kostenvergelijken zijn nominale kosten gebruikt, waarbij in geval van waterberging Grevelingen in een keer vroegtijdig moet worden geïnvesteerd, terwijl de dijkversterkingskosten veelal later in de tijd gemaakt kunnen worden. In veel van de doorgereken scenario's is in termen van contante waarde waterberging waarschijnlijk duurder dan dijkversterking en daardoor niet kosteneffectief. Dit zal moeten blijken uit berekeningen met de Blokkendoos die op dit moment ontwikkeld wordt voor DPRD waarmee investeringen expliciet in de tijd worden geraamd.

Eén van de uitgangspunten was dat bij klimaatverandering de dijken en kunstwerken zo aangepast worden, dat de huidige overschrijdingsfrequenties van de ontwerpwaterstanden gelijk blijven en de overstromingskansen (en daarmee het **overstromingsrisico**) niet wijzigen. Wanneer een strategie zodanig veel waterstandsdeling realiseert dat de benodigde dijkhoogte na uitvoering van de strategie lager is dan in 2015, is de overstromingskans wel gewijzigd. Alleen voor dijkkring 25 en 34 worden de overstromingskansen, en daarmee het overstromingsrisico, door waterberging Grevelingen gereduceerd.



Waterberging Grevelingen met de huidige faalkans van de Maeslantkering zorgt voor dijkkring 34 voor ongeveer 5% risicoreductie in 2050. Dit effect is door klimaatverandering teniet gedaan in 2100.

Waterberging Grevelingen met een faalkans van de Maeslantkering van 1/1000 per sluitvraag zorgt voor dijkkring 25 voor ongeveer 10% risicoreductie en voor dijkkring 34 voor 10-15% risicoreductie in 2050. In 2100 is de risicoreductie voor dijkkring 35 nog ongeveer 2-3%. Er is geen risicoreductie meer voor dijkkring 25.

## Referenties

Slootjes, N., 2013. *Kosten en effecten van waterberging Grevelingen. Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden*. Deltares-rapport 1207303-000-VEB-0005, januari 2013.

Slootjes, N. en A. Jeuken, 2013. *Kosten en effecten van kansrijke maatregelen en strategieën. Fase kansrijke strategieën Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. Hoofdrapport*. Deltares-rapport 1207828-004-VEB-0002.

Slootjes N. en I. Van der Zwan, 2013. *Deelrapport 3: Investeringskosten dijken. Fase Kansrijke Strategieën van het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden*. Deltares, mei 2013.

De Bruijn, K.M., 2012. *Het effect van 'mogelijke strategieën' op overstromingsrisico's in Rijnmond-Drechtsteden*. Deltares-rapport 1206053-000-VEB-0029. Juni 2012.

Kind, J., 2011. *Maatschappelijke Kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21e eeuw*. Deltares-rapport 1204144-006-ZWS-0012, 31 maart 2011.

Kok, M., Huizinga H.J., Vrouwenvelder A.C.W.M. & Van den Braak W.E.M. (2005). *Standaardmethode Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen*. Rapport 999.10, HKV Lijn in Water, Lelystad.

Kuijper, B., Stijnen, J. en van Velzen, E. (2011) *Overstromingskansen- Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21e eeuw*. Projectnummer 1204144, Deltares, Delft.

Slootjes, N., 2012. *Kosten en effecten van waterberging Grevelingen. Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden*. Deltares-rapport 1207303-000-VEB-0005, december 2012.

Staf Deltacommissaris, 2011. *Vergelijkingsystematiek Deltaprogramma*. Uitgevoerd door Royal Haskoning: P. Lamberigts, L. de Bruin, H. van Duijn, R. Knoben, B. Jonkman en Deltares: M. Marchand, J. Kind en F. Klijn. 9W8366.A0/R004/412230/R'dam, oktober 2011.

Van der Meij, R., 2013. *Overhoogte in Rijnmond-Drechtsteden. Bepaling gebieden waar overhoogte als oversterkte mag worden beschouwd*. Deltares-rapport 1207828-003-VEB-0001-jvm.

### Kopie aan

Tijs Dekker (DP-RD), Tom van der Wekken (WVL), Jarl Kind, Karin Stone

### Bijlage(n)

## Bijlage A Dijkbesparingskosten per dijkkring door waterberging Grevelingen

Tabel A.1 Dijkbesparingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2050 door waterberging Grevelingen met pompen en faalkans Maeslantkering 1/100

Variant	Stoom en Warm 2050													
	Dijkkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage														
Huidige norm	0	0	15	5	0	0	5	20	10	5	90	55	0	
Economische optimale kans	0	0	15	20	0	0	10	20	10	15	90	55	5	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	10	5	0	0	5	20	25	15	90	55	0	
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	0	0	5	5	0	0	10	35	10	5	5	30	5	
Economische optimale kans	0	0	20	5	0	0	20	35	25	10	5	30	5	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	25	10	0	0	10	35	20	10	5	30	5	
Met overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	
Economische optimale kans	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	0	0	10	5	0	0	10	25	5	0	5	30	5	
Economische optimale kans	0	0	20	5	0	0	20	25	5	10	5	30	5	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	20	10	0	0	10	25	15	15	5	30	5	
Zonder overhoogte, nieuwe pipingsregels, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	0	0	5	15	0	0	20	40	20	5	20	50	5	
Economische optimale kans	0	0	20	15	0	0	25	40	30	10	20	50	5	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	20	20	0	0	20	40	35	10	20	50	5	

**Datum**  
18 september 2013

**Ons kenmerk**  
1208318-001-VEB-0001

**Pagina**  
24/43

*Tabel A.2 Dijkbesparingskosten (miljoen euro) voor het scenario Rust en Druk 2100 door waterberging Grevelingen met pompen en faalkans Maeslantkering 1/100.*

Variant	Rust en Druk 2100												
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	0	5	0	0	20	20	15	5	95	55	0
Economische optimale kans	0	0	20	10	0	0	25	20	15	15	95	55	15
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	10	5	0	0	20	20	40	10	95	55	5
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	5	5	0	0	10	25	10	5	5	30	5
Economische optimale kans	0	0	15	15	0	0	20	25	20	10	5	30	5
Basisveiligheid LIR 10-5	5	0	20	15	0	0	10	25	25	10	5	30	15
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Economische optimale kans	0	0	5	0	0	0	0	0	0	30	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	85	0	0	0	0	0	0	10	0	20	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	15	5	0	0	10	15	5	0	5	30	5
Economische optimale kans	0	0	15	10	0	0	15	15	5	30	5	30	5
Basisveiligheid LIR 10-5	5	0	20	5	0	0	10	15	15	10	5	30	15
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipinregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	15	10	0	0	20	45	20	5	20	55	5
Economische optimale kans	0	0	10	15	0	0	25	45	30	10	20	55	5
Basisveiligheid LIR 10-5	10	0	15	25	0	0	20	45	35	10	20	55	15

*Tabel A.3 Dijkbesparingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2100 door waterberging Grevelingen met pompen en faalkans Maeslantkering 1/100*

Variant	Stoom en Warm 2100													
	Dijkkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>														
Huidige norm	5	15	15	35	5	0	20	65	20	20	10	55	20	
Economische optimale kans	5	10	99	35	0	0	30	65	55	25	10	55	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	15	50	25	0	0	20	65	60	20	10	55	20	
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>														
Huidige norm	5	5	30	65	0	0	30	95	40	20	10	60	15	
Economische optimale kans	5	15	99	65	0	0	30	95	40	20	10	60	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	5	30	45	0	0	30	95	45	30	10	60	10	
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>														
Huidige norm	-5	65	15	0	0	0	0	0	0	20	0	45	0	
Economische optimale kans	-5	10	165	0	0	0	0	0	0	20	0	45	0	
Basisveiligheid LIR 10-5	15	65	30	0	0	0	0	0	75	30	0	45	0	
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>														
Huidige norm	5	65	30	15	0	0	15	70	20	15	10	60	15	
Economische optimale kans	5	10	99	25	0	0	20	70	10	20	10	60	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	65	35	25	0	0	15	70	10	35	10	60	10	
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>														
Huidige norm	5	5	30	55	0	0	35	105	70	20	25	105	20	
Economische optimale kans	5	5	99	55	0	0	35	105	60	20	25	105	15	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	5	40	55	0	0	35	105	55	30	25	105	5	

Datum  
18 september 2013

Ons kenmerk  
1208318-001-VEB-0001

Pagina  
26/43

Tabel A.4 Dijkbesparingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2050 door waterberging Grevelingen met pompen en faalkans Maeslantkering 1/1000.

Variant	Stoom en Warm 2050												
Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage													
Huidige norm	0	0	35	5	0	0	10	70	15	5	140	60	0
Economische optimale kans	0	0	30	5	0	0	15	70	20	15	140	60	5
Basisveiligheid LIR 10-5	5	0	20	20	0	0	10	70	15	20	140	60	0
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	0	0	0	5	0	0	10	35	20	5	110	30	5
Economische optimale kans	0	0	30	10	0	0	10	35	15	15	110	30	15
Basisveiligheid LIR 10-5	5	0	20	15	0	0	10	35	35	20	110	30	5
Met overhoogte, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	20	0
Economische optimale kans	0	0	30	0	0	0	10	0	0	30	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	15	0	0	0	10	0	0	20	0	20	0
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	0	0	0	5	0	0	20	20	5	0	110	30	5
Economische optimale kans	0	0	30	5	0	0	20	20	5	25	110	30	15
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	20	10	0	0	20	20	15	20	110	30	5
Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	5	0	5	15	0	0	25	45	25	5	30	55	5
Economische optimale kans	5	5	30	20	5	0	25	45	25	10	30	60	20
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	20	20	0	0	25	45	45	15	30	55	5



*Tabel A.5 Dijkbesparingskosten (miljoen euro) voor het scenario Rust en Druk 2100 door waterberging Grevelingen met pompen en faalkans Maeslantkering 1/1000*

Variant	Rust en Druk 2100												
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	15	5	0	0	25	80	25	5	140	55	0
Economische optimale kans	0	0	35	10	0	0	30	80	15	15	140	55	20
Basisveiligheid LIR 10-5	65	0	25	15	0	0	25	80	20	20	140	55	0
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	5	5	0	0	10	30	10	5	110	35	5
Economische optimale kans	0	0	35	5	0	0	15	30	25	15	110	35	5
Basisveiligheid LIR 10-5	60	0	20	20	0	0	10	30	35	15	110	35	15
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	20	0
Economische optimale kans	0	0	145	0	0	0	10	0	0	5	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	15	0	0	0	10	0	0	45	0	20	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	5	5	0	0	20	15	5	5	110	35	5
Economische optimale kans	0	0	50	5	0	0	20	15	5	5	110	35	5
Basisveiligheid LIR 10-5	55	0	20	15	0	0	20	15	15	40	110	35	15
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	0	0	5	15	0	0	25	40	20	5	25	55	5
Economische optimale kans	0	0	30	15	0	0	25	40	35	15	25	55	5
Basisveiligheid LIR 10-5	10	0	30	20	0	0	25	40	45	10	25	55	15

*Tabel A.6 Dijkbesparingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2100 door waterberging Grevelingen met pompen en faalkans Maeslantkering 1/1000.*

Variant	Stoom en Warm 2100													
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoeslag</b>														
Huidige norm	5	0	25	115	5	5	25	85	25	20	15	60	10	
Economische optimale kans	5	5	99	50	0	5	35	85	50	20	15	60	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	25	0	70	90	10	5	25	85	55	25	15	60	20	
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoeslag</b>														
Huidige norm	5	10	25	25	0	0	40	100	35	15	20	60	20	
Economische optimale kans	5	10	99	70	5	0	35	100	55	20	20	60	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	10	10	45	70	0	0	40	100	50	25	20	60	10	
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoeslag</b>														
Huidige norm	0	0	25	0	0	0	5	0	0	20	0	45	0	
Economische optimale kans	0	170	160	0	0	0	5	0	0	25	0	45	0	
Basisveiligheid LIR 10-5	0	0	35	0	0	0	5	0	0	20	0	45	0	
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoeslag</b>														
Huidige norm	5	0	25	20	0	0	25	65	10	15	20	60	20	
Economische optimale kans	5	170	99	30	5	0	20	65	20	20	20	60	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	10	0	45	25	0	0	25	65	15	25	20	60	10	
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoeslag</b>														
Huidige norm	10	10	30	40	5	0	55	125	55	20	40	125	20	
Economische optimale kans	10	15	99	85	5	0	55	125	70	15	40	125	10	
Basisveiligheid LIR 10-5	15	10	60	80	0	0	55	125	55	30	40	125	5	

## Bijlage B Dijkversterkingskosten voor de referentiestrategie

Tabel B.1 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2050 voor de referentiestrategie met faalkans Maeslantkering 1/100.

Variant	Stoom en Warm 2050													
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage														
Huidige norm	740	325	870	380	60	0	200	305	385	225	170	155	80	
Economische optimale kans	740	0	1010	445	70	0	225	305	405	265	170	155	95	
Basisveiligheid LIR 10-5	865	325	1030	525	85	195	200	305	430	305	170	155	80	
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	830	340	945	450	70	170	270	390	435	260	185	195	100	
Economische optimale kans	830	0	1080	530	75	170	310	390	455	305	185	195	120	
Basisveiligheid LIR 10-5	920	340	1095	575	90	205	270	390	470	335	185	195	100	
Met overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	20	0	130	0	0	0	10	0	0	110	0	20	0	
Economische optimale kans	20	135	810	0	0	0	10	0	0	165	0	20	0	
Basisveiligheid LIR 10-5	50	0	955	0	0	0	10	0	0	225	0	20	0	
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	825	0	935	205	70	170	165	305	60	155	185	195	100	
Economische optimale kans	825	0	1070	210	75	170	205	305	65	205	185	195	120	
Basisveiligheid LIR 10-5	915	0	1095	230	90	205	165	305	75	265	185	195	100	
Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	900	355	1030	610	80	180	325	495	505	335	250	350	110	
Economische optimale kans	900	395	1155	675	80	180	365	495	520	360	250	350	130	
Basisveiligheid LIR 10-5	1000	355	1190	745	100	210	325	495	540	400	250	350	110	

**Datum**  
18 september 2013

**Ons kenmerk**  
1208318-001-VEB-0001

**Pagina**  
30/43

*Tabel B.2 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Rust en Druk 2100 voor de referentiestrategie met faalkans Maeslantkering 1/100*

Variant	Rust en Druk 2100												
Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	745	340	940	430	70	165	230	330	400	245	175	175	85
Economische optimale kans	745	375	1070	480	70	165	255	330	415	290	175	175	110
Basisveiligheid LIR 10-5	910	340	1080	545	85	200	230	330	445	320	175	175	90
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	845	365	995	470	70	180	285	405	440	280	190	215	100
Economische optimale kans	845	0	1135	555	80	180	325	405	460	325	190	215	125
Basisveiligheid LIR 10-5	955	365	1160	610	90	215	285	405	480	360	190	215	120
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	25	0	150	0	0	0	15	0	0	120	0	20	0
Economische optimale kans	25	70	550	0	0	0	15	0	0	165	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	60	0	745	0	0	0	15	0	0	225	0	20	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	840	0	990	220	70	180	175	320	60	175	190	215	100
Economische optimale kans	840	0	1130	225	80	180	210	320	65	225	190	215	125
Basisveiligheid LIR 10-5	950	0	1155	250	90	215	175	320	75	280	190	215	120
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	945	385	1115	660	85	190	355	540	530	370	260	390	115
Economische optimale kans	945	0	1230	725	90	190	395	540	545	400	260	390	145
Basisveiligheid LIR 10-5	1045	385	1265	810	105	220	355	540	565	435	260	390	130

*Tabel B.3 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2100 voor de referentiestrategie met faalkans Maeslantkering 1/100*

Variant	Stoom en Warm 2100												
Dijkkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	895	370	1005	525	80	195	325	455	460	285	200	245	115
Economische optimale kans	895	400	99	615	85	195	370	455	500	330	200	245	130
Basisveiligheid LIR 10-5	995	370	1185	700	95	220	325	455	530	360	200	245	120
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	950	385	1075	625	85	205	400	550	515	340	210	290	135
Economische optimale kans	950	420	99	705	90	205	440	550	545	375	210	290	155
Basisveiligheid LIR 10-5	1025	385	1240	780	100	230	400	550	560	410	210	290	140
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	75	135	630	0	0	0	25	0	0	205	0	65	0
Economische optimale kans	75	285	920	0	0	0	25	0	0	235	0	65	0
Basisveiligheid LIR 10-5	330	135	1030	0	0	105	25	0	75	265	0	65	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	945	135	1075	275	85	205	235	415	90	270	210	290	135
Economische optimale kans	945	285	99	290	90	205	270	415	90	295	210	290	155
Basisveiligheid LIR 10-5	1020	135	1240	325	100	230	235	415	95	335	210	290	140
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	1055	400	1210	850	100	215	505	725	655	435	315	540	155
Economische optimale kans	1055	435	99	925	100	215	550	725	675	460	315	540	175
Basisveiligheid LIR 10-5	1135	400	1400	1025	115	235	505	725	680	500	315	540	160

**Datum**  
18 september 2013

**Ons kenmerk**  
1208318-001-VEB-0001

**Pagina**  
32/43

*Tabel B.4 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2050 voor de optimalisatie van de referentiestrategie met faalkans Maeslantkering 1/1000.*

Variant	Rust en Druk 2100												
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	20	340	930	210	0	90	215	325	400	245	175	165	85
Economische optimale kans	20	375	1040	220	0	90	240	325	415	285	175	165	110
Basisveiligheid LIR 10-5	605	340	1055	445	70	105	215	325	420	315	175	165	90
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	30	355	990	245	0	100	275	395	440	280	185	210	100
Economische optimale kans	30	0	1110	255	0	100	295	395	455	320	185	210	125
Basisveiligheid LIR 10-5	640	355	1130	545	70	110	275	395	475	355	185	210	115
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	5	0	140	0	0	0	10	0	0	120	0	20	0
Economische optimale kans	5	70	540	0	0	0	10	0	0	140	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	55	0	660	0	0	0	10	0	0	220	0	20	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	30	0	970	210	0	100	165	310	60	175	185	210	100
Economische optimale kans	30	0	1100	210	0	100	180	310	65	195	185	210	125
Basisveiligheid LIR 10-5	635	0	1130	225	70	110	165	310	75	280	185	210	115
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	795	350	1020	570	65	165	305	480	500	330	240	345	110
Economische optimale kans	795	0	1125	580	70	165	325	480	510	355	240	345	130
Basisveiligheid LIR 10-5	910	350	1155	630	80	185	305	480	535	395	240	345	110

**Datum**  
18 september 2013

**Ons kenmerk**  
1208318-001-VEB-0001

**Pagina**  
33/43

*Tabel B.5 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Rust en Druk 2100 voor de optimalisatie van de referentiestrategie met faalkans Maeslantkering 1/1000*

Variant	Rust en Druk 2100												
Dijkkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	20	340	930	210	0	90	215	325	400	245	175	165	85
Economische optimale kans	20	375	1040	220	0	90	240	325	415	285	175	165	110
Basisveiligheid LIR 10-5	605	340	1055	445	70	105	215	325	420	315	175	165	90
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	30	355	990	245	0	100	275	395	440	280	185	210	100
Economische optimale kans	30	0	1110	255	0	100	295	395	455	320	185	210	125
Basisveiligheid LIR 10-5	640	355	1130	545	70	110	275	395	475	355	185	210	115
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	5	0	140	0	0	0	10	0	0	120	0	20	0
Economische optimale kans	5	70	540	0	0	0	10	0	0	140	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	55	0	660	0	0	0	10	0	0	220	0	20	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	30	0	970	210	0	100	165	310	60	175	185	210	100
Economische optimale kans	30	0	1100	210	0	100	180	310	65	195	185	210	125
Basisveiligheid LIR 10-5	635	0	1130	225	70	110	165	310	75	280	185	210	115
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	835	370	1100	620	75	180	335	525	525	370	255	380	115
Economische optimale kans	835	0	1210	645	75	180	355	525	540	400	255	380	145
Basisveiligheid LIR 10-5	955	370	1240	710	80	195	335	525	560	430	255	380	130



**Datum**  
18 september 2013

**Ons kenmerk**  
1208318-001-VEB-0001

**Pagina**  
34/43

*Tabel B.6 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2100 voor de optimalisatie van de referentiestrategie met faalkans Maeslantkering 1/1000*

Variant	Stoom en Warm 2100												
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	620	350	995	465	70	175	310	440	455	280	195	235	105
Economische optimale kans	620	385	99	500	70	175	340	440	485	330	195	235	125
Basisveiligheid LIR 10-5	905	350	1170	600	80	205	310	440	505	355	195	235	120
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	865	380	1060	505	70	185	385	520	505	335	210	280	135
Economische optimale kans	865	405	99	595	75	185	415	520	540	370	210	280	150
Basisveiligheid LIR 10-5	940	380	1205	660	85	215	385	520	550	400	210	280	140
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	45	70	625	0	0	0	25	0	0	205	0	65	0
Economische optimale kans	45	245	830	0	0	0	25	0	0	230	0	65	0
Basisveiligheid LIR 10-5	70	70	910	0	0	105	25	0	0	260	0	65	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	860	70	1060	250	70	185	220	390	75	265	210	280	135
Economische optimale kans	860	245	99	265	75	185	245	390	90	295	210	280	150
Basisveiligheid LIR 10-5	935	70	1205	285	85	215	220	390	90	330	210	280	140
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	970	395	1190	715	80	195	480	690	620	435	310	525	150
Economische optimale kans	970	425	99	795	85	195	510	690	650	455	310	525	170
Basisveiligheid LIR 10-5	1050	395	1365	875	100	220	480	690	660	490	310	525	160

## Bijlage C Dijkversterkingskosten voor de strategie waterberging Grevelingen

Tabel C.1 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2050 voor de strategie waterberging Grevelingen met faalkans Maeslantkering 1/100

Variant	Stoom en Warm 2050													
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage														
Huidige norm	740	325	855	375	60	0	190	285	380	220	80	100	80	
Economische optimale kans	740	0	1000	425	70	0	220	285	395	255	80	100	85	
Basisveiligheid LIR 10-5	865	325	1020	520	85	195	190	285	400	290	80	100	80	
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	825	340	940	445	70	170	260	355	425	255	175	165	95	
Economische optimale kans	825	0	1060	520	75	170	295	355	430	295	175	165	115	
Basisveiligheid LIR 10-5	920	340	1075	565	90	205	260	355	450	325	175	165	95	
Met overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	20	0	120	0	0	0	10	0	0	110	0	0	0	
Economische optimale kans	20	135	795	0	0	0	10	0	0	155	0	0	0	
Basisveiligheid LIR 10-5	50	0	945	0	0	0	10	0	0	215	0	0	0	
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	820	0	925	200	70	170	160	280	55	155	175	165	95	
Economische optimale kans	820	0	1055	205	75	170	185	280	60	195	175	165	115	
Basisveiligheid LIR 10-5	915	0	1075	225	90	205	160	280	60	255	175	165	95	
Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	900	350	1025	595	80	180	305	450	485	330	230	300	105	
Economische optimale kans	900	395	1135	660	80	180	340	450	490	350	230	300	130	
Basisveiligheid LIR 10-5	1000	350	1170	730	100	210	305	450	505	385	230	300	105	

Datum  
18 september 2013

Ons kenmerk  
1208318-001-VEB-0001

Pagina  
36/43

Tabel C.2 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Rust en Druk 2100 voor de strategie waterberging Grevelingen met faalkans Maeslantkering 1/100.

Variant	Rust en Druk 2100												
Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage													
Huidige norm	745	340	935	425	70	165	210	315	385	245	80	120	85
Economische optimale kans	745	375	1050	465	70	165	235	315	405	275	80	120	90
Basisveiligheid LIR 10-5	910	340	1075	540	85	200	210	315	405	310	80	120	85
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	840	365	990	465	70	180	275	380	430	275	180	185	100
Economische optimale kans	840	0	1120	540	80	180	310	380	440	315	180	185	125
Basisveiligheid LIR 10-5	950	365	1140	595	90	215	275	380	455	350	180	185	105
Met overhoogte, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	25	0	140	0	0	0	10	0	0	120	0	0	0
Economische optimale kans	25	70	545	0	0	0	10	0	0	135	0	0	0
Basisveiligheid LIR 10-5	60	0	660	0	0	0	10	0	0	210	0	0	0
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	835	0	970	215	70	180	165	300	60	170	180	185	100
Economische optimale kans	835	0	1110	220	80	180	195	300	60	190	180	185	125
Basisveiligheid LIR 10-5	945	0	1140	245	90	215	165	300	65	270	180	185	105
Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	945	385	1100	645	85	190	335	495	510	370	245	340	110
Economische optimale kans	945	0	1220	710	90	190	370	495	515	390	245	340	140
Basisveiligheid LIR 10-5	1040	385	1250	785	105	220	335	495	530	425	245	340	115

Datum  
18 september 2013

Ons kenmerk  
1208318-001-VEB-0001

Pagina  
37/43

Tabel C.3 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2100 voor de strategie waterberging Grevelingen met faalkans Maeslantkering 1/100.

Variant	Stoom en Warm 2100												
	Dijkkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage													
Huidige norm	885	350	990	495	75	195	305	390	440	265	185	190	95
Economische optimale kans	885	395	99	580	85	195	335	390	445	305	185	190	120
Basisveiligheid LIR 10-5	990	350	1135	675	95	220	305	390	465	335	185	190	100
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	945	385	1045	560	85	205	370	460	475	320	200	230	120
Economische optimale kans	945	410	99	635	90	205	410	460	505	355	200	230	145
Basisveiligheid LIR 10-5	1025	385	1210	735	100	230	370	460	510	380	200	230	135
Met overhoogte, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	80	70	615	0	0	0	20	0	0	185	0	20	0
Economische optimale kans	80	275	755	0	0	0	20	0	0	215	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	315	70	1000	0	0	105	20	0	0	235	0	20	0
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	940	70	1045	260	85	205	220	340	70	250	200	230	120
Economische optimale kans	940	275	99	265	90	205	250	340	85	275	200	230	145
Basisveiligheid LIR 10-5	1015	70	1205	300	100	230	220	340	85	300	200	230	135
Zonder overhoogte, nieuwe piping regels, met robuustheidstoelage													
Huidige norm	1050	400	1180	790	100	215	470	625	590	415	290	440	130
Economische optimale kans	1050	430	99	865	100	215	510	625	615	435	290	440	160
Basisveiligheid LIR 10-5	1130	400	1360	970	115	235	470	625	625	470	290	440	150

*Tabel C.4 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2050 voor de strategie waterberging Grevelingen met faalkans Maeslantkering 1/1000.*

Variant	Stoom en Warm 2050													
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34	35
Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage														
Huidige norm	20	320	825	190	0	0	175	225	365	220	30	90	80	
Economische optimale kans	20	0	955	385	0	0	200	225	380	250	30	90	85	
Basisveiligheid LIR 10-5	705	320	980	410	60	165	175	225	395	280	30	90	80	
Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	30	340	935	225	0	90	245	340	415	250	75	160	90	
Economische optimale kans	30	0	1015	435	0	90	270	340	425	290	75	160	100	
Basisveiligheid LIR 10-5	755	340	1045	470	70	180	245	340	430	310	75	160	90	
Met overhoogte, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	5	0	120	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	
Economische optimale kans	5	135	705	0	0	0	0	0	0	135	0	0	0	
Basisveiligheid LIR 10-5	45	0	860	0	0	0	0	0	0	205	0	0	0	
Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	30	0	920	190	0	90	135	275	55	155	75	160	90	
Economische optimale kans	30	0	1005	195	0	90	150	275	55	175	75	160	100	
Basisveiligheid LIR 10-5	755	0	1045	200	70	180	135	275	55	240	75	160	90	
Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage														
Huidige norm	790	350	1020	555	65	165	280	435	470	325	215	285	105	
Economische optimale kans	790	380	1095	560	70	165	300	435	485	345	215	285	115	
Basisveiligheid LIR 10-5	910	350	1135	605	75	185	280	435	490	380	215	285	105	

*Tabel C.5 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Rust en Druk 2100 voor de strategie waterberging Grevelingen met faalkans Maeslantkering 1/1000.*

Variant	Rust en Druk 2100												
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	20	340	915	205	0	90	190	245	375	240	35	110	85
Economische optimale kans	20	375	1005	210	0	90	210	245	400	275	35	110	90
Basisveiligheid LIR 10-5	540	340	1030	430	70	105	190	245	400	300	35	110	85
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	30	355	985	240	0	100	260	370	430	275	75	175	95
Economische optimale kans	30	0	1075	245	0	100	280	370	435	305	75	175	120
Basisveiligheid LIR 10-5	580	355	1115	520	70	110	260	370	440	340	75	175	100
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	5	0	135	0	0	0	0	0	0	115	0	0	0
Economische optimale kans	5	70	395	0	0	0	0	0	0	135	0	0	0
Basisveiligheid LIR 10-5	55	0	645	0	0	0	0	0	0	175	0	0	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	30	0	965	205	0	100	145	295	55	170	75	175	95
Economische optimale kans	30	0	1055	205	0	100	155	295	60	190	75	175	120
Basisveiligheid LIR 10-5	580	0	1110	210	70	110	145	295	60	240	75	175	100
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	835	370	1095	605	75	180	310	485	505	365	230	325	110
Economische optimale kans	835	0	1185	630	75	180	330	485	505	385	230	325	140
Basisveiligheid LIR 10-5	945	370	1215	685	80	195	310	485	515	420	230	325	115

*Tabel C.6 Dijkversterkingskosten (miljoen euro) voor het scenario Stoom en Warm 2100 voor de strategie waterberging Grevelingen met faalkans Maeslantkering 1/1000.*

Variant	Stoom en Warm 2100												
	Dijkring	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	34
<b>Zonder overhoogte, zonder robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	615	350	970	350	65	170	285	355	430	265	180	175	95
Economische optimale kans	615	385	99	455	70	170	305	355	435	310	180	175	120
Basisveiligheid LIR 10-5	880	350	1100	505	75	195	285	355	455	330	180	175	100
<b>Zonder overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	860	370	1035	485	70	185	345	420	465	320	190	215	115
Economische optimale kans	860	395	99	520	70	185	380	420	485	355	190	220	140
Basisveiligheid LIR 10-5	930	370	1165	590	85	215	345	420	500	375	190	215	130
<b>Met overhoogte, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	40	70	600	0	0	0	20	0	0	185	0	20	0
Economische optimale kans	40	70	670	0	0	0	20	0	0	205	0	20	0
Basisveiligheid LIR 10-5	70	70	875	0	0	105	20	0	0	240	0	20	0
<b>Optie Van der Meij, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	855	70	1035	230	70	185	195	330	65	250	190	215	115
Economische optimale kans	855	70	99	240	70	185	225	330	70	275	190	220	140
Basisveiligheid LIR 10-5	925	70	1160	260	85	215	195	330	80	305	190	215	130
<b>Zonder overhoogte, nieuwe pipingregels, met robuustheidstoelage</b>													
Huidige norm	960	385	1155	675	80	195	425	570	565	415	270	405	130
Economische optimale kans	960	410	99	710	80	195	460	570	585	435	270	405	160
Basisveiligheid LIR 10-5	1035	385	1305	795	100	220	425	570	600	465	270	405	150



## Bijlage D Nadere onderbouwing uitspraak over verlaging peil op het Volkerak-Zoommeer

### Nota Reikwijdte en Detailniveau

*Waterveiligheid: lagere waterstanden in bergingsgebieden door open verbinding*

Bij een open verbinding tussen Volkerak-Zoommeer en de Grevelingen verspreidt het water van de berging op het Volkerak-Zoommeer zich ook over de Grevelingen. Dit verlaagt het peil van de berging op het Volkerak-Zoommeer, maar voegt geen veiligheidseffect toe voor Rijnmond Drechtsteden. Aanvoer van rivierwater functioneert zoals in het referentie-alternatief zonder berging op de Grevelingen, met alleen berging op het VZM. Het opvangen water wordt nu na afloop van de noodsituatie onder vrij verval via het doorlaatmiddel in de Brouwersdam geloosd op de Noordzee. Deze verbinding wordt ook ingezet om voorafgaand aan de berging het waterpeil op beide wateren te verlagen.

### Nadere onderbouwing uitspraak over verlaging peil op het Volkerak-Zoommeer

In het onderzoek Waterbeheersstrategieën voor hoogwaterberging op het Volkerak-Zoommeer uit 2006 (HKV rapport PR982 april 2006) is onder andere gekeken naar het effect op de MHW's door inzet van het Volkerak-Zoommeer en Grevelingenmeer. In Bijlage C van dat rapport zijn berekeningsresultaten opgenomen van het afvoerverloop door de Volkeraksluizen (huidige afmetingen met ongeveer 570 m<sup>2</sup> doorstroomoppervlak onder NAP+1 m).

De belangrijkste conclusies zijn dat het maximum debiet door de Volkeraksluizen met inzet van de Grevelingen hoger is (3800 m<sup>3</sup>/s) dan zonder inzet (2600 m<sup>3</sup>/s). De inname van water naar Volkerak-Zoommeer (en Grevelingen) duurt in beide gevallen even lang omdat het uitgangspunt was dat deze gestuurd wordt door de gesloten of stormvloedkeringen. Inmiddels zijn er varianten waarbij wordt teruggespuid richting het Hollandsch Diep en de Volkeraksluizen dus niet meer sluiten. In die situatie zal bij aankoppelen van de Grevelingen vermoedelijk meer water het Volkerak-Zoommeer instromen.

Uit de studie in 2006 blijkt dat de maximum waterstand op het Volkerak-Zoommeer met inzet van het Grevelingenmeer een lagere waarde (NAP+1,5 m) bereikt dan zonder inzet (NAP+2,5 m). De maximum waterstand op het Grevelingenmeer bereikt een waarde van NAP+1,1 m. Zie de figuren C-16, C-22, C-23 en C-24. Het doorlaatmiddel door de Grevelingendam was ongeveer even groot als dat van de Volkeraksluizen (570 m<sup>2</sup>). Uiteindelijk komt er meer watervolume door de Volkeraksluizen, het verval blijft langer groot dan zonder inzet van de Grevelingen, binnen dezelfde duur van 1 dag dat de Volkeraksluizen in beide gevallen open staat. Het korte termijn effect van inzet van de Grevelingen op de MHW's was beperkt tot 1 à 2 cm (lager), zie tabel 4-4 uit het rapport.

### Achtergronddocumenten:

- Waterbeheersstrategieën voor hoogwaterberging op het Volkerak-Zoommeer. HKV rapport PR982. April 2006. In opdracht van: Rijkswaterstaat RIZA.
- Optimalisatie afmetingen doorlaatmiddel Brouwersdam en Grevelingendam. HKV memo PR1833\_BR en GD\_memo\_1.doc. 27 april 2010. In opdracht van: MIRT verkenning Grevelingen



**Datum**  
18 september 2013

**Ons kenmerk**  
1208318-001-VEB-0001

**Pagina**  
42/43

- Optimalisatie afmetingen doorlaatmiddel Brouwersdam en Grevelingendam. HKV memo PR1833\_BR en GD\_memo\_2a.doc. 6 mei 2010. In opdracht van: MIRT verkenning Grevelingen
- Optimalisatie afmetingen doorlaatmiddel Brouwersdam en Grevelingendam. HKV memo ME\_100511\_getijslag\_dagelijks\_aanvulling\_def.doc. 4 juni 2010. In opdracht van: MIRT verkenning Grevelingen
- Optimalisatie afmetingen doorlaatmiddel Brouwersdam en Grevelingendam. HKV memo Aanvulling berekeningen variant 1b.doc. 7 juni 2010. In opdracht van: MIRT verkenning Grevelingen
- Optimalisatie afmetingen doorlaatmiddel Brouwersdam en Grevelingendam. HKV memo ME\_100607\_getijslag\_dagelijks\_openGrevelingen.doc. 14 juni 2010. In opdracht van: MIRT verkenning Grevelingen

## Bijlage E Nadere onderbouwing bergen bij een later inzetpeil

### Nota Reikwijdte en Detailniveau

*Bergen bij een later inzetpeil, zodanig dat ook buitendijkse schade in Rijnmond Drechtsteden wordt beperkt.*

Als berging vaker wordt ingezet, kan in Rijnmond Drechtsteden meer buitendijkse schade worden voorkomen. Hoeveel, dat is een vraag voor Deltares.

Daarentegen wordt in het bergingsgebied, incl. Reimerswaal, meer schade veroorzaakt, vooral bij een zout VZM. Ook Vlaanderen is kritisch vanwege de scheepvaart op het Schelde Rijn Kanaal. Bij het VZM is er daarom niet voor gekozen. Desondanks kwamen er kritische zienswijzen op het RIP over te verwachten schade.

Om effect te hebben in buitendijks Dordrecht, moet de inzetfrequentie ca. 1/10 jaar zijn. Ook dan zal in Rijnmond Drechtsteden buitendijks gebied overstromen bij hoge rivierafvoer, en lage zeestand, omdat berging bij lage zeestand niet wordt ingezet. Als bij de RGV wordt gekozen voor vaker bergen op de Grevelingen, heeft dit ook gevolgen voor het recente besluit voor bergen op het VZM.

### Nadere onderbouwing bergen bij een lager inzetpeil

De schade in buitendijks gebied zoals tot nu toe is berekend, is omgeven met zeer veel onzekerheden. Vanaf dit najaar zal er een aangepast schadeinstrumentarium worden opgeleverd (ontwikkeld in opdracht van RWS WVL) waarmee een realistischer schadebeeld kan worden bepaald.

Waterberging met zoet rivierwater op een zout Volkerak-Zoommeer zal zorgen voor verstoring van het ecosysteem. In de Verdiepingsslag waterberging Volkerak-Zoommeer (Slootjes, 2005) is aangegeven dat wanneer de hersteltijd voldoende lang is dat de ecologische gevolgen hiervan beperkt zijn. Bij berging met een frequentie van 1/10 jaar zal het zoute ecosysteem te vaak ontregeld worden. Mogelijk zijn hier oplossingen voor te vinden door het systeem nog regelmatig te laten wennen aan grote hoeveelheden zoet water (bijvoorbeeld in de winter als er voldoende zoetwater beschikbaar is) zodat het meer een estuarium wordt.

Vanaf een waterstand van NAP+2,3 m begint het oud stedelijk gebied van Dordrecht te overstromen. De kans dat een waterstand optreedt tussen de NAP+2,3 en NAP+2,6 m waarbij tegelijkertijd de zeewaterstand zo verhoogd is dat de Maeslantkering moet sluiten, bedraagt slechts 5-10% van de situaties. Dat betekent dat in 90-95% van de gevallen dat er buitendijks bij Dordrecht overstromingen optreden waterberging helemaal niet ingezet wordt! De bijdrage van waterberging aan het voorkomen van de schade in Dordrecht is daarmee zeer beperkt.

### Achtergronddocumenten:

- Slootjes, N. 2005. Hoogwaterberging Volkerak-Zoommeer. Verdiepingsslag voor Ruimte voor de Rivier. RIZA-werkdocument, juli 2005.