

# **Lessen uit de vergelijking van 'mogelijke strategieën'**

**voor het deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden**

Ad Jeuken  
Nadine Slootjes  
Karin de Bruijn

1206053-000



**Titel**

Lessen uit de vergelijking van 'mogelijke strategieën'

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Deltaprogramma Rijnmond- Drechtsteden	1206053-000	1206053-000-VEB-0002	82

**Trefwoorden**

Deltaprogramma, klimaatverandering, strategieën, maatregelen, kosten, effecten, risico's

**Samenvatting**

Na de fase van probleemanalyse staat het Deltaprogramma dit jaar in het teken van de mogelijke strategieën. Voor Rijnmond-Drechtsteden zijn de volgende mogelijke strategieën onderzocht:

- (0) Referentie – De referentiestrategie is de meest beleidsarme strategie. Er wordt 'op de winkel gepast': door middel van toetsingen en Hoogwaterbeschermingsprogramma's worden de dijken in het gebied op de huidige overschrijdingsnormen gehouden. Hiermee worden de effecten van de andere strategieën vergeleken.
- (1) Optimaliseren huidige strategie – De Maeslantkering wordt na 2050 vervangen door een verbeterde versie met een faalkans van 1/1000 per sluitvraag (het huidige sluitcriterium blijft gehandhaafd). Per direct zal de faalkans van de Maeslantkering worden verbeterd tot 1/200 per sluitvraag. Er zullen, waar kansrijk, in het rivierengebied extra rivierverruimingsmaatregelen worden ingezet om de waterstanden te verlagen. Hierdoor hoeft er minder ingezet te worden op dijkversterking. In deze strategie wordt ook de Hollandsche IJsselkering vervangen door schutsluizen.
- (2A) Gesloten zeezijde met aanvullende waterberging – De Maeslantkering wordt op termijn (na 2050) vervangen door schutsluizen. De aanname is dat de faalkans van schutsluizen nagenoeg verwaarloosbaar is. Aanvullend hierop wordt extra water geborgen op de Grevelingen in de Zuidwestelijke Delta.
- (2B) Gesloten ring – Het hoogstedelijke gebied en de meest kwetsbare dijkringen (15 en 16) worden zoveel mogelijk ontzien van zee en rivierinvloed. Daartoe worden schutsluizen aangelegd in het Spui, de Dordtsche Kil, Beneden Merwede en Lek. Het water van de Lek wordt via een bypass door de Alblasserwaard afgeleid naar de Boven Merwede ten westen van Gorinchem. De lokatie van de schutsluizen in de beneden Merwede en de aftakking van de bypass op de Lek zijn geoptimaliseerd t.o.v de KKBA in 2011 (Jeuken et al. 2011). Door beide verder naar het oosten te plaatsen wordt er voor gezorgd dat dijkkring 15 volledig en dijkkring 16 voor het overgrote deel binnen de afgesloten ring komen te liggen. De extra afvoer van de Lek wordt deels verwerkt door een verbreding van de Nieuwe Merwede. Binnen de ring ontstaat een peilgecontroleerd gebied.
- (3A) Open Haringvliet – De Haringvlietsluizen worden op termijn volledig verwijderd. De Maeslantkering blijft gehandhaafd
- (3B) Open Haringvliet + gesloten ring – Dit is een combinatie van 2B en 3A. Het Haringvliet wordt geopend maar het hoogstedelijke gebied en de meest kwetsbare dijkringen worden afgeschermd door middel van schutsluizen.

## Titel

Lessen uit de vergelijking van 'mogelijke strategieën'

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden	1206053-000	1206053-000-VEB-0002	82

- (4A) Lek verder ontzien – Het idee van deze strategie is om de kwetsbare dijkringen en dijktrajecten langs de Lek verder te ontzien door met een regelwerk bij Pannerden en de IJsselkop de middelhoge afvoeren bij Lobith tussen de 4000 m<sup>3</sup>/s en 13000 m<sup>3</sup>/s te verdelen tussen Waal en IJssel. Boven de 13000 m<sup>3</sup>/s (Lobith) kan de afvoer van de Lek weer toenemen. In variant 4A wordt de Lek in de genoemde range gemaximeerd op 1200 m<sup>3</sup>/s (t.o.v. 2700 m<sup>3</sup>/s bij 13000 m<sup>3</sup>/s in de huidige situatie) en wordt de extra afvoer over de IJssel gestuurd. Net als in strategie 1 wordt de faalkans van de Maeslantkering verkleind tot 1/1000 per sluitvraag.
- (4B) Lek verder ontzien + afsluitbare kleine ring – Als 4A maar nu wordt de lekafvoer bij middelhoge Rijnafvoeren gemaximeerd op 600 m<sup>3</sup>/s. De extra afvoer gaat over de Waal. Er komen stormvloedkeringen in de Nieuwe Maas en Noord waarmee het hoogstedelijke gebied van Rotterdam kan worden gesloten bij waterstanden boven de 2,25 m. Dit is vergelijkbaar met de Hollandsche IJsselkering. Deze kering vervalt want is dan overbodig.
- (4C) Lek verder ontzien + afsluitbare grote ring – als 4B. De Lek wordt gemaximeerd op 1200 m<sup>3</sup>/s ten koste van de Waal. Er worden stormvloedkeringen geplaatst in het Spui, de Dordtsche Kil, en Beneden Merwede. Deze keringen hebben dezelfde faalkans en het zelfde sluitcriterium als de vernieuwde Maeslantkering (zie 1).

Voor alle strategieën geldt dat net als in de referentiestrategie de dijken aan de huidige normen moeten voldoen.

Binnen het deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden is ook een start gemaakt met het onderzoeken van een Meerlaagsveiligheidsstrategie (Anders omgaan met water). Voor een aantal deelgebieden (dijkkring 15, 16, 14-3, 22 en buitendijkse gebieden van Feijnoord en Stadshavens) is onderzocht wat de potentie is van maatregelen in de 2<sup>e</sup> laag, Ruimtelijke inrichting, en 3<sup>e</sup> laag, rampenbeheersing, t.o.v de 1<sup>e</sup> laag: hoogwaterbescherming.

Omdat voor de strategie anders omgaan met water nog geen maatregelen gekozen zijn, kan deze strategie nog niet op een zelfde wijze geanalyseerd worden als de ander overige strategieën.

Binnen het Deltaprogramma zal een gebiedsgerichte keuze gemaakt moeten gaan worden tussen hoogwaterbeschermingsstrategieën die de waterstanden verlagen of de beschermingsniveaus verhogen of strategieën die gevolgen verder beperken (Anders omgaan met water). Daarom wordt naast de hierboven beschreven mogelijke strategieën ter vergelijking in dit rapport ook een voorbeeldstrategie meegenomen waarbij de beschermingsniveaus van enkele dijkringen worden verhoogd. Deze strategie wordt aangeduid met HN (hogere norm).

Om de strategieën te vergelijken is zowel een kwalitatieve (expertsessie volgens de vergelijkingssystematiek. Uitgedrukt in plussen en minnen komt daar ten opzicht van de referentie strategie beeld uit naar voren zoals weergegeven in tabel A. De belangrijkste conclusies:

De belangrijkste conclusies:

- De huidige strategie is het goedkoopste maar kent op de strategie 'Haringvliet open' (3A) na de grootste overstromingsrisico's (hoewel deze maar beperkt groter zijn dan in veel andere strategieën, zie paragraaf 2.4)

## Titel

Lessen uit de vergelijking van 'mogelijke strategieën'

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Deltaprogramma Rijnmond- Drechtsteden	1206053-000	1206053-000-VEB-0002	82

- Om de binnendijkse overstromingsrisico's aanzienlijk te reduceren moeten hogere kosten (bij strategie HN) of flink hogere kosten (bij strategie 2B en 3B) worden gemaakt. De kosten van strategie 2B en 3B zijn meer dan drie keer zo hoog als die in de referentie (zie ook paragraaf 2.3).
- Afhankelijk van welke doelstelling wordt nagestreefd, veel reductie van overstromingsrisico's (= forse vermindering t.o.v. de huidige risiconiveaus) of weinig (= ongeveer handhaven van de huidige risiconiveaus), lijkt daarmee of strategie 1 of strategie HN (hogere norm) het meest kosteneffectief. De strategieën zijn nu bijna allemaal geënt op beheersing van het hoogwaterpeil (MHW) i.p.v. op het reduceren van risico's via geïntegreerd overstromingsrisicobeleid (MLV).

Strategie	kosten	overstromingsrisico		buitendijks schade	scheepvaart
	miljard €	schade (M€/j)	slachtoffers/j	(M€/j)	schade (M€/j)
hoofdstuk 2					
0. referentie	5	83	6,3	87	
1. optimalisatie huidig	5	74	5,9	75	1
2A gesloten zeezijde	6	72	4,6	16	95
2B gesloten ring	13	40	1,7	11	122
3A open	14	111	7,6	376	
3B open + ring	15	52	2,8	86	122
4A Lek ontzien	6	68	5,7	69	
4C Lek ontzien + grote ring	9	61	5,5	66	
HN Hogere norm	8	21			

Strategie	Doelbereik zoetwater		economie	natuur	uitvoerbaarheid
	Gouda	Bernisse			
expertsessie					
1. optimalisatie huidig	+	0	0	+	+
2A gesloten zeezijde	+	0	--	-	-
2B gesloten ring	++	++	--	--	--
3A open	+	-	+	++	--
3B open + ring	++	++	-	++	--
4A Lek ontzien	-	0	0	-	-
4C Lek ontzien + grote ring	-	0	-	-	-

Tabel A Effectscores voor klimaatscenario W+ 2100 op een rij: gebaseerd op kwantitatieve resultaten (boven) en gebaseerd op expert-beoordeling (onder). Scores ten opzichte van het referentiealternatief 0 voor het zelfde zichtjaar en klimaatscenario. Er is gescoord ten opzichte van het referentiealternatief voor het W+ scenario in 2100. Scheepvaartgetallen zijn indicatief want gelden voor een ander jaartal (2050) en zijn inclusief (lage) economische groei. 0 kan worden geïnterpreteerd als 'wijkt niet significant af', + en - als 'wijkt significant af' en ++ en -- als 'wijkt flink af'

## Titel

Lessen uit de vergelijking van 'mogelijke strategieën'

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Deltaprogramma Rijnmond- Drechtsteden	1206053-000	1206053-000-VEB-0002	82

- Bij de keuze voor een minder extreem klimaatscenario wordt de verhouding tussen investeringen en risicoreductie nog ongunstiger voor strategieën met grote eenmalige onomkeerbare maatregelen (zoals 2B, 3A, 3B en in mindere mate 2A, 4B en C).
- Schutsluizen in de Nieuwe Waterweg (o.a. 2A, gesloten zeezijde) scoren goed wat betreft overstromingsrisicoreductie maar slecht op het criterium scheepvaart. Deze score hangt nauw samen met de ruimtelijke ontwikkeling van de haven (geen grote veranderingen tot 2050) en de toename van de scheepvaart (flinke toename tot 2050). Voor na 2050 zijn er geen goede scenario's beschikbaar. Afhankelijk van deze ontwikkelingen kan deze strategie als optie voor de lange termijn worden gehandhaafd. Met sluisen in de Nieuwe Waterweg kan tevens de zoetwatervoorziening bij Gouda worden veiliggesteld.
- Voor de zoetwatervoorziening scoren alle strategieën waarbij de Hollandsche IJssel wordt afgesloten met schutsluizen positief (dus ook 3A). Dit resultaat uit de expertsessie berust sterk op de veronderstelling dat zoetwater in dat geval verder oostwaarts vanuit de Lek en het Amsterdam-Rijnkanaal wordt aangevoerd (zie ook 3.2.4).
- Alle strategieën waarin grote waterstaatskundige ingrepen worden gedaan scoren negatief op uitvoerbaarheid. Dit is vooral te herleiden tot draagvlak.
- Een aantal strategieën levert een positieve bijdrage aan de buitendijkse overstromingsrisico's (2A, 2B, 3B, 4B, 4C). Dit lijkt het belangrijkste positieve effect te zijn van de strategieën die het hoogstedelijke gebied al dan niet permanent afsluiten van zee en rivierinvloeden. Vooral de regio Rotterdam telt hier zwaar in mee (zie ook paragraaf 2.5).
- Een aantal strategieën levert een positieve bijdrage aan de buitendijkse overstromingsrisico's (2A, 2B, 3B, 4B, 4C). Dit lijkt het belangrijkste positieve effect te zijn van de strategieën die het hoogstedelijke gebied (al dan niet permanent) afsluiten van zee en rivierinvloeden. Vooral de regio Rotterdam telt hier zwaar in mee.
- Strategie 'Open Haringvliet' draagt niet bij aan doelbereik veiligheid of zoetwatervoorziening van het Deltaprogramma maar vergroot juist deze opgaven flink. De 'open' strategie is hiermee vooral een oplossing gericht op natuurherstel.
- De strategieën waarbij de afvoerverdeling wordt aangepast (4A t/m 4C) scoren overwegend positief, waar het gaat om de overstromingsrisico's in het onderzoeksgebied, maar negatief daarbuiten (IJssel en Waal) en negatief waar het gaat om kosten, uitvoerbaarheid en natuur.

Welke maatregelen uit de mogelijke strategieën kunnen nu het beste worden toegepast in de kansrijke strategieën om kosteneffectief in te kunnen spelen op de belangrijkste opgaven?

Samengevat luiden de conclusies:


- De huidige strategie met dijkversterking voortzetten met hogere eisen aan de beschermingsniveaus van de aandachtsgebieden is zeker kansrijk. Nu is een enkele voorbeeldstrategie onderzocht. Meerdere beleidsopties zouden kunnen worden bekeken. Aanbevolen wordt om in de vervolgfase daarbij vooral aandacht te besteden aan de gebiedsgerichte inpassing van dijken en de mogelijkheid om op specifieke locaties (met een grote bijdrage aan slachtofferrisico's) deltadijken in te zetten.
- Deze strategie is goed aan te vullen met maatregelen gericht op gevolgenbeperking. Zeker voor de buitendijkse gebieden zal dat de hoofdkeuze zijn.

**Titel**

Lessen uit de vergelijking van 'mogelijke strategieën'

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Deltaprogramma Rijnmond- Drechtsteden	1206053-000	1206053-000-VEB-0002	82

- Voorts zijn enkele geen- of weinig-spijtmateregelen naar voren gekomen:
  - Het afsluiten van de Hollandsche IJssel. Daarbij is verdergaand onderzoek nodig naar het mitigeren van negatieve effecten voor natuur en alternatieve wateraanvoer.
  - De faalkans van de Maeslantkering verkleinen bij vervanging van de bestaande kering.
  - Waterberging op de Grevelingen nog als optie open te houden (ook in afwachting van meer definitieve conclusies van het deltaprogramma Zuidwestelijke Delta).
- Een aantal maatregelen verdient nog verder onderzoek om goed te kunnen oordelen over kansrijkheid:
  - Hieronder valt het verder zoeken naar mogelijkheden om de afvoerverdeling verder te optimaliseren.
  - Voor de zoetwatervoorziening is het in ieder geval van belang om de maatregelen die kansrijk lijken integraal mee te nemen in de gebiedsgerichte uitwerking van strategieën. Inzetten op een alternatieve zoetwateraanvoer naar Gouda lijkt dan de meest duurzame keuze, alhoewel deze altijd in samenhang moet worden gezien met de zoetwatervoorziening van het IJsselmeer en scheepvaart op de Waal. Maatregelen ter bestrijding van de zouttong moeten nog verder worden onderzocht op kosteneffectiviteit voor de kortere termijn.
  - Het beheer van de Haringvlietsluizen als stormvloedkering verdient nader onderzoek omdat hiermee voordelen voor de natuur kunnen worden gecombineerd met waterveiligheid en erosiebestrijding (herstel wantijen in Dordtsche Kil en Spui).
  - In het vervolg van het Deltaprogramma zullen ook weer nieuwe ideeën voor nieuwe maatregelen, nieuwe combinaties van maatregelen of betere ontwerpen van bestaande maatregelen naar voren worden gebracht. De in dit rapport onderzochte maatregelen geven een breed maar geen compleet overzicht van de mogelijkheden.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
8.0	Juli 2012	Ad Jeuken,		Frans Klijn		Cees van de Guchte	
		Nadine Slootjes					
		Karin de Bruijn					

**Status**

definitief



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Doel	1
1.2	Mogelijke strategieën	2
1.3	Aanpak op hoofdlijnen	6
1.4	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>Kosten en effecten op hoofdlijnen</b>	<b>9</b>
2.1	Maatgevende waterstanden	9
2.2	Kosten	15
2.2.1	Aanpak	15
2.2.2	Resultaten	17
2.2.3	Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg	21
2.3	Binnendijkse overstromingsrisico's	22
2.3.1	Aanpak	22
2.3.2	Resultaten	24
2.3.3	Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg	27
2.4	Buitendijkse overstromingsrisico's	28
2.4.1	Aanpak	28
2.4.2	Resultaten	29
2.4.3	Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg	32
2.5	Scheepvaart	33
2.5.1	Aanpak	33
2.5.2	Resultaten	34
2.5.3	Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg	36
2.6	Morfologie	37
2.7	Effecten op een rij	38
<b>3</b>	<b>Reflectie en aanbevelingen</b>	<b>43</b>
3.1	Inleiding	43
3.2	Kansrijke maatregelen	43
3.2.1	Maatregelen gericht op waterstandverlaging	45
3.2.2	Dijkversterking	47
3.2.3	Maatregelen gericht op gevolgenbeperking	47
3.2.4	Maatregelen gericht op zoetwater	50
3.2.5	Maatregelen gericht op natuurherstel	51
3.3	Aanbevelingen voor kansrijke strategieën	51
3.4	Reflectie op aannames en kennislacunes	52
	<b>Referenties</b>	<b>54</b>

## Bijlagen

<b>A</b>	<b>De mogelijke strategieën</b>	<b>A-1</b>
A.1	Mogelijke strategieën veiligheid	A-1
A.1.1	0 Referentie	A-1
A.1.2	1 Optimaliseren huidige strategie	A-4
A.1.3	2.A Gesloten zeezijde	A-7
A.1.4	2.B Gesloten ring	A-10
A.1.5	3.A Open Haringvliet	A-13
A.1.6	3.B Open Haringvliet met gesloten ring	A-15
A.1.7	4.A Lek extra ontzien	A-18
A.1.8	4.B Lek extra ontzien, kleine afsluitbare ring	A-21
A.1.9	4.C Lek extra ontzien, grote afsluitbare ring	A-24

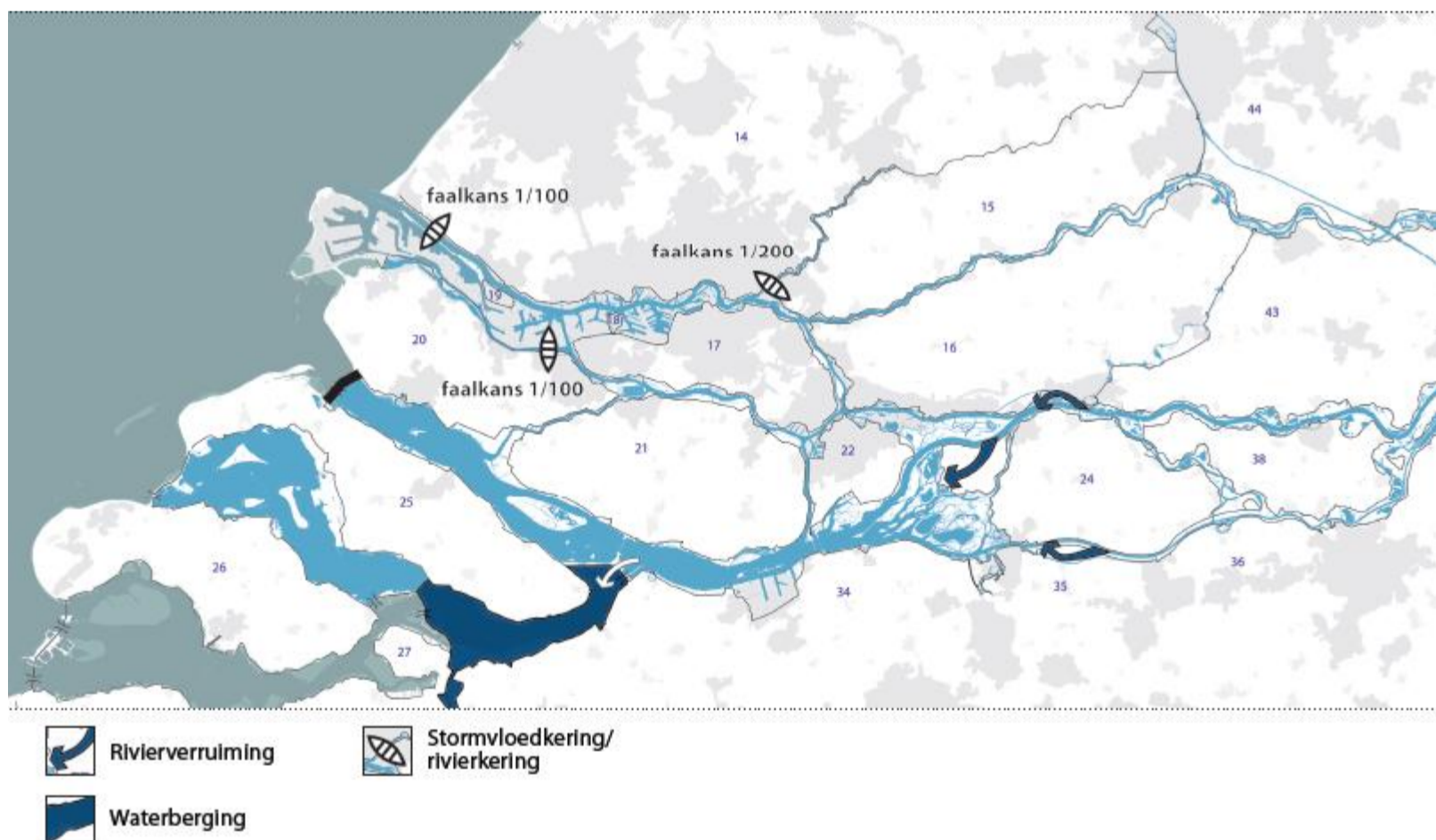
# 1 Inleiding

## 1.1 Doel

Dit rapport kan worden gezien als een uitgebreide samenvatting van de resultaten en de belangrijkste conclusies en aanbeveling uit het onderzoek dat is uitgevoerd naar de effecten van mogelijke strategieën voor het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden. Deze mogelijke strategieën vormen een eerste stap op weg naar een Deltabeslissing in 2014-2015.

Doel van het rapport is tweeledig:

- Bieden van een beschrijving en onderbouwing van de kosten en effecten van de mogelijke strategieën van het deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Bieden van een overzicht van kennis door de samenhang te beschrijven tussen de verschillende studies die tot nu toe zijn uitgevoerd ten behoeve van de strategie vorming. Hierbij gaat het met name om de kengetallen kosten- baten analyse van 2011 (Jeuken et al. 2011), de uitkomsten van de kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw (Kind, 2011), de pilot adaptief deltamanagement (Roosjen et al., 2012), de recente studie naar waterberging in de Zuidwestelijke Delta (Concept, Slotjes, 2012b)



Figuur 1.1 Waterstaatskundige beschrijving van het gebied inclusief de aanwezige dijkringen.

In afwijking tot in Jeuken et al. (2011) wordt in de huidige rapportage minder aandacht besteed aan effecten op de zoetwatervoorziening. De mogelijke strategieën zijn in deze fase van strategievorming volledig gericht op hoogwaterbescherming. Binnen het Deltaprogramma zoetwatervoorziening zijn wel maatregelen ten behoeve van de zoetwatervoorziening in de regio Rijnmond-Drechtsteden onderzocht (Ter Maat, 2012).

## 1.2 Mogelijke strategieën

Na de fase van probleemanalyse staat het Deltaprogramma dit jaar in het teken van de mogelijke strategieën. Van mogelijke strategieën gaan we via kansrijke strategieën (zomer 2012 – voorjaar 2013) naar een voorkeurstrategie voor Rijnmond-Drechtsteden die uiteindelijk moet uitmonden in een advies voor de Deltabeslissing Rijn-Maasdelta in Deltaprogramma 2015 (zomer 2014). Er wordt gewerkt van grof naar fijn. De mogelijke strategieën dienen vooral voor een brede verkenning van mogelijke maatregelen. Er is door het programmabureau een set aan mogelijke strategieën opgesteld die zo breed mogelijke inzichten oplevert over wat wel en niet mogelijk is om de opgaven voor waterveiligheid en zoetwater op lange termijn te kunnen aanpakken. De mogelijke strategieën zijn nog sterk waterstaatkundig en nog niet in detail uitgewerkt met tijdpaden en andere ruimtelijke maatregelen. Ook zijn de mogelijke strategieën voor waterveiligheid en zoetwater nog niet geïntegreerd.

Voor Rijnmond-Drechtsteden zijn de volgende mogelijke strategieën onderzocht:

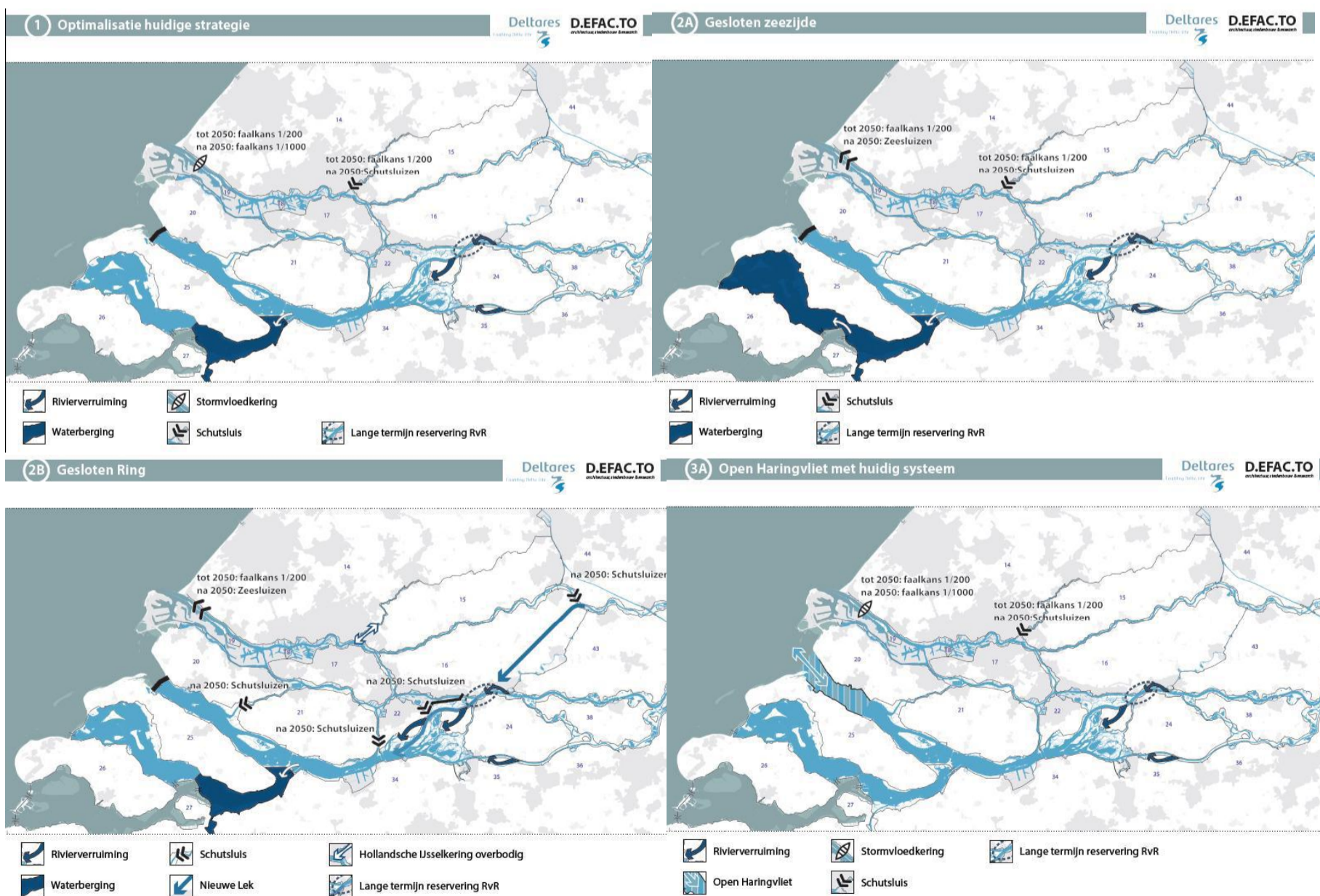
- (0) Referentie – De referentiestrategie is de meest beleidsarme strategie. Er wordt ‘op de winkel gepast’: door middel van toetsingen en Hoogwaterbeschermingsprogramma’s worden de dijken in het gebied op de huidige overschrijdingsnormen gehouden. Hiermee worden de effecten van de andere strategieën vergeleken.
- (1) Optimaliseren huidige strategie – De Maeslantkering wordt na 2050 vervangen door een verbeterde versie met een faalkans van 1/1000 per sluitvraag (het huidige sluitcriterium blijft gehandhaafd). Per direct zal de faalkans van de Maeslantkering worden verbeterd tot 1/200 per sluitvraag. Er zullen, waar kansrijk, in het rivierengebied extra rivierverruimingsmaatregelen worden ingezet om de waterstanden te verlagen. Hierdoor hoeft er minder ingezet te worden op dijkversterking. In deze strategie wordt ook de Hollandsche IJsselkering vervangen door schutsluizen.
- (2A) Gesloten zeezijde met aanvullende waterberging – De Maeslantkering wordt op termijn (na 2050) vervangen door schutsluizen. De aanname is dat de faalkans van schutsluizen nagenoeg verwaarloosbaar is. Aanvullend hierop wordt extra water geborgen op de Grevelingen in de Zuidwestelijke Delta.
- (2B) Gesloten ring – Het hoogstedelijke gebied en de meest kwetsbare dijkringen (15 en 16) worden zoveel mogelijk ontzien van zee en rivierinvloed. Daartoe worden schutsluizen aangelegd in het Spui, de Dordtsche Kil, Beneden Merwede en Lek. Het water van de Lek wordt via een bypass door de Alblasserwaard afgeleid naar de Boven Merwede ten westen van Gorinchem. De lokatie van de schutsluizen in de beneden Merwede en de aftakking van de bypass op de Lek zijn geoptimaliseerd t.o.v de KKBA in 2011 (Jeuken et al. 2011). Door beide verder naar het oosten te plaatsen wordt er voor gezorgd dat dijkkring 15 volledig en dijkkring 16 voor het overgrote deel binnen de afgesloten ring komen te liggen. De extra afvoer van de Lek wordt deels verwerkt door een verbreding van de Nieuwe Merwede. Binnen de ring ontstaat een peilgecontroleerd gebied.
- (3A) Open Haringvliet – De Haringvlietsluizen worden op termijn volledig verwijderd. De Maeslantkering blijft gehandhaafd
- (3B) Open + gesloten ring – Dit is een combinatie van 2B en 3A. Het Haringvliet wordt geopend maar het hoogstedelijke gebied en de meest kwetsbare dijkringen worden afgeschermd door middel van schutsluizen.

- **(4A) Lek verder ontzien** – Het idee van deze strategie is om de kwetsbare dijkringen en dijktrajecten langs de Lek verder te ontzien door met een regelwerk bij Pannerden en de IJsselkop de middelhoge afvoeren bij Lobith tussen de 4000 m<sup>3</sup>/s en 13000 m<sup>3</sup>/s te verdelen tussen Waal en IJssel. Boven de 13000 m<sup>3</sup>/s (Lobith) kan de afvoer van de Lek weer toenemen. In variant 4A wordt de Lek in de genoemde range gemaximeerd op 1200 m<sup>3</sup>/s (t.o.v. 2700 m<sup>3</sup>/s bij 13000 m<sup>3</sup>/s in de huidige situatie) en wordt de extra afvoer over de IJssel gestuurd. Net als in strategie 1 wordt de faalkans van de Maeslantkering verkleind tot 1/1000 per sluitvraag.

*Tekstbox 1-1 Wat bepaalt de maatgevende afvoeren, en wat is de spankracht van de riviertakken?*

In Rijnmond-Drechtsteden en ook nog op het meest westelijke deel van de Lek zijn de combinatie van de waterstand op zee en de middelhoge rivierafvoeren en een gesloten Maeslantkering maatgevend. In het rivierengebied, dus ook verder oostelijk op de Lek, zijn juist de piekafvoeren maatgevend. Dus als we de Lek binnen Rijnmond-Drechtsteden verder willen ontzien moeten we dus niet alleen naar de piekafvoer kijken maar juist ook naar de zogenaamde middelhoge afvoeren tussen de 4.000 en 13.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith. Dit is waar naar is gestreefd bij strategieën 4A t/m 4C.

Verandering van het afvoerregime van de Lek heeft altijd invloed op dat van de Waal of IJssel. Gekeken is naar de eerder uitgevoerde Spankrachtstudie (Ministerie V&W, 2002) hoeveel marge er qua ruimte en qua dijken er beschikbaar is op de riviertakken om extra afvoer op te vangen. Hieruit bleek bijvoorbeeld dat (bekeken vanuit alle mogelijke maatregelen uit de Blokkendoos Ruimte voor de Rivier) het IJsseldal waarschijnlijk met 800 m<sup>3</sup>/s extra debiet aan zijn limiet zit.

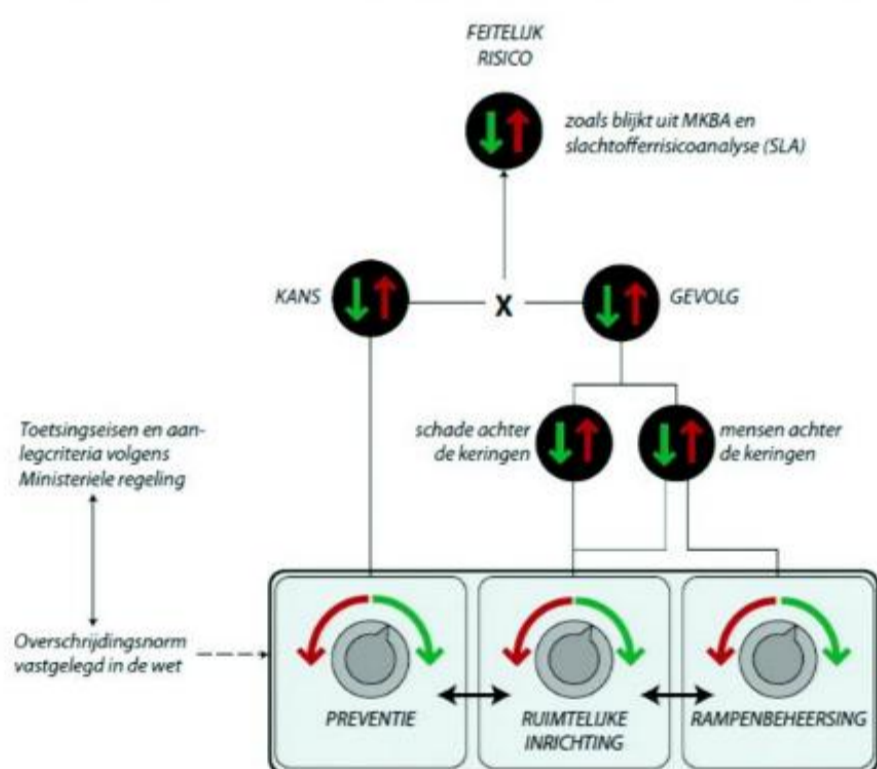


Figuur 1.2 Ruimtelijke weergave strategie 1, 2A, 2B en 3A

- (4B) Lek verder ontzien + afsluitbare kleine ring – Als 4A maar nu wordt de Lekafvoer bij middelhoge Rijnafvoeren gemaximeerd op 600 m<sup>3</sup>/s. De extra afvoer gaat over de Waal. Er komen stormvloedkeringen in de Nieuwe Maas en Noord waarmee het hoogstedelijke gebied van Rotterdam kan worden gesloten bij waterstanden boven de 2,25 m. Dit is vergelijkbaar met de Hollandsche IJsselkering. Deze kering vervalt want is dan overbodig.
- (4C) Lek verder ontzien + afsluitbare grote ring – als 4B. De Lek wordt gemaximeerd op 1200 m<sup>3</sup>/s ten koste van de Waal. Er worden stormvloedkeringen geplaatst in het Spui, de Dordtsche Kil, en Beneden Merwede. Deze keringen hebben dezelfde faalkans en het zelfde sluitcriterium als de vernieuwde Maeslantkering (zie 1).

Voor alle strategieën worden de dijken zo verzwaaard dat ze net als in de referentiestrategie aan de huidige normen (zie Tabel 1.1 eerste kolom) blijven voldoen. Voor een uitgebreidere beschrijving van de mogelijke strategieën zie bijlage 3.4A

Binnen het deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden is ook een start gemaakt met het onderzoeken van een Meerlaagsveiligheidsstrategie ('Anders omgaan met water'). Voor een aantal deelgebieden (dijkkring 15, 16, 14-3, 22 en buitendijkse gebieden van Feijnoord en Stadshavens) is onderzocht wat de potentie is van maatregelen in de 2<sup>e</sup> laag, Ruimtelijke inrichting en 3<sup>e</sup> laag, rampenbeheersing. Dit is als volgt uitgewerkt in een aantal soorten maatregelen.

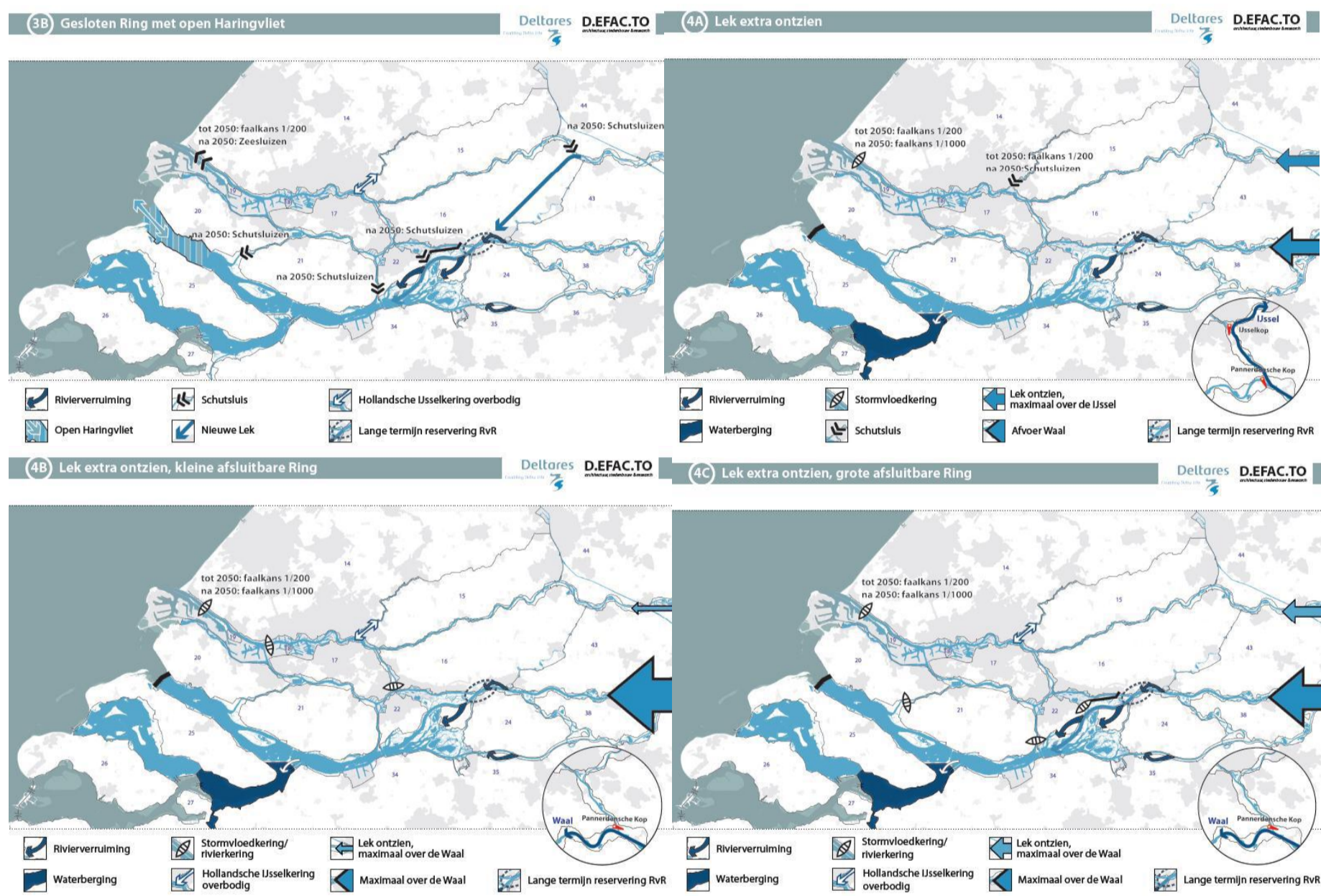


Figuur 1.3 Draaiknoppen binnen het concept van meerlaagsveiligheid en hoe het risico op schade en slachtoffers hierdoor beïnvloed wordt.

- Laag 1: Hoogwaterbescherming ofwel het verkleinen van de kans op overstroming
  - Verlagen belastingen (bijv. ruimte voor de rivier)
  - Dijkversterking
  - Deltadijk (= als dijkversterking, maar er wordt meer overslag toegestaan)
- Laag 2: Ruimtelijke inrichting: Verkleinen van de gevolgen door het gebied zo in te richten dat:
  - de directe en indirecte schade wordt verlaagd
  - vitale en kwetsbare objecten worden beschermd
  - slachtoffers worden voorkomen
  - door compartimentering gebieden minder worden blootgesteld aan overstromingen

- Laag 3: Verkleinen gevolgen door verbeteringen in rampenbeheersing
  - Verbeteren organisatie rampenbeheersing
  - Verbeteren zelfredzaamheid
  - Extra hulpverleningsmiddelen

Omdat voor de strategie anders omgaan met water nog geen maatregelen gekozen zijn, kan deze strategie nog niet op een zelfde wijze geanalyseerd worden als de overige strategieën. In de vergelijkingen in hoofdstuk 2 wordt hij daarom ook niet meegenomen. Op basis van de uitgevoerde verkenning naar de potentie van deze maatregelen zullen we in hoofdstuk 3 wel enkele conclusies trekken en aanbevelingen doen over de kansrijkheid van laag 2 en laag 3 voor de kansrijke strategieën.



Figuur 1.4 Ruimtelijke weergave strategie 3B, 4A, 4B en 4C

Binnen het Deltaprogramma zal een gebiedsgerichte keuze gemaakt moeten gaan worden tussen hoogwaterbeschermingstrategieën die de waterstanden verlagen of de waterkeringen verhogen of strategieën die gevolgen verder beperken ('Anders omgaan met water') of een combinatie van deze drie. Daarom wordt ter vergelijking met de hierboven beschreven strategieën in dit rapport ook een voorbeeldstrategie opgenomen waarbij de beschermingsniveaus van enkele dijkringen worden verhoogd om hiermee het gros van het schade en slachtofferrisico te beperken. De dijkringen waar het om gaat zijn grosso modo de aandachtsgebieden die uit de Kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw volgen (Kind, 2011). De aanpassingen worden weergegeven in Tabel 1.1 3<sup>e</sup> kolom. Voor een uitgebreidere toelichting zie De Bruijn (2012). In dit rapport wordt deze voorbeeldstrategie aangeduid als HN (hogere norm).

Tabel 1.1 Overschrijdings- en daarbij horende overstromingskansen (1/jaar) volgens WV21 2<sup>o</sup> referentie (Kind 2011). In de derde kolom wordt een voorbeeld gegeven hoe de beschermingsniveau's zouden kunnen verhoogd (De Bruijn, 2012) (zie voor de dijkkringnummers figuur 1.2)

Nr	Naam	Overschrijdingskans	Overstromingskans	Voorbeeld hogere norm (HN)
14_3	Zuid-Holland-Nwe Waterweg-Oost	10 000	10 000	10,000
15_1	Lopiker- en Krimpenerwaard	2 000	1 000	10,000
16_1	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden	2 000	1 000	10,000
17_1	IJsselmonde	4 000	2 000	4,000
18_1	Pernis	10 000	5 000	10,000
19_1	Rozenburg	10 000	5 000	4,000
20_2	Voorne-Putten-Midden	4 000	4 000	4,000
20_3	Voorne-Putten-Oost Hartelkanaal	4 000	4 000	10,000
21_1	Hoekse Waard	2 000	1 000	1,000
22_1	Eiland van Dordrecht	2 000	1 000	2,000
24_1	Land van Altena	2 000	1 000	2,000
25_2	Goeree-Overflakkee-Haringvliet	2 000	2 000	1,000
34_1	West Brabant	2 000	500	2,000
34a	Geertruidenberg	2 000	500	2,000
35_1	Donge	2000	1 000	10,000

### 1.3 Aanpak op hoofdlijnen

Deze studie borduurt vooral voort op de kengetallen kosten- batenanalyse uit 2011 (Jeuken et al. 2011). De beoordeling van de mogelijke strategieën wordt echter niet gepresenteerd als een kosten-batenanalyse maar als een, niet uitputtend, overzicht van kosten en effecten.

Op dezelfde wijze als in Jeuken et al. 2011 worden effecten bepaald voor 2 zichtjaren 2050 en 2100, gebruikmakend van de Deltascenario's (Bruggeman et al. 2011). Wel worden klimaateffecten en effecten van economische groei zoveel mogelijk uit elkaar gehaald. De nadruk ligt nu op het doelbereik waterveiligheid, kosten en schade aan haven en scheepvaart en in buitendijkse gebieden. Hiervoor zijn nieuwe analyses uitgevoerd ten opzichte van de studie in 2011.

Basis voor alle schattingen zijn de waterstandsberekeningen uitgevoerd door HKV (Botterhuis et al., 2012). Naast een kwantitatieve analyse van effecten is ook gebruik gemaakt van een expertsessie waarin volgens de vergelijkingssystematiek van het deltaprogramma strategieën zijn vergeleken (Groffen et al., 2012) en een expertsessie waarin is gekeken naar de mogelijke morfologische effecten van de strategieën.

Daarnaast liepen er parallel nog een aantal andere relevante studies zoals de analyse van effecten van zoetwaterstrategieën binnen DP Zoetwater (Ter Maat, 2012), de studie naar waterberging in de Zuidwestelijke Delta (Slotjes, concept, 2012b) en het onderzoek naar meerlaagsveiligheid in het rivierengebied (ook inclusief dijkkring 15 en 16, Kind, concept 2012). Naar deze onderzoeken zal waar mogelijk worden gerefereerd bij de synthese van resultaten in hoofdstuk 3 van dit rapport.

#### 1.4 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft geeft een zo beknopt mogelijke beschrijving van kosten en effecten van de mogelijke strategieën voor overstromingsrisicobeheersing in Rijnmond-Drechtsteden. Voor details wordt de lezer verwezen naar een aantal achtergrondrapporten: De Bruijn (2012) voor de analyse van binnen- en buitendijkse overstromingsrisico's, Slootjes (2012a) voor de analyse van de kosten en Ecorys (2012) voor de analyse van de schade voor haven en scheepvaart.

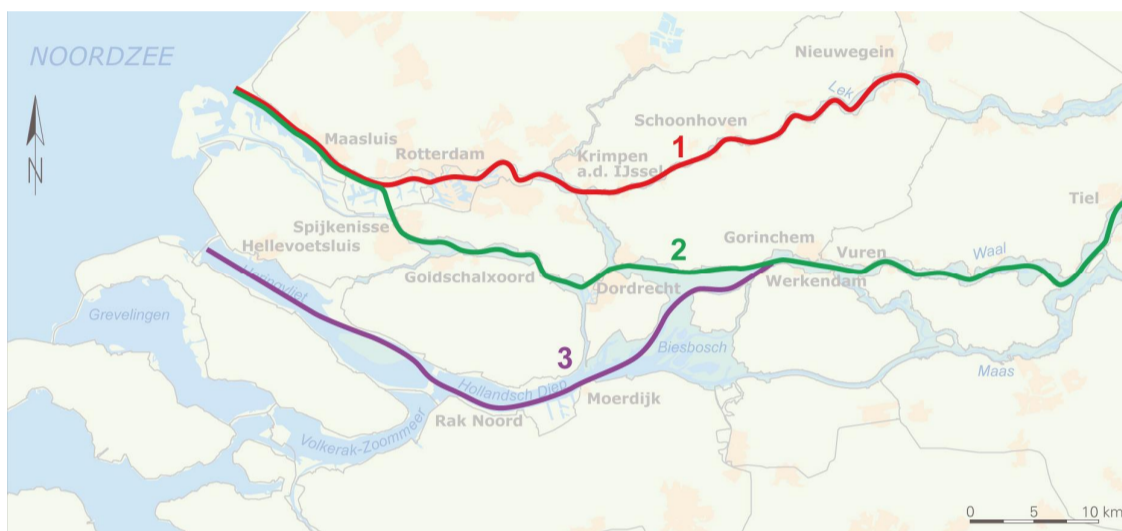
De opbouw van het rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 behandelt in paragraaf 2.1 t/m 2.6 de effecten van mogelijke strategieën per criterium ( in volgorde: maatgevende waterstanden, kosten, binnendijkse overstromingsrisico's, buitendijkse overstromingsrisico's, schade voor haven en scheepvaart en morfologie), inclusief de gevolgde methode en mogelijke kantekeningen hierbij. In paragraaf 2.7 volgt een totaal overzicht van effecten inclusief de resultaten van de expertsessie (Groffen et al. 2012) In hoofdstuk 3 ten slotte worden de conclusies en aanbevelingen voor de kansrijke strategieën die uit de resultaten naar voren komen op een rij gezet en worden de belangrijkste kennishiaten benoemd.



## 2 Kosten en effecten op hoofdlijnen

### 2.1 Maatgevende waterstanden

Door HKV (Botterhuis et al., 2012) zijn voor de mogelijke strategieën de maatgevende waterstanden (MHW) bepaald. In Figuur 2.2 tot en met Figuur 2.5 zijn de waterstanden op de as van de rivier te zien.



Figuur 2.1 Trajecten waarover de MHW's en MHW-verschillen zijn weergegeven. Traject 1: Maasmond tot Hagenstein Traject 2: Maasmond tot Tiel. Traject 3: Haringvlietsluizen tot Tiel.

De figuren maken inzichtelijk waar ten opzichte van de huidige maatgevende waterstanden als gevolg van klimaatverandering en de gekozen maatregelen de grootste verschillen ontstaan. Een aantal effecten zijn duidelijk zichtbaar:

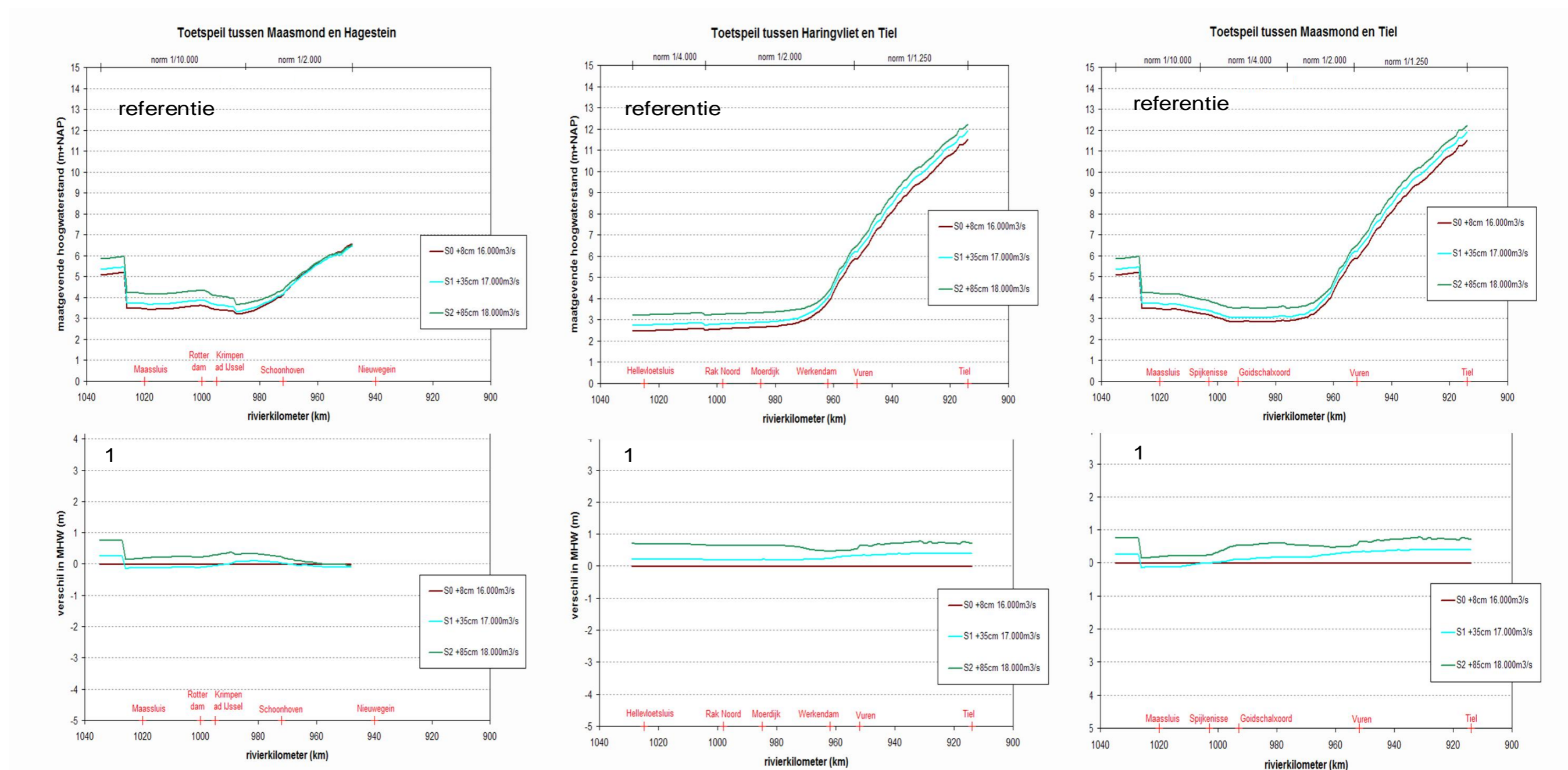
- De waterstandsverlaging in het gebied rond Rotterdam als gevolg van een betere faalkans van de Maeslantkering of het afsluiten van de Nieuwe Waterweg met schutsluizen (1 en 2A)
- Binnen een gesloten ring (2B) zijn de MHW's fors lager. Daarbuiten (Haringvliet t/m de Waal) komen verhoogde waterstanden voor zeker in de combinatie met een open Haringvliet (zie 3B).
- Een open strategie (3A) geeft in het hele gebied fors hogere waterstanden.
- Het ontzien van de Lek leidt tot lagere waterstanden ter plaatse (4A, 4C) maar ook tot een verhoging op de Waal bij Tiel (4C) en de IJssel (4B, buiten het domein van het model).
- Opstuwung achter de schutsluizen (3B) en stormvloedkering (4C) in de Beneden-Merwede is goed zichtbaar met een piek bij kilometer 970. Daarnaast is vooral in strategie 4C goed het effect van een verbrede Nieuwe Merwede te zien. Tussen kilometer 960 en 940 wordt een flinke waterstanddaling bereikt, voor het G scenario in 2100 zelfs tot onder het huidige niveau.

Strategie 4B is na een eerste analyse niet verder meer doorgerekend. Het bleek dat de beschreven kleine ring te snel volloopt vanuit de Lek en daardoor niet effectief is. Een variant hierop waarbij de meest oostelijke kering net ten westen van Lek ligt zal naar alle waarschijnlijkheid wel effectief zijn.

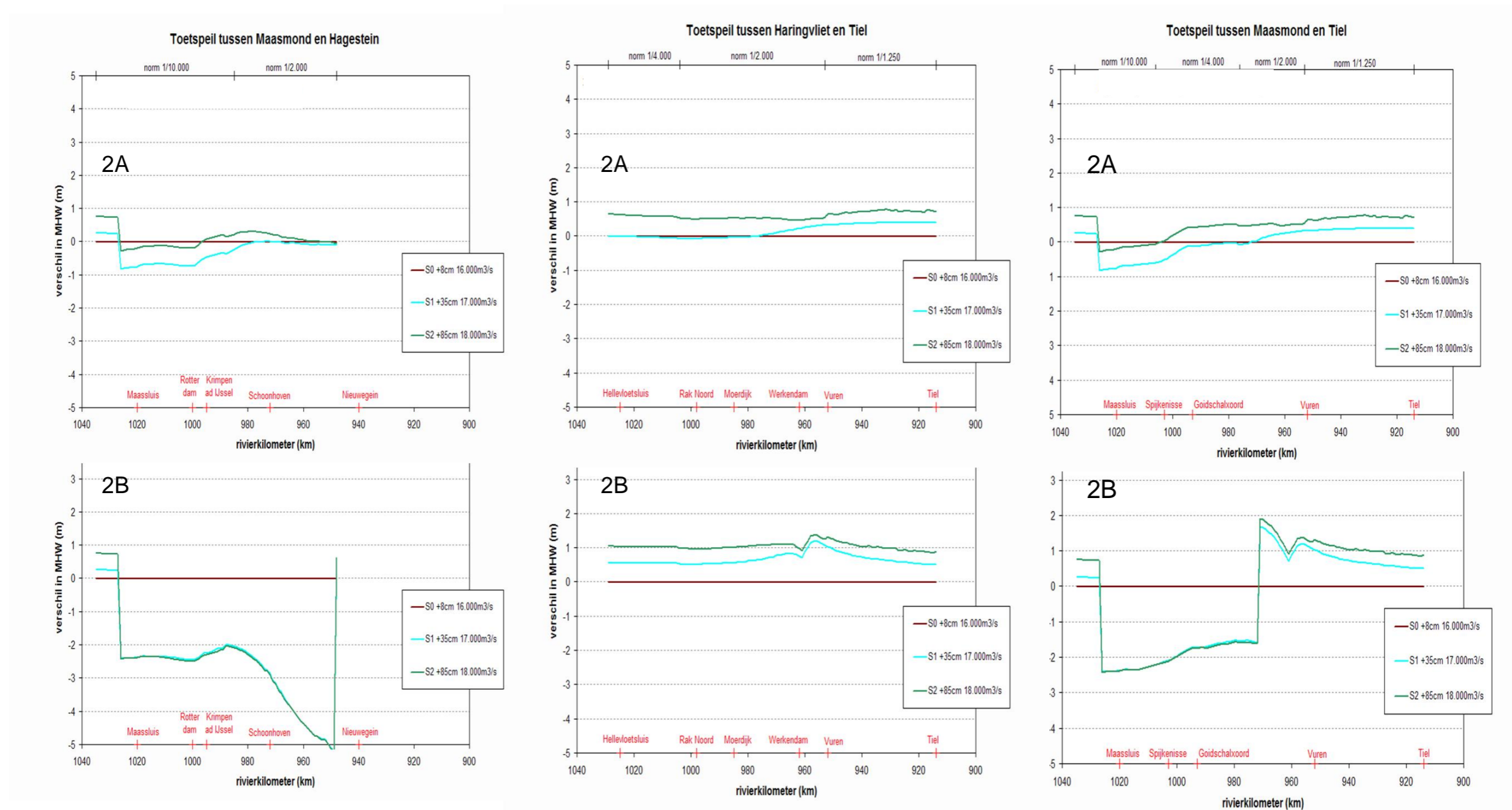
Voor meer informatie over de waterstandseffecten van verschillende maatregelen zie Slootjes et al. 2011, Botterhuis, 2011 en Botterhuis et al., 2012.



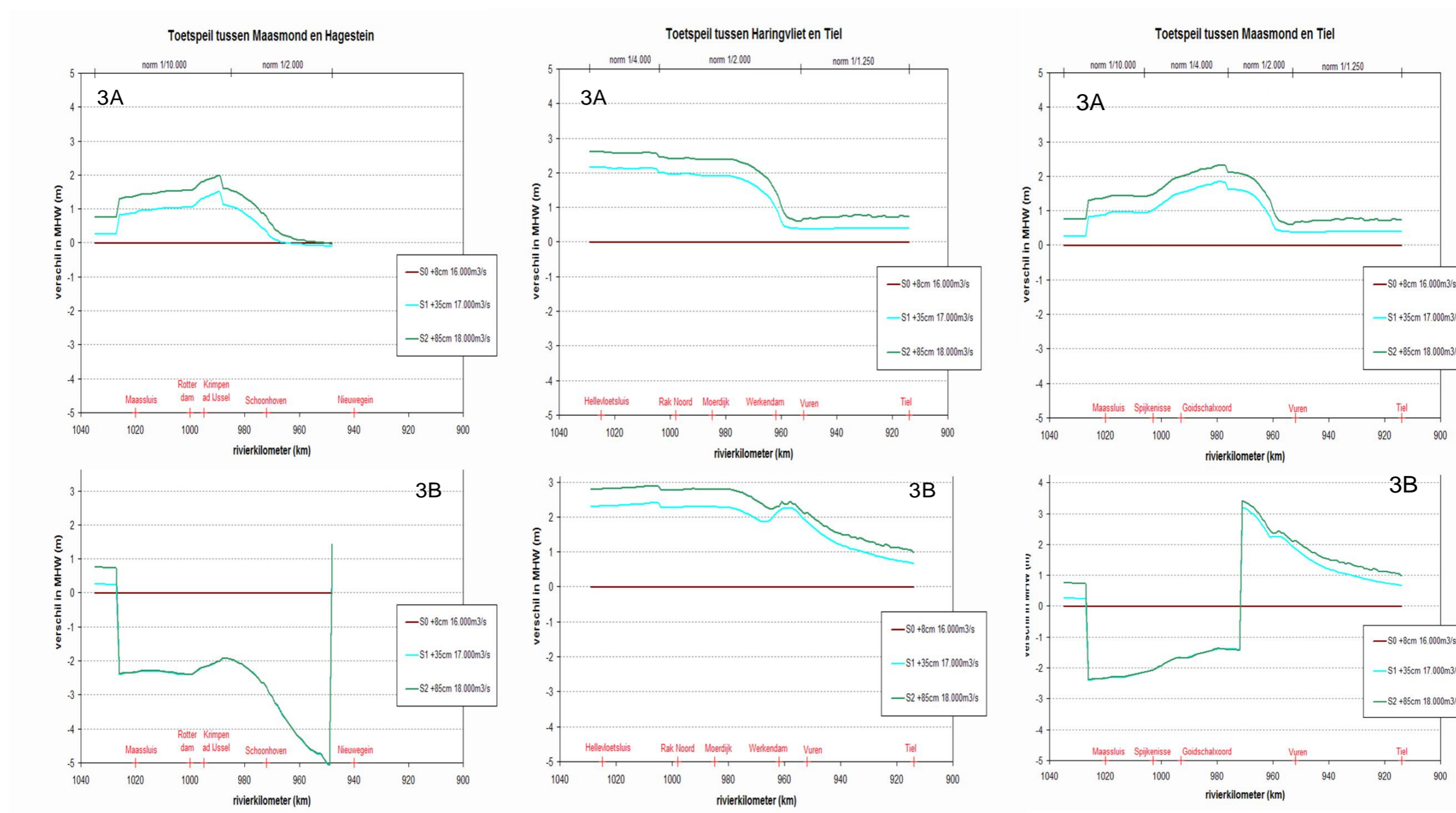
Figuur 2.2 Maatgevende waterstanden langs de as van de rivier van Maasmond tot aan Hagestein (Links), van Haringvlietsluizen tot aan Tiel (midden) en van Maasmond tot Tiel (rechts) onder invloed van zeespiegelstijging en rivierafvoer: absolute waarde (referentie) en t.o.v MHW in 2015 voor de referentie (strategie 1: verbeterd afsluitbaar).



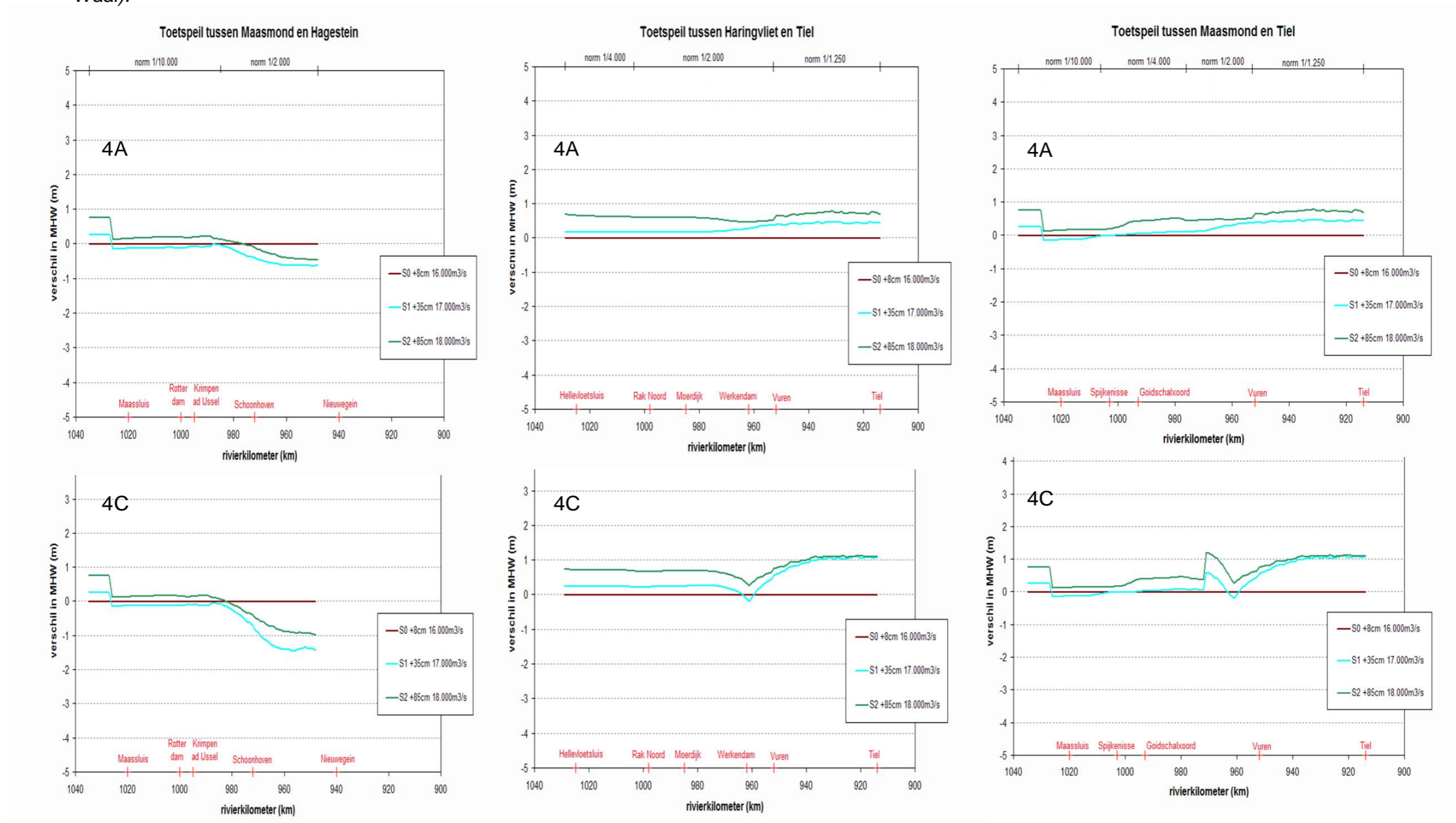
Figuur 2.3 Maatgevende waterstanden langs de as van de rivier van Maasmond tot aan Hagestein (Links), van Haringvlietsluizen tot aan Tiel (midden) en van Maasmond tot Tiel (links) onder invloed van zeespiegelstijging en rivierafvoer: relatieve waarde t.o.v MHW in 2015 voor de referentie (strategie 2a gesloten zeezijde en 2b gesloten ring).



Figuur 2.4 Maatgevende waterstanden langs de as van de rivier van Maasmond tot aan Hagestein (Links), van Haringvliet tot aan Tiel (midden) en van Maasmond tot Tiel (rechts) onder invloed van zeespiegelstijging en rivierafvoer: relatieve waarde t.o.v MHW in 2015 voor de referentie (strategie 3a open Haringvliet en 3b Open HV +gesloten ring).



Figuur 2.5 Maatgevende waterstanden langs de as van de rivier van Maasmond tot aan Hagestein (Links), van Haringvlietsluizen tot aan Tiel (midden) en van Maasmond tot Tiel (links) onder invloed van zeespiegelstijging en rivierafvoer: relatieve waarde t.o.v MHW in 2015 voor de referentie (strategie 4a Lek ontzien tkv IJssel en 4c Lek ontzien tkv Waal).



## 2.2 Kosten

### 2.2.1 Aanpak

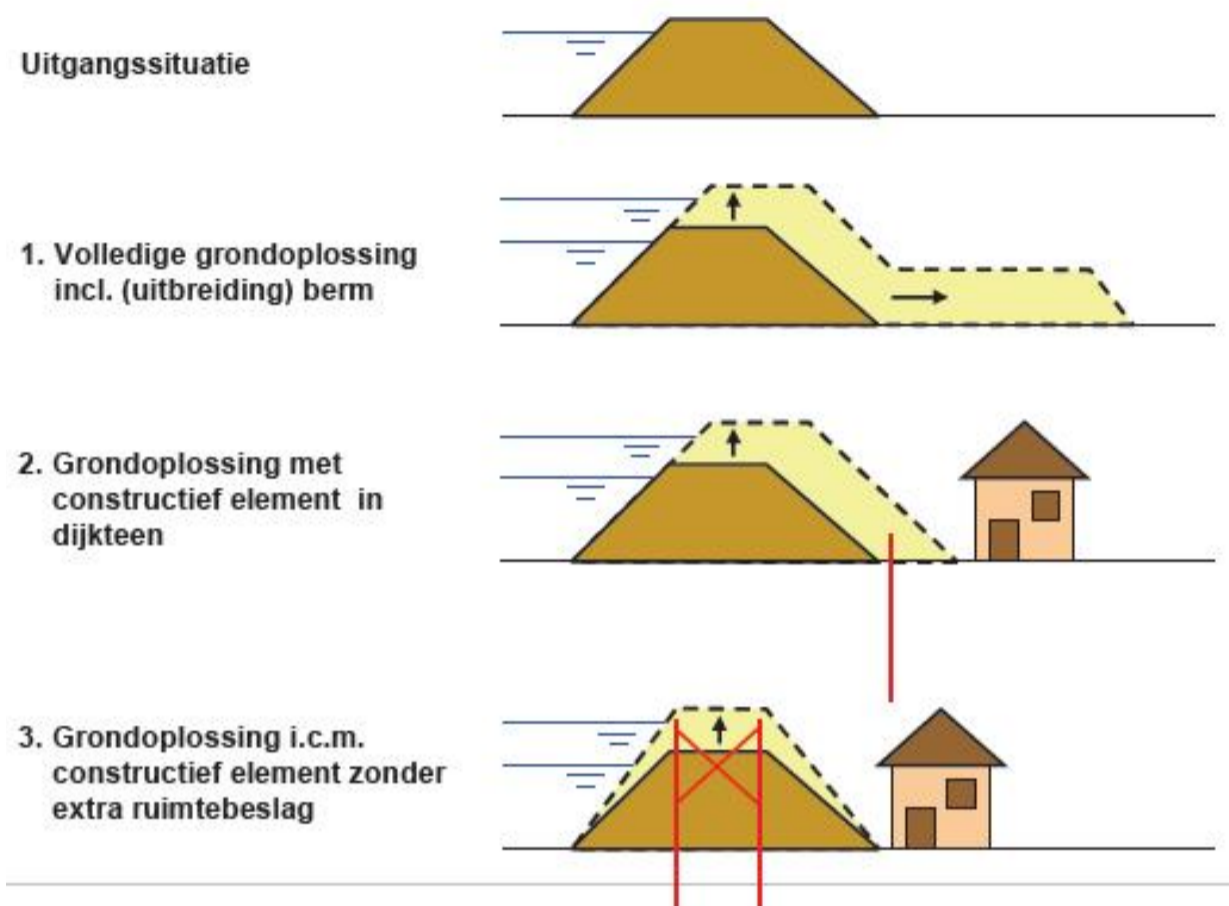
Er wordt onderscheid gemaakt tussen kosten voor dijkversterking en kosten voor investeringen als schutsluizen, keringen, regelwerken, bypasses etc. (in feite alle overige investeringen).

De *kosten voor dijkversterking* zijn berekend met het instrumentarium uit de studie Waterveiligheid 21e Eeuw (De Grave, 2011). Hierin wordt rekening gehouden met de actuele dijkprofielen, bebouwing en aanwezige infrastructuur, dus met de beschikbare ruimte voor dijkversterking.

Afhankelijk van de beschikbare ruimte wordt een ander oplossingsprofiel (zie Figuur 2.6) voor dijkversterking gekozen. Gronddijken zijn daarbij goedkoper maar vergen meer ruimte dan bijvoorbeeld het gebruik van ruimtebesparende damwanden. Belangrijkste aanname die is gemaakt is dat overhoogte kan worden benut om de klimaatopgave op te vangen. Daarmee wordt geïmpliceerd dat de overhoogte ook kan worden gezien als oversterkte (en dat er dus minder investeringen nodig zijn dan wanneer deze aanname niet zou gelden). Bij het kiezen van een oplossingsprofiel wordt tevens rekening gehouden met de nieuwste inzichten over 'piping' uit de studie Veiligheid Nederland in kaart (VNK, 2011). Dit betekent dat dijken in de breedte extra robuust worden uitgevoerd.

Op hoofdlijnen doorloopt de methode de volgende stappen:

1. Afhankelijk van het klimaatscenario, zichtjaar en de gekozen strategie is de benodigde kruinhoogte per dijktraject berekend (Slootjes en Botterhuis, 2011).
2. De benodigde kruinhoogtes zijn vergeleken met de actuele kruinhoogtes (informatie uit WV21 gebaseerd op 2<sup>e</sup> toetsing, 2006). Trajecten waar de actuele hoogte in 2015 lager is dan de benodigde kruinhoogte in 2015 worden opgehoogd tot deze benodigde kruinhoogte (uitgangspunt is dat het systeem op orde is).
3. Vervolgens worden de 'actuele hoogtes 2015' vergeleken met de benodigde kruinhoogtes bij 35 cm zeespiegelstijging en 17.000 m<sup>3</sup>/s Rijnafvoer (scenario W<sup>+</sup> 2050 en G 2100) en die bij 85 cm zeespiegelstijging en 18.000 m<sup>3</sup>/s Rijnafvoer (scenario W<sup>+</sup> 2100). Het zichtjaar is van belang voor de mate van zetting waarmee de huidige actuele hoogte in 2015 wordt verminderd.
4. Als de benodigde kruinhoogte hoger is dan de aanwezige kruinhoogte, worden verbetermaatregelen verondersteld. Dat is het moment dat kosten gemaakt gaan worden. Trajecten die niet voldoen worden opgehoogd tot de benodigde kruinhoogte. De gekozen dijkprofielen voldoen ook qua sterkte aan de laatste inzichten uit VNK. Voor de trajecten die laag zijn, wordt een ontwerp gemaakt afhankelijk van de uitgangssituatie, ondergrond en beschikbare ruimte (zie Figuur 2.6). Bijvoorbeeld veel ruimte en een slappe ondergrond betekenen een dijkversterking met grond met extra steunberm. Weinig ruimte voor versterking betekent het inzetten van (dure) verticale staalconstructies. Er wordt hierbij rekening gehouden of in het ontwerp ook maatregelen genomen moeten worden om de faalmechanismen opbarsten/piping en macrostabiliteit te voorkomen. Deze analyse is gebaseerd op een globale inventarisatie van de kenmerken van bodemopbouw en grondgesteldheid in combinatie met de hydraulische belastingsituatie.
5. Bij het bepalen van de ontwerphoogte wordt nog een 'robuustheidstoets' ter grootte van 0,5 meter per 100 jaar toegepast.



Figuur 2.6 Ontwerpregels voor dijkversterking in de toegepaste KOSWAT methode.

De dijkversterkingskosten die op deze manier zijn bepaald worden gesommeerd over het gebied waarvoor de maatgevende waterstanden zijn bepaald. Dat wil zeggen tot Tiel op de Waal en tot Hagenstein op de Lek, tot Werkendam op de Maas (zie ook Slootjes et al., 2011). Op deze kosten is een aantal correcties gedaan voor de kosten van:

- De Lek – stukken hiervan worden in het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP2) op hoogte aangepast (zie Hoogendoorn, 2011). Daarom worden berekende kosten voor de Lek voor die trajecten die in HWBP2 zitten op 0 gezet. Deze correctie is 150 miljoen euro.
- het kosteninstrumentarium biedt niet de mogelijkheid om de kosten voor dijkversterkingen te bepalen langs de Hollandsche IJssel. In de derde toetsronde zijn de dijken langs de Hollandsche IJssel afgekeurd. De benodigde verbeterkosten zijn door het waterschap geschat op ca. 400 miljoen euro. Deze schatting is opgenomen in de raming van die strategieën die de IJssel niet afsluiten.

Dijkversterkingskosten buiten het beschouwde gebied (ten oosten van Hagenstein en Tiel) worden waar relevant met behulp van kengetallen ingeschat. Relevant wil in dit geval zeggen dat er vanwege maatregelen ten behoeve van Rijnmond-Drechtsteden extra stijging (bovenop de klimaatopgave) van de waterstanden optreedt.

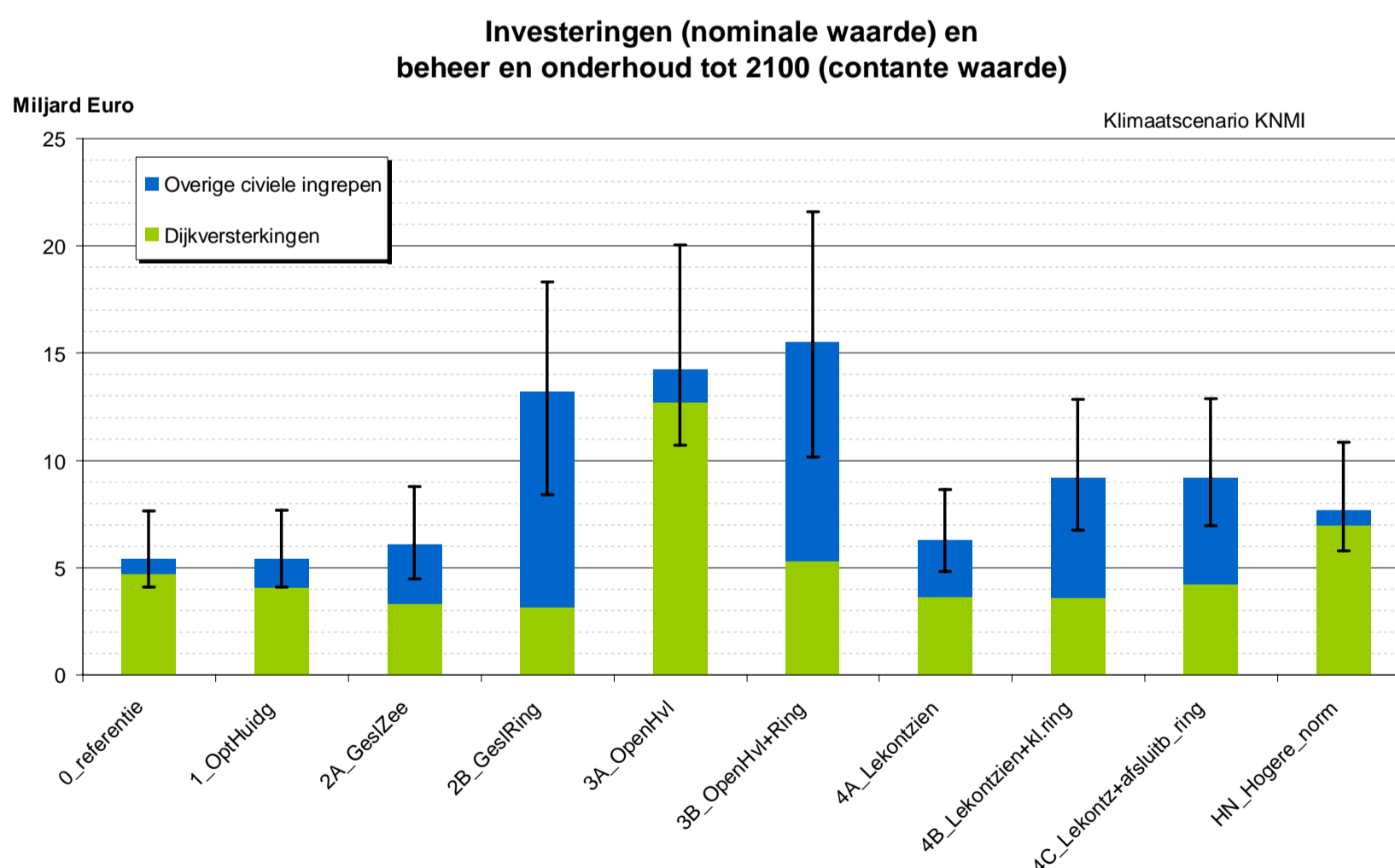
De strategie hogere norm (HN) is in een later stadium toegevoegd. Voor deze strategie zijn daarom maar een beperkt aantal berekeningen uitgevoerd, bovendien met een iets afwijkende aanpak (zie Kind, concept 2012).

De *investeringskosten* voor de verschillende kunstwerken en benodigde infrastructuur zijn aangeleverd door het Expertisecentrum Kosten (zie Slootjes, 2012a). De kosten en bijbehorende bandbreedtes zijn vervolgens toebedeeld aan de strategieën afhankelijk van de in de strategie besloten maatregelen.

## 2.2.2 Resultaten

In Figuur 2.7 worden de kosten getoond per strategie tot 2100 onder een W+ scenario opgesplitst naar dijkversterking en overige kosten (inclusief de kosten voor beheer en onderhoud). Anders gezegd: er is onderscheid gemaakt tussen de kosten om aan de huidige norm te blijven voldoen qua hoogte van dijken en de investeringen die worden gedaan om de stijging van de waterstand in delen van het gebied te beperken.

Het valt op dat geen enkele strategie goedkoper is dan de referentie (voortzetten huidig beleid) waarin, naast vervanging van de Maeslantkering op termijn, enkel wordt geïnvesteerd in dijkversterking tot de huidige norm. De besparingen in dijkversterkingskosten die je wilt bereiken door het hoogstedelijke gebied met schutsluizen of stormvloedkeringen af te sluiten of door een andere afvoerverdeling te kiezen of extra water te bergen in de Zuidwestelijke delta wegen zo op het eerste gezicht niet op tegen de benodigde investeringen. Bij een G scenario vallen vanwege een geringere waterstandstijging de kosten voor dijkversterking nog substantieel lager uit dan voor het getoonde W+ scenario: 35 % lager voor strategie 0, voortzetting van het huidige beleid en 80% lager voor strategie 3A, Open Haringvliet. Dit terwijl de kosten voor de overige investeringen veelal onafhankelijk zijn van de mate van waterstandstijging. Als de kosten van investeringen bij een W+ scenario al hoog zijn ten opzichte van de besparingen in dijkversterking zal dat bij een G scenario dus in nog grotere mate gelden.



Figuur 2.7 Investerings- + B&O kosten (inclusief onzekerheidsmarges) tot 2100 per strategie onder het W+scenario opgesplitst naar dijkversterking en investeringen in overige civiele ingrepen (keringen, dammen, bypass, regelwerken, RvR etc.).

De strategie om de normen te verhogen waar de studie waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw daar aanleiding toe geeft Tabel 1.1 (3<sup>e</sup> kolom) kost ongeveer 7 miljard euro. Dit is gebaseerd op een snelle schatting van de kosten om de normen te verhogen (volgens J. Kind, Deltares, persoonlijke communicatie) plus de kosten om mee te groeien met klimaatverandering onder een W+ scenario (in principe de kosten van de referentiestrategie). Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke synergie waarbij de klimaatopgave en normopgave geïntegreerd kunnen worden aangepakt. In Beckers et al. (2011) vinden synergievoordelen voor de regio Rijnmond-Drechtsteden van ongeveer 30%.

Vooraf de investeringen in schutsluizen in de Nieuwe Waterweg (~2,3 miljard) en in het realiseren van een bypass voor de Lek (~5,3 miljard) zorgen voor hoge kosten voor strategieën met een gesloten ring (2B en 3B).

De investering in een complex regelwerk bij Pannerden om de afvoerverdeling over de Rijntakken te sturen, nu geschat op 1,3 miljard euro, geldt vooralsnog als erg onzeker en verdient nadere studie. De mogelijke omvang van deze investering bepaalt in sterke mate de aantrekkelijkheid van strategieën (4A, 4C) waarbij de afvoerverdeling wordt aangepakt.

Voor alle gesloten en afsluitbare varianten (2B, 3B, 4B en 4C) geldt dat een verbreding van de Nieuwe Merwede aan de orde is. Deze verbreding is bij het schatten van de kosten ingevuld met een aantal bekende lange termijn ruimte voor de rivier maatregelen die optellen tot ca. 700 miljoen euro, waarbij onder meer is uitgegaan is van de relatief goedkope (maar niet zo duurzame en daarom omstreden) maatregel zomerbedverdieping.

Bovengenoemde maatregelen zijn enkele van de duurste, maar tegelijkertijd ook de meest onzekere qua effectiviteit.

Tabel 2.1 laat vervolgens de verdeling van de verwachte kosten over de verschillende deelgebieden (zie Figuur 2.8) binnen en buiten Rijnmond-Drechtsteden zien.



Figuur 2.8 Gebiedsindeling ten behoeve van een grove schatting van de verdeling van de kosten tussen Rijnmond-Drechtsteden Noord/binnen de ring (deelgebied 1) en Rijnmond-Drechtsteden Zuid/buiten de ring (deelgebied 2) en het rivierengebied (deelgebied 3).

Tabel 2.1 Geografische kostenverdeling van dijkversterking per strategie (exclusief B&O). Zie voor gebiedsindeling Figuur 2.8, dus inclusief de Hollandsche IJssel maar exclusief de Waal ten oosten van Tiel en de Lek ten oosten van Hagenstein.

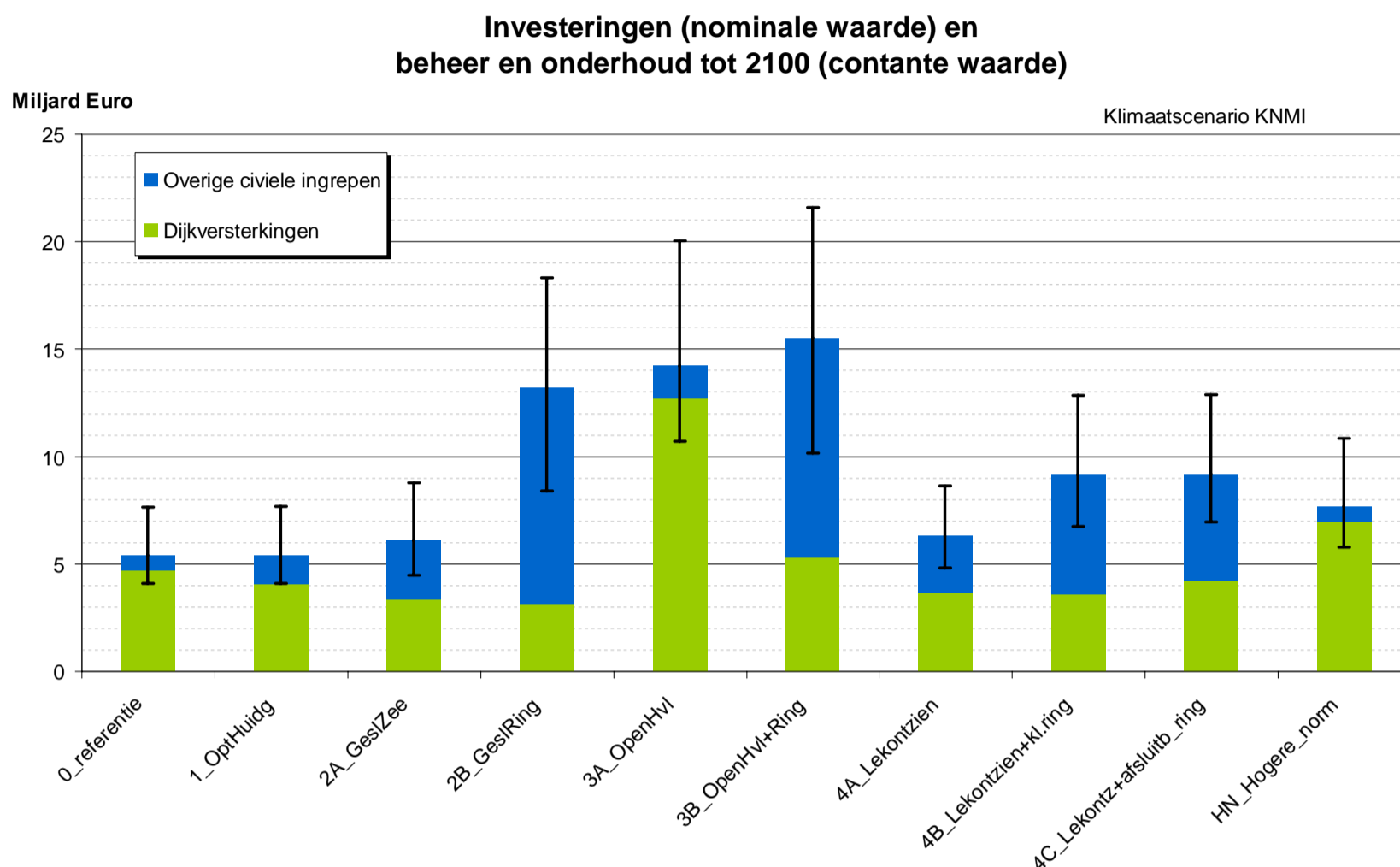
	0	1	2A	2B	3A	3B	4A	4B	4C
Totale kosten (miljard €)	4,3	3,7	3,1	2,9	11,7	4,9	3,4	3,3	3,9
miljard € binnen de ring	1,8	1,3	0,8	0,0	5,5	0,0	1,0	0,8	0,7
miljard € buiten de ring	1,3	1,3	1,1	1,5	5,0	3,7	1,3	1,3	1,5
miljard € rivieren tot Tiel	1,2	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2	1,0	1,2	1,7
% binnen de ring (incl HIJ)	42%	34%	26%	0%	47%	0%	30%	25%	18%
% buiten de ring	31%	35%	36%	51%	43%	75%	39%	40%	38%
% rivierengebied tot Tiel	27%	31%	38%	49%	10%	25%	31%	35%	44%

Duidelijk is dat enkele strategieën de kosten voor dijkversterking over de hele linie verhogen. Dit geldt vooral voor de open strategieën (3A en 3B maar ook voor HN). Als we naar de geografische verdeling van kosten kijken valt op dat:

- Er onder een W+ scenario tot 2100 in de referentie een redelijk evenwichtige verdeling van kosten bestaat tussen de 3 deelgebieden.
- De kosten in het deelgebied 'Rijnmond Noord / binnen de ring' zijn potentieel het hoogst. Hier kan met het beperken van de zee-invloed (2A en 2B) en rivier invloed (2B, 3B en 4C) winst worden geboekt.
- De strategieën met een ring (afsluitbaar of gesloten) logischer wijs relatief en absoluut de hoogste kosten maken buiten de ring.
- Dat wanneer de afvoer van de Lek vanaf Pannerden al voor een groot deel wordt omgeleid via de Waal (4C) de kosten in het rivierengebied (tot Tiel) flink toenemen.

Hoe zit het nu met de kosten die vanwege de gekozen strategieën tot extra kosten buiten het gebied op *Waal* en *IJssel* leiden?

Voor de *Waal* moeten de kosten zoals weergegeven in tabel 2.1 en



Figuur 2.7 met nog tot 1 miljard euro worden vermeerderd met kosten die ten oosten van Tiel ontstaan als gevolg van de gewijzigde afvoerverdeling (4C, zie ook Hoogendoorn, 2011). De MHW-effecten getoond in Figuur 2.2 t/m Figuur 2.5 geven ook aanleiding om aan te nemen dat ook voor de strategieën 2B en 3B (gesloten ring in combinatie met een bypass voor de Lek) nog kosten ten oosten van Tiel moeten worden gemaakt, hetzij in beperktere mate.

Voor de *IJssel* neemt de piekvraag met ongeveer  $800 \text{ m}^3/\text{s}$  toe in strategie 4A als gevolg van een andere afvoerverdeling. Dit komt overeen met een MHW-stijging van ongeveer 70 centimeter. De decimeringshoogte op de IJssel varieert sterk tussen de 30 en 60 cm (Van Velzen, 2011). De kosten om met 1 keer deze decimeringshoogte de dijken te versterken komen uit op 6-10 miljoen euro/km (Kind, 2011). Zonder rekening te houden met de aanwezige overhoogte zou een verhoging met 70 cm minimaal overeenkomen met een bedrag tussen de 1,4 en 2,5 miljard euro. Uit de spankrachtstudie (Ministerie V&W, 2002) weten we echter dat er in de huidige situatie flink veel overhoogte aanwezig is langs de IJssel. De daadwerkelijke kosten zullen daarom lager uitvallen.

Tegenover de extra kosten op andere riviertakken bij het wijzigen van de afvoerverdeling ten gunste van de Lek staan beperktere kostenbesparingen geschat op ca. 400 miljoen euro op de Lek zelf.

### 2.2.3 Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg

Er is een aantal bronnen van onzekerheid aan te wijzen:

- De gevolgde methode bevat aannames die mogelijk tot onder- of overschatting leiden:
  - o Er is geen daadwerkelijk investeringspad gevolgd maar investeringen zijn eenmalig toegepast om waterstandstijging horend bij een bepaalde strategie en scenario combinatie op te vangen. Bij voortzetting huidige strategie zou er elke 6 jaar getoetst worden. Alleen in de daadwerkelijke afgekeurde trajecten wordt dan geïnvesteerd. Deze vereenvoudigde aanpak leidt tot een onderschatting van de kosten omdat synergievoordelen van het in een keer investeren op grote schaal in werkelijkheid kleiner zullen zijn (geen schatting van gemaakt).
  - o De aanname wordt gedaan dat overhoogte ook oversterkte is. Dit leidt tot een onderschatting van de kosten. In de praktijk kunnen bij volgende toetsrondes immers nog trajecten met overhoogte worden afgekeurd op sterkte. Omdat vooral in HWBP2 grootschalig wordt geïnvesteerd in sterkte en hierdoor de uitgangssituatie 2015 qua sterkte op orde zal zijn is de verwachting dat de onderschatting beperkt blijft. Het is overigens juridisch nog een vraag of overhoogte als baten mogen worden ingeboekt.
  - o Op plekken waar dijken versterkt moeten worden wordt generiek rekening gehouden met extra eisen t.a.v. piping, ook waar de fysieke situatie hier geen aanleiding toe geeft. Deze aanname leidt tot een overschatting van de kosten en een overschatting van de overstromingskansen (zie hoofdstuk 3).
- De gebruikte data zijn vooral geschikt voor landelijke analyses en niet voor het gedetailleerd in beeld brengen van de regionale situatie. Dit blijkt uit een analyse die uitgevoerd is door Van de Kraan (v/d kraan, 2012) waarin een gedetailleerde inventarisatie van o.a. actuele kruinhoogtes, geschatte zetting zijn vergeleken met de gegevens uit WV21. Geaggregeerd op gebiedsniveau blijkt dat het gebruik van gedetailleerdere gegevens niet tot significant andere kosten leidt. Voor het onderling vergelijken van de kosten van de verschillende strategieën kan daarom worden volstaan met het gebruik van de WV21 data. Lokaal kunnen de verschillen echter groot zijn (zie Slootjes et al., 2012a). Voor toepassingen waarbij de lokale herkenbaarheid van opgaven van belang is of waarbij op basis hiervan ontwerpen voor oplossingen worden gemaakt is het daarom aan te bevelen over te stappen op basisgegevens met een hogere ruimtelijke resolutie.
- Een specifiek voorbeeld van bovenstaande zijn de kosten voor dijkversterking langs de Lek. Met het gebruik van een gebiedsgemiddelde zetting van 0,5 meter per eeuw (zie Hoogendoorn et al. 2011) wordt de ontwikkeling van tekort aan kruinhoogte in dit gebied onderschat ( en in andere meer westelijk gelegen gebieden overschat). Dit kan ook tot een aanzienlijke onderschatting leiden van de uitgespaarde kosten voor dijkversterking in strategieën die de Lek ontzien.
- Enkele investeringen in kunstwerken zijn nog niet of nauwelijks gefundeerd met (schets)ontwerpen. Dit geldt onder andere voor de regelwerken die een complexe andere afvoerverdeling moeten gaan bewerkstelligen en Ruimte voor de riviermaatregelen rond de Merwedede. Een ander voorbeeld is de inpassing van een kering of sluizen bij het splitsingspunt van de Merwedede. Eventuele strekdammen of extra benodigde dijken zijn nog niet in de kosten opgenomen.
- De kosten die gemoeid zijn met het verhogen van de normen in enkele dijkringen zijn op een snelle iets afwijkende manier berekend dan de kosten in de andere strategieën. Hetzelfde geldt voor kosten buiten het gebied. In een vervolg zal deze berekening voor alle strategieën en beïnvloede gebieden consistent moeten gebeuren.

De totale kosten per categorie zoals in deze paragraaf getoond moeten daarom vooral worden gezien als een verwachtingswaarde met daarom een grote spreiding van -30% tot +60% (zie Figuur 2.7).

In deze fase van mogelijke strategieën volstaat de toegepaste methode om op hoofdlijnen kosten van strategieën in beeld te brengen. Genoemde onzekerheden vallen binnen de gehanteerde betrouwbaarheidsmarges.

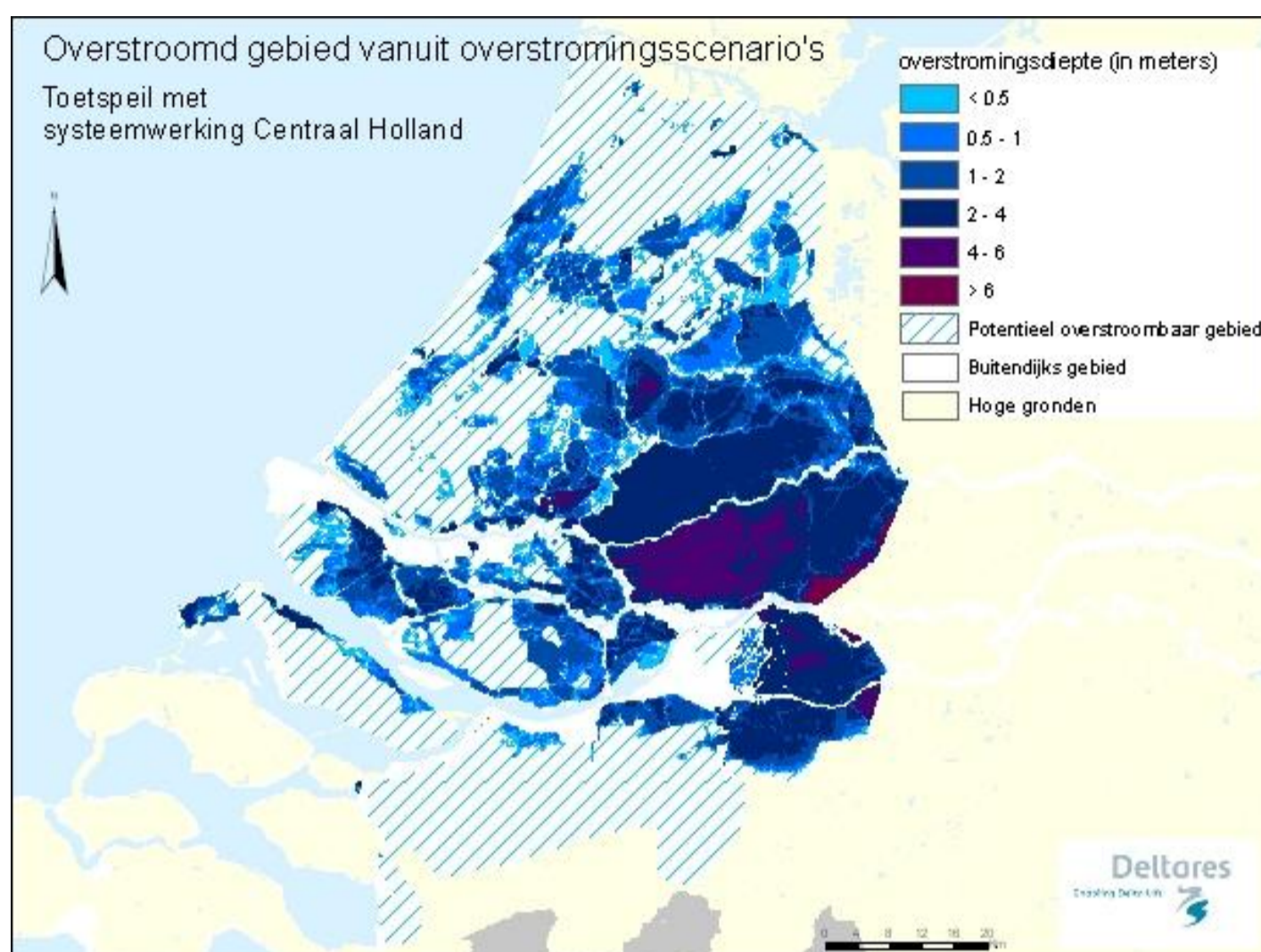
Voor de fase van de kansrijke strategieën wordt echter aanbevolen om met een realistischer investeringspad te gaan werken, waar wenselijk met kleinere dijktrajecten te gaan werken (en hiervoor de informatie van V/d Kraan 2011 in te gaan zetten) en onzekere investeringen in infrastructuur verder uit te werken.

## 2.3 Binnendijkse overstromingsrisico's

### 2.3.1 Aanpak

De overstromingsrisico's worden uitgedrukt als kans x blootstelling x kwetsbaarheid:

- *Kans*: in deze studie is de overstromingskans gebruikt zoals bepaald in WV21 in de zogenaamde 2<sup>e</sup> referentie (zie Tabel 1.1.). Deze kansen blijven gelijk als aan de huidige normen wordt vastgehouden. Bij deze kansen is geen rekening gehouden met aanwezige overhoogte van dijken.
- *Blootstelling*: hiervoor zijn overstromingsscenario's gebruikt met als resulterende kenmerken diepte, oppervlak en stijgsnelheid. De maximale waterdieptes die verwacht worden bij een overstroming van dijkeringen in en rond het Rijn-Maasmondgebied zijn weergegeven in Figuur 2.9. Deze figuur toont de maximale waterdieptes horend bij doorbraken bij maatgevende omstandigheden (gebaseerd op De Bruijn & Van der Doef (2011), (inclusief doorbraken vanuit kustdijken en boulevards). De grootste waterdieptes zijn te vinden in het overgangsgebied tussen het beneden- en bovenrivierengebied zoals in dijkkring 15 (Lopiker en Krimpenerwaard) en dijkkring 16 (Albasserwaard). Ook kleine polders (badkuipen), zoals dijkkring 18 (Pernis) en kleine compartimenten op Goeree-Overflakkee (dijkkring 20), aan de noordzijde van IJsselmonde (bij Bolnes) (dijkkring 17) en bij Rotterdam-Alexanderpolder (Dijkkring 14) kunnen heel diep worden.
- *Kwetsbaarheid*: wordt bepaald door de aanwezige economische waarde en bevolking in het gebied. Economische groei en demografische ontwikkeling worden gegeven door de Deltascenario's.



Figuur 2.9 Maximale waterdiepte per hectare gebaseerd op alle 'WV21- overstromingsscenario's' bij maatgevende condities rekening houdend met systeemwerking van dijkkring 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard) en dijkkring 44 (Kromme Rijn) naar dijkkring 14 (Zuid-Holland) (zie De Bruijn & Van der Doef, 2011)

Blootstelling aan en kwetsbaarheid voor overstromingen samen wordt meestal aangeduid als de gevolgen van een overstroming. Een belangrijke factor hierin, naast bovengenoemde factoren, is de voorspelbaarheid en hiermee samenhangende evacuatiefractie. Deze evacuatiefracties zijn lager voor overstromingen vanuit zee dan vanuit het rivierengebied (langer vooruit te voorspellen). De bijbehorende waarden zijn overgenomen uit WV21 (Kind, 2011)

De gevolgbepaling is gebaseerd op het model HIS-SSM (Kok et al., 2005). Hierin is directe schade, directe schade door bedrijfsuitval en indirecte schade meegenomen. In de schadebedragen is geen waarde voor slachtoffers of getroffen en opgenomen. Het aantal verwachte slachtoffers en getroffen is apart beschouwd. Op basis van de VNK2 overstromingsscenario's zijn de verwachtingswaarden van de gevolgen van overstroming per dijkkring(deel) bepaald onder de aanname dat geen doorbraken ontstaan bij benedenmaatgevende omstandigheden, slechts één bij maatgevende omstandigheden en dat er meer bressen ontstaan als de buitenwatercondities nog extremer worden (zie De Bruijn & Van der Doef, 2011).

Tabel 2.2 Economische- en bevolkingsontwikkeling in de verschillende scenario's vanaf 2015

Scenario	Economische groei per jaar	Bevolking Nederland (miljoen inwoners)		Gebruikte factor schade	
		2050	2100	2050	2100
Regional communities (RC)	0,7 %	16	12	1,3	2,5
Global economy (GE)	2,6 %	20	24	2,5	9,8

Om de toekomstige schaderisico's onder de verschillende scenario's en voor de verschillende mogelijke strategieën te schatten is de volgende aanpak gebruikt::

1. Eerst is per dijkkring of dijkkringdeel de stijging of daling van de maatgevende waterstand in de drie klimaatscenario's bepaald door Botterhuis et al. (2012) (zie ook *Figuur 2.2* tot en met *Figuur 2.5*).
2. Ten tweede is de toename van de schade door hogere buitenwaterstand berekend door de waterstandstijging in de verschillende scenario's te vermenigvuldigen met de verwachte schadetoename per meter waterstandstijging. Voor de mogelijke strategieën kunnen de waterstanden echter ook afnemen. Hier is de volgende aanpak gevolgd:
  - a. De schade toename per meter is gebruikt als een schadeafname per meter op lokaties waar de waterstand daalt (zoals bijv. 4A en 4C).
  - b. Voor de gesloten ring met een gecontroleerd peil zijn de overstromingsrisico's binnen de ring op 0 gezet.
  - c. Alleen in de strategieën met gesloten keringen is het evacuatiepercentage verhoogd van 15 naar 30% (de voorspelbaarheid neemt toe) en dus dat het percentage achterblijvers daalt van 85 naar 70%. Dit geldt voor strategie 2A, 2B, en 3B.(zie de Bruijn, 2012)
3. Vervolgens is het nieuwe schaderisico berekend door de overstromingskansen te vermenigvuldigen met de nieuwe schades
4. Ten slotte de schade vermenigvuldigd met de toenamefactor voor economische groei.

### 2.3.2 Resultaten

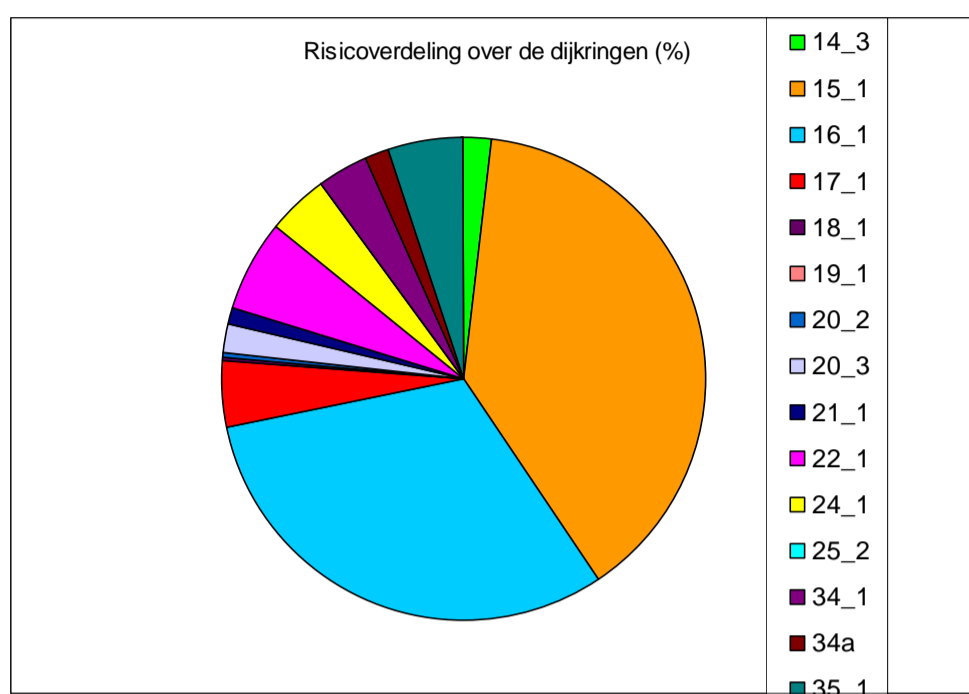
Tabel 2.3 toont de overstromingsrisico's voor de huidige situatie met als basisjaar 2011. Het huidige economische risico bedraagt ongeveer 73 miljoen euro per jaar en 6 slachtoffers per jaar voor heel de regio Rijnmond-Drechtsteden.

Figuur 2.10 laat zien hoe het risico op economische schade is verdeeld over de dijkringen in het gebied (het slachtofferrisico kent een vergelijkbare verdeling). De grootste overstromingsrisico's vinden we in dijkkring 15 (Lopiker en Krimpenerwaard) en dijkkring 16 (Alblasserwaard en Vijfheerenlanden).

Tabel 2.3 Risico voor de huidige situatie (basisjaar 2011, op basis van 2<sup>o</sup> referentie WV21)

Schade/jaar	Getroffenen/jaar	Slachtoffers / jaar
73	688	5,5

Deze dijkringen dragen samen zo'n 70% bij aan het totale overstromingsrisico van het gebied in alle scenario's (zie figuur 2.4). Het grote risico in deze dijkringen wordt veroorzaakt door een grote schade en een relatief grote overstromingskans (1/1000, volgens 2<sup>o</sup> referentie WV21).



Figuur 2.10 Percentuele verdeling van het schaderisico (in het basisjaar 2011) over de verschillende dijkkring(del)en binnen Rijnmond-Drechtsteden.

Als we vervolgens de invloed van klimaatverandering en mogelijke strategieën op de overstromingsrisico's kwantificeren ontstaat het beeld zoals weergegeven in Tabel 2.4. Naast de mogelijke strategieën 1 t/m 4C is ook de HN (hogere norm/bescherming) strategie opgenomen. Tabel 2.4 laat de schaderisico's en slachtofferisico's zien bij een gelijkblijvende bevolkingsomvang en geen economische groei. Te zien is of strategieën het beter doen dan voortzetting van het huidige beleid (verandering t.o.v. de referentie) en of de huidige risiconiveaus worden overschreden dan wel onderschreden in de toekomst (t.o.v. 2015). De volgende conclusies kunnen worden getroffen:

- De invloed van klimaatverandering op de uitkomsten (=referentie) is klein als aan de huidige normen en daarmee aan de huidige overstromingskansen wordt vastgehouden. Onder het W+ scenario nemen de gemiddelde risico's in de regio ten opzichte van de huidige situatie (2015) hooguit met 14% toe tot 2100. Dit is vooral te wijten aan het feit dat bij hogere buitenwaterstanden een groter gebied overstroomt waarbij iets grotere dieptes worden bereikt. De invloed van economische groei is een stuk groter zelfs uitgaande van het gematigde RC-scenario.
- De invloed van de mogelijke strategieën is eveneens beperkt zolang de maatgevende waterstanden in het gebied de huidige niveaus (2015) niet substantieel onder- of overschrijden. De verlaging van de maatgevende waterstanden t.o.v. huidige niveaus is te zien in paragraaf 2.1. De strategie waarin de waterstanden over een zo groot mogelijk gebied en zover mogelijk wordt verlaagd levert de grootste reductie van de schaderisico's op. Dit komt 1 op 1 voort uit de principes van de beschouwde mogelijke strategieën die allemaal gericht zijn op verlaging van waterstanden. Zo zien we dat de gesloten ring (2B en 3B) de grootste reductie van risico's oplevert, op afstand gevolgd door de strategieën 'Lek verder ontzien' (4A en 4C) (let wel hierin zit geen evt. verdere toename van risico's verder stroomopwaarts op de Waal of IJssel). Met het verbeteren van de faalkans van de Maeslantkering of het evt. aanleggen van schutsluizen in de Nieuwe Waterweg, kunnen de huidige risico's ongeveer worden gehandhaafd tot een toename van zeespiegel en afvoer volgens het W+ scenario in 2100. Het is tenslotte overduidelijk dat in de 'Open' (3A) strategie de risico's fors toenemen.

- Voor de slachtofferrisico's is het beeld enigszins afwijkend. Een 'gesloten ring' (2B, 3B) scoort hier wederom het beste maar wordt nu gevolgd door 'gesloten zeezijde' (2A). Blijkbaar nemen de slachtofferrisico's door de gekozen maatregelen vooral af in de westelijk gelegen dijkringen in het gebied (zoals dijkring 14-3) en is de bereikte afname van overstromingen in dijkring 15 en 16 bij 'Lek verder ontzien' (4A en 4C) onvoldoende om slachtofferrisico's verder te reduceren (snel en diep blijft snel en diep).
- Als gekozen wordt voor hogere normen (HN), dijkversterking op de meest kwetsbare plekken (volgens Tabel 1.1, 3<sup>e</sup> kolom), wordt een nog hogere reductie van risico's bereikt dan met de strategie 'gesloten ring'.

Tabel 2.4 Schade en slachtofferrisico's voor het jaar 2050 en 2100 voor het W+ klimaatscenario zonder invloed van economische groei en demografische ontwikkelingen. Huidige (2015) schade- en slachtofferrisico zijn 73 miljoen euro per jaar en 5,5 slachtoffers per jaar.

W+ 2100	schade			slachtoffers		
	W+2100	t.o.v 2015	t.o.v. referentie		t.o.v 2015	t.o.v. referentie
Strategie	milj euro/j	%	%	#/jaar	%	%
0 referentie	83	18	0	6,3	14	0
1 optimalisatie huidig	74	6	-10	5,9	8	-5
2A gesloten zeezijde	72	3	-13	4,6	-16	-26
2B gesloten ring	40	-43	-52	1,7	-69	-73
3A open	111	58	34	7,6	38	22
3B open + ring	52	-26	-37	2,8	-49	-55
4A Lek ontzien	68	-3	-18	5,7	3	-9
4C Lek ontzien + AO	61	-13	-26	5,5	0	-12
HN Hogere norm	21	-69	-74			

W+ 2050/G 2100	schade			slachtoffers		
	W+2050	t.o.v 2015	t.o.v. referentie		t.o.v 2015	t.o.v. referentie
Strategie	milj euro/j	%	%	#/jaar	%	%
0 referentie	76	8	0	5,8	5	-8
1 optimalisatie huidig	73	4	-4	5,6	1	-11
2A gesloten zeezijde	69	-2	-10	4,4	-20	-30
2B gesloten ring	34	-52	-56	1,6	-71	-75
3A open	104	48	36	6,7	22	8
3B open + ring	53	-24	-30	2,7	-50	-56
4A Lek ontzien -> IJssel	65	-8	-15	5,5	0	-12
4C Lek ontzien + AO	53	-24	-30	4,9	-11	-22
HN Hogere norm	19	-73	-75			

In Tabel 2.5 wordt de invloed van economische groei en bevolkingsgroei op de schade- en slachtofferrisico's in beeld gebracht. Hierin zijn rechtstreeks de factoren uit Tabel 2.2 gebruikt. Waar de invloed van klimaat tot 2100 op de schaderisico's maximaal zo'n 15% toename en de invloed van de maatregelen hooguit een factor 4 afname betekent kan de economische groei bijna een factor 10 toename betekenen in het STOOM scenario. Bij het WARM scenario is het een heel ander verhaal en neemt het schaderisico hooguit met een factor 2,5 toe tot 2100. In het WARM scenario neemt het slachtofferrisico zelfs af ten opzichte van het huidige niveau vanwege een dalende bevolking.

Tabel 2.5 Schade en slachtofferrisico's voor de mogelijke strategieën gesommeerd over het hele gebied voor de Deltascenario's STOOM en WARM (W+ klimaatscenario i.c.m. respectievelijk het GE en RC sociaal-economisch scenario) in 2100.

	Schade M€/jaar		Slachtoffers /jaar	
	STOOM	WARM	STOOM	WARM
0 referentie	816	208	9,4	4,7
1 optimalisatie huidig	731	186	8,9	4,4
2A gesloten zeezijde	709	180	7,0	3,5
2B gesloten	395	101	2,6	1,3
3A Open	1093	278	11,4	5,7
3B Open +ring	513	131	4,2	2,1
4A Lek ontzien->Ijssel	670	171	8,5	4,3
4C Lek ontzien+AO	600	153	8,3	4,1
HN Hogere norm	211	54		

### 2.3.3 Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg

- In de getoonde resultaten is rekening gehouden met systeemwerking waarbij water over de Hollandse IJssel heen van dijkkring 15 naar dijkkring 14 kan stromen. Er is geen rekening gehouden met doorbraken in de dijken langs de Hollandse IJssel en falen van de stormvloedkering in de Hollandse IJssel zelf. Een verkennende studie van Deltares (zie ook De Bruijn 2012) laat zien dat invloed van falende dijken langs de Hollandsche IJssel voor Dijkkring 14-3 en dijkkring 15 in potentie groot is. Voor beide dijkringen is de jaarlijkse potentiële schade ongeveer 2 miljoen euro hoger als falen van de dijken langs de Hollandsche IJssel wordt meegenomen. Het huidige totale jaarlijkse schade risico voor de regio Rijnmond-Drechtsteden neemt daarmee toe van 73 naar 77 miljoen euro per jaar. Bij de effecten van de mogelijke strategieën scoren de varianten waarin de Hollandsche IJssel wordt afgesloten met schutsluizen daarom relatief beter als dit falen van de C-keringen mee wordt genomen. Deze constatering zal worden meegenomen bij de conclusies in hoofdstuk 3. Zoals opgemerkt zijn veranderingen van overstromingsrisico's in dijkringen verder stroomopwaarts nog niet meegenomen. Een kwalitatieve schatting is dat met name in de strategieën 2B, 3B en 4A t/m C de risico's bovenstrooms (Betuwe, dijkringen rond de IJssel) substantieel toenemen. Deze toename is relatief hoger in de hellende dijkringen in het bovenrivieren gebied dan in het benedenrivierengebied. Deze effecten dienen in een volgende fase expliciet te worden meegenomen. Systeemwerking bij de gesloten varianten moet worden voorkomen en is in de analyse niet meegenomen (zie ook De Bruijn 2012). Bij de gesloten varianten zouden daarom ook de dijken langs de Nieuwe Lek en de dijken langs de Merwede benedenstrooms van de Nieuwe Lek en bovenstrooms van de nieuwe kering in de Beneden-Merwede een zeer kleine faalkans moeten krijgen. Immers, een doorbraak van die dijken zal leiden tot een zeer grote instroom van water in de Alblasserwaard. De westelijke dijk van de Alblasserwaard (langs de Noord) heeft in die variant toetspeilen die rond de 1 meter boven NAP liggen en zal dit water niet kunnen binnenhouden in de Alblasserwaard. Het water zal dan dus vanuit de Alblasserwaard de gesloten ring instromen en zo ook andere gebieden aan de gesloten ring bedreigen. Dit is niet de bedoeling van de gesloten ring. Opgemerkt dient te worden dat er een dubbeltelling van pipingeffecten in de effectbeoordeling in dit rapport zit. De 2<sup>e</sup> referentie waarin in dit hoofdstuk van wordt uitgegaan gaat uit van overstromingskansen die gebaseerd zijn op

lengte effecten en piping (zie ook Kind, 2011). In 2.2 worden echter ook kostenschattingen gedaan waarbij extra maatregelen worden getroffen tegen piping. In een evenwichtige kosten-baten analyse zouden de overstromingskansen dus eigenlijk aangepast moeten worden hieraan. Ze gaan dan weer meer in de richting van de overschrijdingskansen. **Buitendijkse overstromingsrisico's**

#### 2.4.1 Aanpak

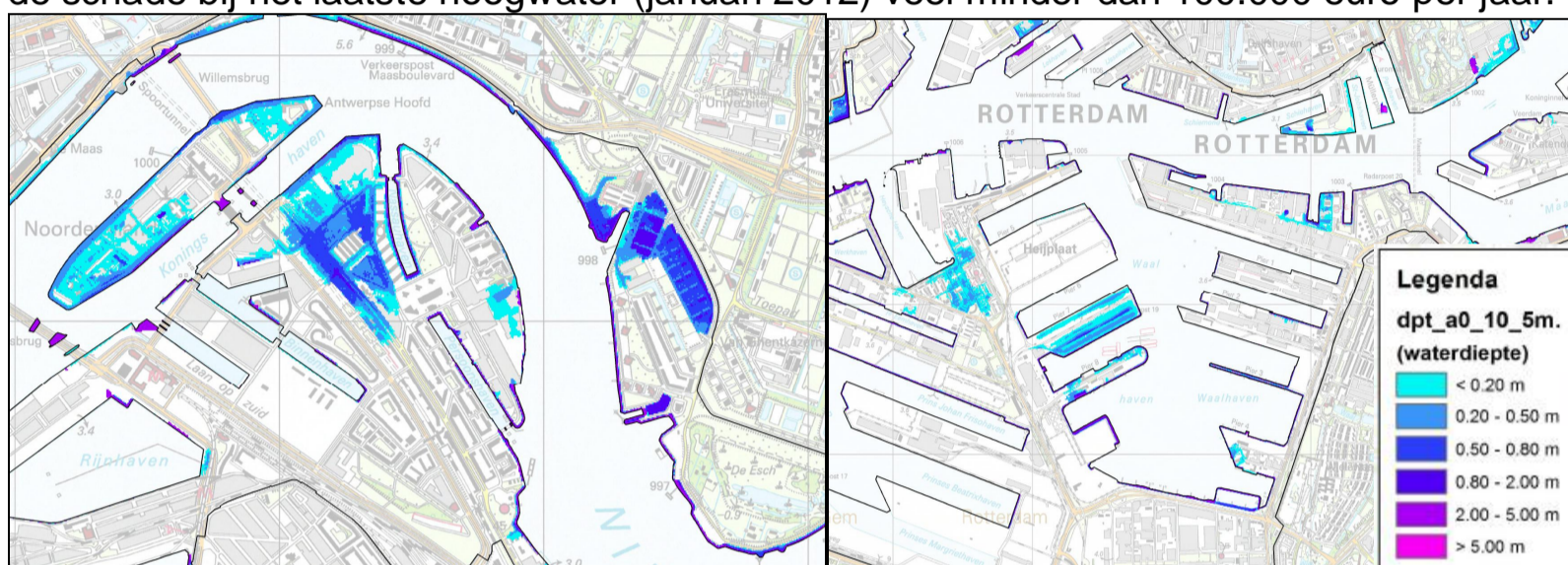
In deze studie is voortgebouwd op het werk van Huizinga (2011), die ten behoeve van de eerste verkenning van hoekpunten voor DP RD, buitendijkse schades heeft berekend met behulp van HIS-SSM (Kok et al., 2005). Omdat aan de validiteit van de resultaten werd getwijfeld (zie ook Jeuken et al., 2011) is gestart de methode voor zover mogelijk binnen het ambitieuze tijdschema en het beschikbare budget van het Deltaprogramma te verbeteren. Het plan is om onder andere een verbeterd hoogtebestand, verbeterde waterdiepte kaarten, verbeterde basisgegevens en kostenfuncties door te voeren. Bij de totstandkoming van de huidige resultaten waren nog niet alle verbeteringen geïmplementeerd (nog geen nieuwe kostenfuncties opgenomen en het bedrijvenbestand is nog niet geactualiseerd). De resultaten moeten daarom worden gezien als een verbeterd tussenresultaat t.o.v. Huizinga (2011) maar nog steeds als slechts een grove schatting. In het kort gezegd zijn de volgende stappen doorlopen om tot de in 2.4.1 getoonde resultaten te komen:

- Waterdiepte kaarten voor de buitendijkse gebieden zijn gemaakt bij 3 verschillende herhalingstijden: 1/10, 1/100 en 1/1000 jaar. Hiervoor zijn het hoogtebestand van het gebied en de berekende waterstanden (voor de verschillende klimaatscenario's) voor de mogelijke strategieën (zie 2.1) gebruikt.
- Deze waterdieptes zijn vervolgens gekoppeld aan de aanwezige functies in de ondergelopen gebieden.
- Per functie wordt op basis van een schadefunctie (die afhangt van de waterdiepte) een schade bepaald. De functies woningen, bedrijven, gemalen en RWZI's, wegen, spoor, stedelijk gebied en intensieve recreatie worden daarbij onderscheiden.
- De totale schade wordt nog vermenigvuldigd met een opslagpercentage van 2,35 voor o.a. indirecte effecten en een doorvertaling van de getallen uit 2000 naar 2015 op de zelfde wijze als dat ook voor de binnendijkse gebieden gebeurt (zie ook Kind, 2011).
- De jaarlijkse verwachtingswaarde wordt afgeleid vanuit de resultaten van de drie herhalingstijden volgens de methode als beschreven in de bijlage van Jeuken et al (2011).
- Effecten van economische groei worden niet meegenomen in de resultaten.

Omdat het gaat om een nog niet goed uitontwikkeld instrumentarium, dienen de getallen met de nodige voorzichtigheid te worden gebruikt. Voor een onderlinge vergelijking van strategieën lijkt de methode wel voldoende.

## 2.4.2 Resultaten

Bij waterstanden rond de 2,3 meter bij Dordrecht of 2.8m+NAP bij Rotterdam beginnen buitendijkse woon- en werkgebieden in Rijnmond-Drechtsteden te overstromen. Dit is een waterstand die nu ongeveer 1 keer per 10 jaar voorkomt. Met zeespiegelstijging en verandering van rivierafvoeren zal dit frequenter gaan gebeuren. De schade bij zo'n 10-jaarlijkse gebeurtenis, weten we uit de praktijk, is beperkt. In Dordrecht bijvoorbeeld bedroeg de schade bij het laatste hoogwater (januari 2012) veel minder dan 100.000 euro per jaar.



Figuur 2.11 Waterdiepte bij de 1/100 per jaar situatie ingezoomd op de Nieuwe Maas rond het Noordereiland en de Waterbassinwijk (links) en het gebied rond de Waalhaven en Heijplaat (rechts).

Overstromingen met een kans van 1/100 per jaar of nog zeldzamere gebeurtenissen leiden waarschijnlijk tot meer substantiële schade bedragen.

Tabel 2.6 laat zien wat in de huidige situatie de verwachte schade is. Een schade bedrag van 215 miljoen euro bij een 1/10 jaar gebeurtenis lijkt gezien de ervaringen uit het verleden en andere nauwkeurige schattingen aan de erg hoge kant. De jaarlijkse verwachtingswaarde komt daarmee uit op 39 miljoen euro per jaar. Als we er vanuit gaan dat de 1/10 jaar schade nagenoeg 0 (zie ook Witteveen & Bosch, 2010) komt de jaarlijkse verwachtingswaarde uit op 18 miljoen euro.

Het potentiële aantal getroffen<sup>1</sup> per gebeurtenis is aanzienlijk (Tabel 2.6). Integratie van de aantallen getroffen bij verschillende herhalingstijden leidt tot een verwacht aantal getroffen per jaar van ongeveer 500. Het potentiële aantal slachtoffers is op basis van de huidige kennis en data niet te bepalen. Gezien de geringe waterdieptes, grote voorspelbaarheid en de mogelijkheden voor verticale evacuatie is de schatting dat de jaarlijkse verwachtingswaarde in ieder geval kleiner is dan 1.

Tabel 2.6 Schade en aantallen getroffen bij gebeurtenissen met een verschillende herhalingstijd  $T$  (in jaar) in 2015 voor de referentie (0). Schade range wordt bepaald door de schade bij  $T=10$  wel of niet op 0 te stellen.

Resultaat Schade	T = 10	T= 100	T=1000
Schade (miljoen euro)	0 - 215	290-500	720-930
Getroffenen	1804	7354	11585

1. Hiermee worden alle inwoners bedoeld in het getroffen gebied.

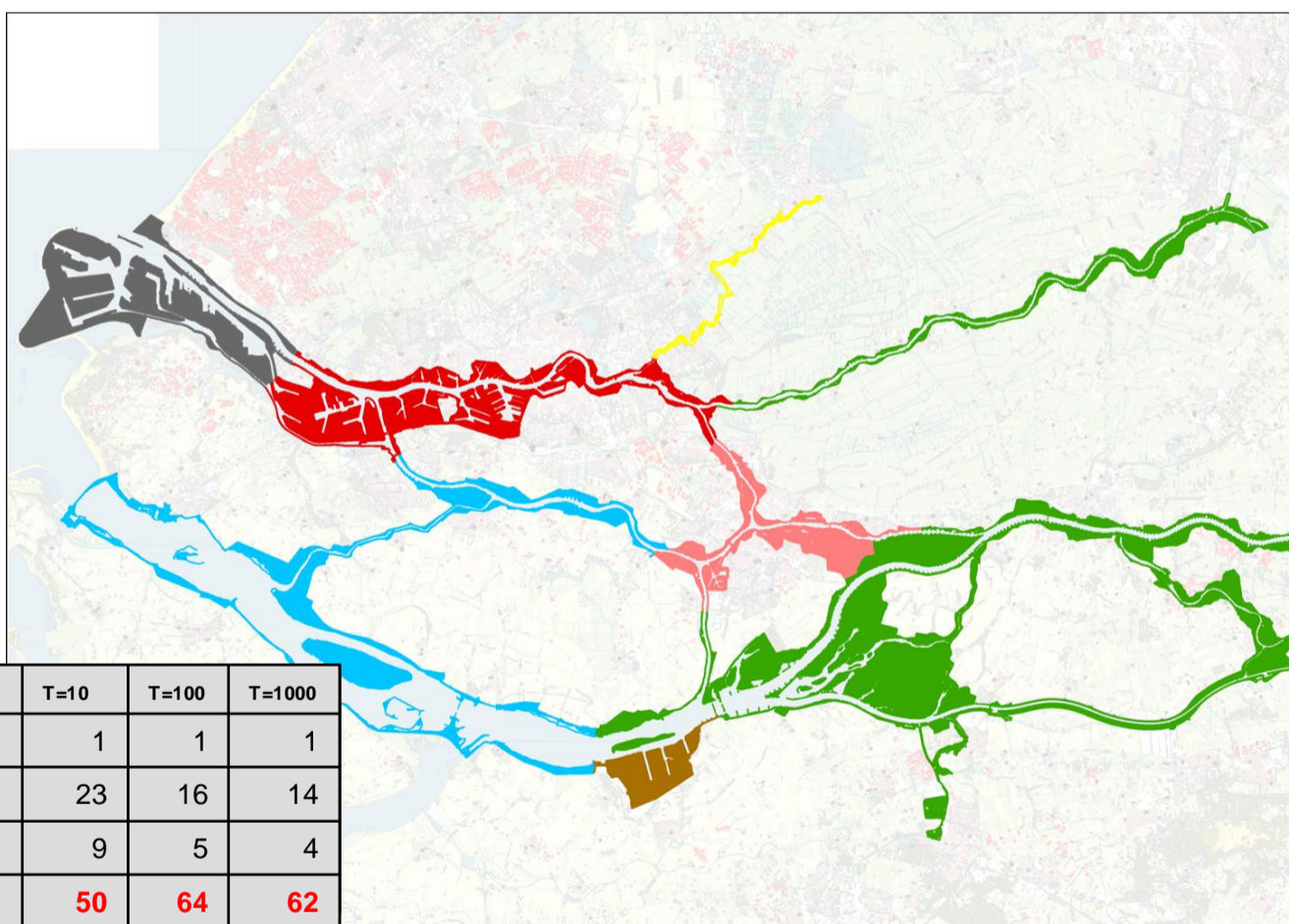
Tabel 2.7 Risico's buitendijks horend bij het huidige beleid.

Referentiejaar	2015	2050	2100
Economisch risico (Miljoen euro/jaar)	18-39	34-55	87-108

Iets meer dan de helft van deze schade treedt op in het Rotterdamse buitendijkse gebied, gevolgd door Dordrecht en de Drechtsteden verder stroom opwaarts (zie Tabel 2.8).

Andere deelgebieden dragen niet of nauwelijks bij. Binnen de beschouwde range aan herhalingstijden overstroomt het havengebied van Moerdijk helemaal niet. Het aandeel van Rotterdam in de totale schade lijkt toe te nemen met toenemende herhalingstijden.

Bij een zeespiegelstijging van 35 cm en een toename van de rivierafvoer tot 17.000 m<sup>3</sup>/s in 2050 (W+) neemt de jaarlijkse verwachte schade toe tot 34 a 55 miljoen €. Bij 85 cm zeespiegelstijging en een rivierafvoer van 18.000 m<sup>3</sup>/s is dit 87 a 108 miljoen €. Bij deze risicotename is geen schadetoename als gevolg van economische groei beschouwd. De aanname is dat economische ontwikkeling in de vorm van herstructurering en Nieuwbouw klimaatadaptief gebeurt.



Gebied	T=10	T=100	T=1000
Havens	1	1	1
Drechtsteden	23	16	14
Eilanden	9	5	4
Rotterdam	50	64	62
Biesbosch & rivieren	16	13	19
Moerdijk	0	0	0
Hollandsche IJssel	2	1	1

Tabel 2.8 Verdeling van de schade in procenten over de verschillende deelgebieden in Rijnmond-Drechtsteden.

Tabel 2.9 Laat de consequenties zien van de verschillende mogelijke strategieën voor de mogelijke economische schade die op kan treden in de buitendijkse gebieden. Hoe deze schade verdeeld is over de regio wordt getoond in Figure 2.12. Bij welke waterdieptes deze schades optreden valt af te leiden in Figuur 2.13 voor deelgebied Rotterdam

Tabel 2.9 Risico's in miljoen euro/jaar voor de verschillende strategieën zonder economische groei na 2015 voor klimaatscenario W2050 en W2100 (uitgaande van een verwaarloosbare schade in de huidige situatie voor een gebeurtenis met een kans van 1/10 per jaar)

Risico's	Referentie	1	2a	2b	3a	3b	4a	4c
2050	34	32	2	3	179	50	31	28
2100	87	75	16	11	376	86	69	66

De volgende conclusies over het effect van de strategieën op het buitendijkse overstromingsrisico kunnen worden getrokken:

- Het verkleinen van de faalkans van de Maeslantkering (zoals strategie 1) levert geen grote bijdrage aan het reduceren van de potentiële schade. Immers, zo'n verbetering verlaagt de waterstanden met een kans van voorkomen van eens in de 10 jaar niet, en van eens in de 100 jaar nauwelijks. Een permanent gesloten Nieuwe-Waterweg heeft wel effect op deze relatief meer frequente hoogwaters, waardoor de risico's van strategie 2a veel lager zijn. Van grotere invloed op de buitendijkse gebieden is de keuze van het sluitcriterium van de stormvloedkeringen.
- Volledig afsluiten (strategie 2b en 3b) zorgt voor een grote reductie van de schade (deelgebied Rotterdam gaat nagenoeg naar 0). Tegelijkertijd neemt de schade buiten de ring vooral bij de combinatie met een open Haringvliet sterk toe in het deelgebied 'Biesbosch en rivieren' en zelfs in deelgebied 'Moerdijk' ontstaat schade.
- Zoals ook al door Jeuken et al. (2011) aangetoond, leidt een open Haringvliet (3a) tot een grote toename van potentiële schade.
- Met een ring met afsluitbare keringen (strategie 4C) wordt de buitendijkse schade in potentie significant gereduceerd.
- In strategie 4A, Lek verder ontzien (ten koste van de IJssel), wordt een zeer beperkte afname van potentiële schade bereikt, waarschijnlijk als gevolg van iets lagere waterstanden in het riviergedomineerde deel van het gebied.

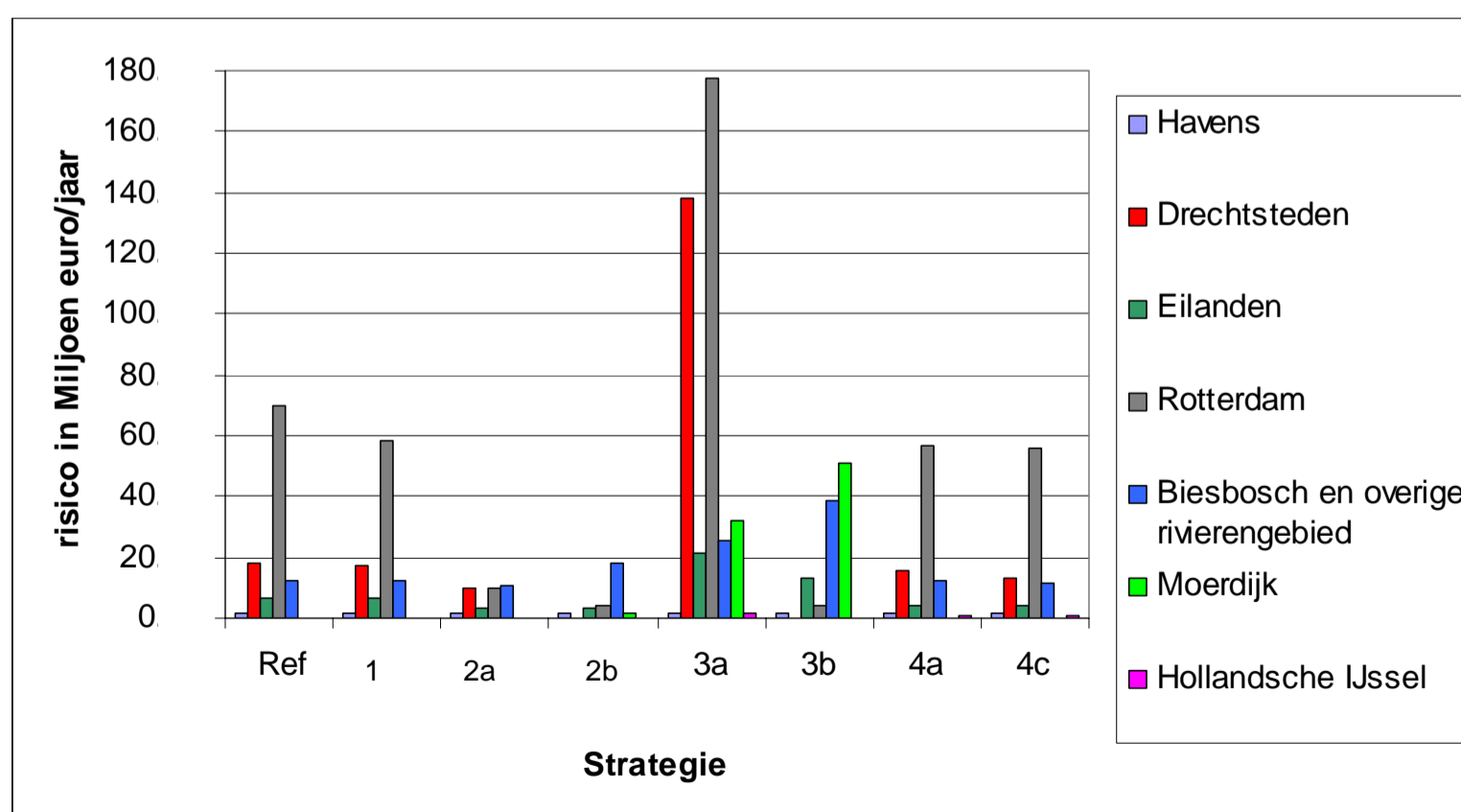
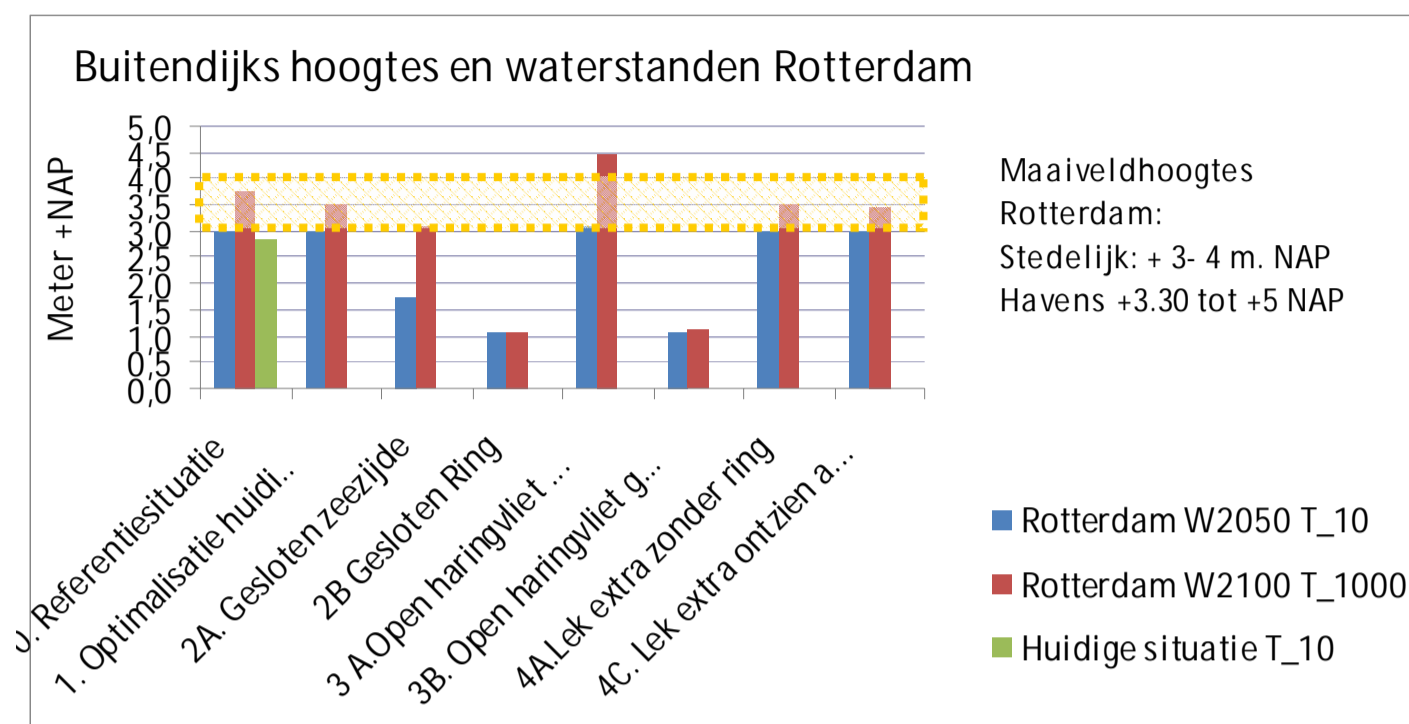


Figure 2.12 Schaderisico (euro/jaar) per deelgebied en strategie (zie kaartje bij Tabel 2.8 voor afbakening)



Figuur 2.13 Optredende waterstanden voor 2herhalingstijden en 2 zichtjaren vergeleken met maaiveld hoogtes in deelgebied Rotterdam (gearceerd gebied).

### 2.4.3 Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg

- De belangrijkste functie in het gebied vormt de categorie bedrijven, de potentiële schade is hiervoor het grootste. De tot dusver gebruikte basisdata, categorieën en functies vertonen grote gebreken. Het is van belang om de methode voor buitendijkse bedrijven te verbeteren.
- Bij het evalueren van de resultaten vielen een aantal onverwacht grote schadeposten op: namelijk de categorieën 'spoor' en 'gemalen en RWZI's'. Dit kon slecht vanuit de fysieke situatie in het gebied worden verklaard. De implementatie van deze categorieën moet daarom nog goed worden nagekeken (Zie ook de Bruijn et al., concept 2012b).
- Gezien de hoge schadegetallen die uit de analyse naar voren komen voor de 1/10 jaar schade dient de vraag zich aan hoe goed de schadefuncties toepasbaar zijn voor buitendijkse gebieden. Beter onderzocht moet worden wat er gebeurt bij geringe waterdieptes en stroomsnelheden. In hoeverre is de huidige bebouwing al aangepast aan mogelijke wateroverlast. De functies dienen vervolgens hier op worden aangepast.
- Voor externe veiligheid zoals chemische calamiteiten met mogelijk een groot aantal slachtoffers zou wellicht ook de 1/10000 jaar herhalingstijd van belang kunnen zijn. Dat is in deze studie niet meegenomen.
- Zodra de absolute schade getallen meer vertrouwen geven kan vervolgens ook beter naar de effecten van economische groei hierop worden gekeken. Voor bestaand gebied dat niet wordt geherstructureerd zal de schade in ieder geval meestijden met economische waardevermeerdering.

Ondanks bovengenoemde tekortkomingen bieden de resultaten voldoende vertrouwen voor een relatieve vergelijking van mogelijke strategieën. Voor een afweging van kosten en baten die aan een investeringsbeslissing vooraf gaat verdient het aanbeveling de methode nog verder te verbeteren.

## 2.5 Scheepvaart

### 2.5.1 Aanpak

Bij hinder voor scheepvaart spreken we in deze studie over zogenaamde passagekosten. Hieronder wordt verstaan de extra kosten die vervoerders moeten maken plus de extra schade die de klant (de verwerkende industrie) ondervindt doordat de lading langer onderweg is dan in een situatie met vrije doorvaart voor scheepvaart. In de mogelijke strategieën wordt de vrije doorvaart belemmerd door stormvloedkeringen die vaker zullen sluiten als gevolg van stijgende waterstanden (zie 2.1) en door het aanbrengen van schutsluizen in de Nieuwe Waterweg en in de diverse riviertakken. De methoden voor het bepalen van de passagekosten en concurrentie-effecten worden uitgebreid beschreven in Ecorys (2011) en Ecorys (2012).

Belangrijke basis zijn de huidige scheepvaartbewegingen en prognoses van scheepvaartbewegingen in het gebied. Deze gegevens zijn door Ecorys zoveel mogelijk overgenomen van het Havenbedrijf en waar nodig aangevuld. Onderscheid is gemaakt naar zeevaart en scheepvaart en hierbinnen weer naar verschillende scheepsklassen. Vervolgens zijn de scheepvaartbewegingen ook uitgesplitst naar deelgebied en zijn prognoses gemaakt (zie

Figuur 2.14 als voorbeeld). Bij deze prognoses is rekening gehouden met schaalvergroting van de scheepvaart. Om een indruk te geven over wat voor aantal bewegingen dit gaat: voor het drukste punt voor de binnenvaart, de Nieuwe Maas bij Krimpen neemt het aantal scheepsbewegingen voor de binnenvaart toe van 111.000 per jaar (2010) naar 189.000 per jaar in 2050 onder een GE scenario. Voor het drukste punt voor de zeevaart, de Nieuwe Waterweg neemt het aantal bewegingen van zeeschepen toe van 57.000 per jaar (2010) naar 87.000 per jaar in 2050 onder een GE scenario. Uit dit voorbeeld volgt direct dat er voor de zeescheepvaart meer potentie in schaalvergroting zit dan voor de binnenvaart.

Naast het Global Economy scenario maakt het Havenbedrijf gebruik van een laag groei (LG) scenario. Voor beide scenario's gelden andere (hogere) groeicijfers dan de gemiddelde economische groei uit de Deltascenario's tot 2050.

Op basis van de scheepvaartprognoses is vast te stellen hoeveel schepen van welke omvang wel of niet last gaan krijgen van ingrepen als schutsluizen of extra stormvloedkeringen die vaker gaan sluiten in de verschillende mogelijke strategieën.

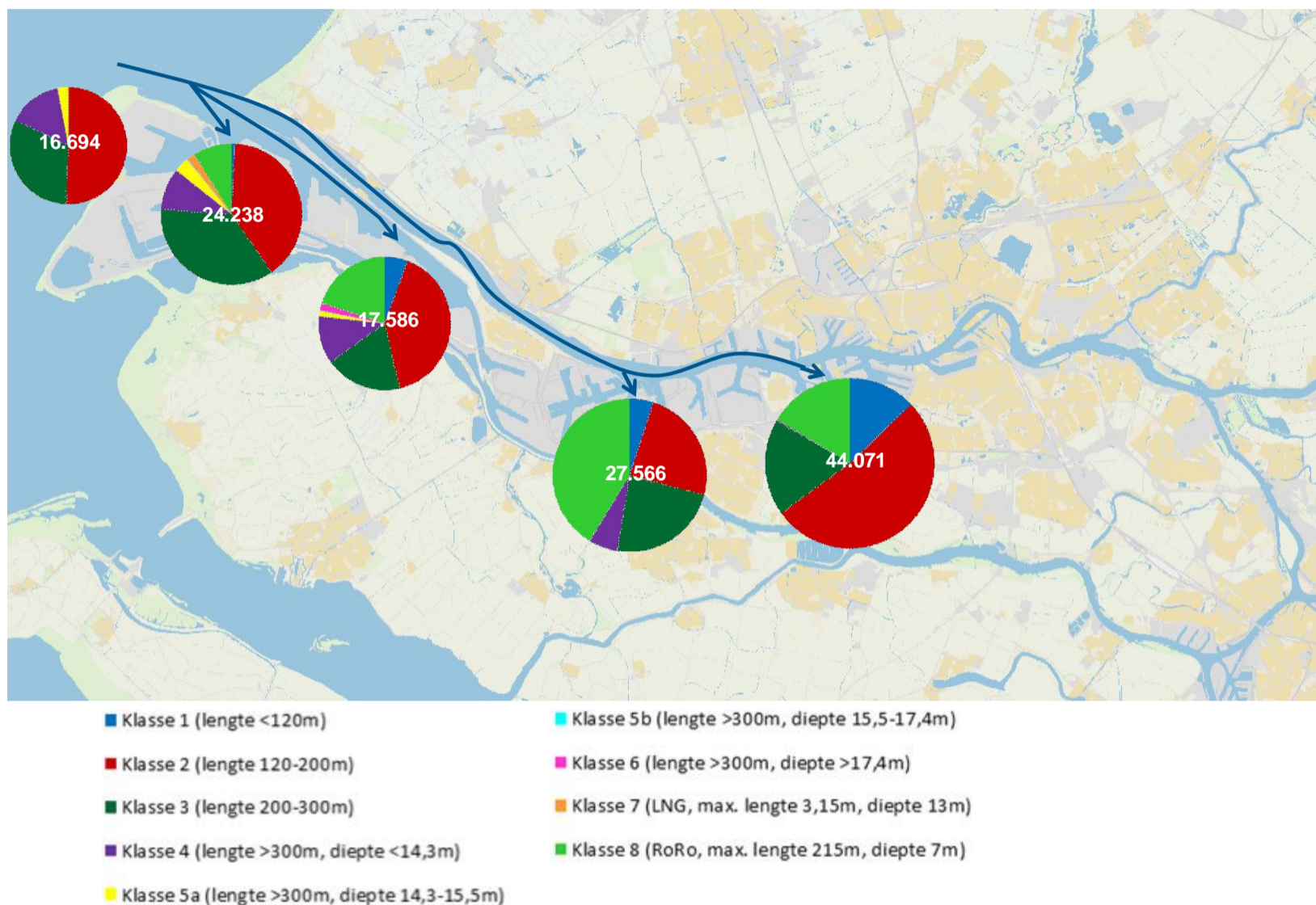
Met behulp van het 'Kooman-model' van Rijkswaterstaat zijn de wachttijden van de binnenvaartsluizen bepaald. Voor de schutsluizen in de Nieuwe Waterweg was dit model niet toepasbaar en is een schatting gemaakt op basis van een formule die afgeleid is van gedetailleerde modelstudies voor de sluisen bij IJmuiden en Terneuzen (zie Ecorys, 2012). Daarbij is rekening gehouden met grotere capaciteit van de 3 sluisen in de Nieuwe Waterweg.

Voor beide typen scheepvaart zijn de gemiddelde wachtkosten per uur berekend; gemiddeld € 611,51<sup>2</sup> per uur voor de zeevaart en gemiddeld € 116,45<sup>3</sup> per uur voor de binnenvaart. (prijspeil 2012). Met de informatie over wachttijden en wachtkosten en aantal schepen kunnen vervolgens de totale passagekosten per strategie worden berekend.

<sup>2</sup> Drewry, Ocean Shipping Consultants, Clarkson, MTBS (2006). Gegevens bewerkt door Ecorys.

<sup>3</sup> Gemiddelde van de wachttijd per uur voor vaarwegklasse V (€ 104,79) en vaarwegklasse VI (€ 128,10). Deze uurkosten zijn bepaald a.d.h.v. de gemiddelde scheepsklasseverdeling per vaarwegklasse (bron: Ministerie van V&W (2000), Een nieuwe standaardvloot voor de verkeersmodellen) en de gemiddelde wachtkosten per scheepsklasse (bron: NEA (2008), Kostenkengetallen binnenvaart 2008). Prijspeil 2012.

## I. Bewegingen zeevaart per klasse per bekken (2050, GE)



Figuur 2.14 Aantal scheepsbewegingen van de zeevaart per havenbekken (verdeeld over scheepsklassen, te lezen met de klok mee vanaf '12 uur') onder het GE scenario voor 2050.

De gevolgen van de wachttijden op 'modal shift' en uitwijken naar andere havens (en dus consequenties voor de concurrentiepositie van de haven) zijn ten slotte onderzocht met het Havenconcurrentiemodel (Ecorys, 2011).

### 2.5.2 Resultaten

Bij groei van transportvolumes in de toekomst kunnen de passagekosten fors toenemen zoals is te zien in Tabel 2.10 en Tabel 2.11 (uit Gille et al. 2012).

Zeker in strategieën waar schutsluizen worden toegevoegd kunnen de passagekosten flink oplopen. Voor een gesloten ring (2B, 3B) kunnen bij een toename van het aantal scheepvaartbewegingen volgens een GE scenario voor 2050 de passagekosten oplopen tot 320 miljoen euro per jaar. Ook zonder toename van het aantal scheepvaartbewegingen zullen er in de gesloten strategieën passagekosten ontstaan van naar schattingen enkele tientallen miljoenen euro per jaar, wat niet veel lager is dan de ontstane schade in het LG scenario.

De capaciteit van de sluisen heeft hier uiteraard grote invloed op. Daarnaast heeft de zeevaart een fors groter aandeel in de passagekosten dan de binnenvaart. Voor de Nieuwe Waterweg is gekozen voor een sluisencomplex met 3 grote kolken (zie bijlage A). Passagetijden lopen op tot 85 minuten per schip in het GE scenario voor 2050. Waarschijnlijk is in het ontwerp van de sluisen nog optimalisatie mogelijk, maar het passeren van sluisen zal altijd extra tijd kosten. Ook zonder te hoeven wachten op andere schepen, zal de passagetijd nog altijd zeker 10 minuten zijn. Dit is 25 % van de wachttijd in een LG scenario met 3 sluisen (ongeveer 40 minuten). De 'vrije' passagekosten zouden daarmee ruwweg uitkomen op 25 miljoen euro per jaar. Er is niet uitgezocht welk sluisontwerp hier bij zou horen.

Tabel 2.10 Jaarlijkse passagekosten van de huidige keringen voor de referentiestrategie in W+2050 scenario (in mln Euro/jaar, prijspeil 2012). GE (Global Economy) en LG (Low growth) scenario zijn door het Havenbedrijf Rotterdam doorvertaald naar scheepvaart bewegingen in de diverse havenbekkens (zie ook Havenbedrijf (2011))

Kering	GE scenario	LG scenario
Maeslantkering	3,4	2,2
Hartelkering	0,8	0,5
Hollandsche IJssel	0,03	0,03
Totaal	4,3	2,8

Tabel 2.11 Totale jaarlijkse toename in passagekosten scheepvaart per strategie en scenario, t.o.v. referentiestrategie (in mln Euro per jaar's in 2050, prijspeil 2012)

Strategie	GE scenario	LG scenario
1 Optimalisatie	1,2	1,0
2a Gesloten zeezijde	319,7	95,0
2b Gesloten ring	427,1	121,8
3a Open Haringvliet	0,4	0,5

Het blijkt dat passagekosten bij stormvloedkeringen een fractie zijn van die van schutsluisen en dat ze maximaal oplopen tot enkele miljoenen euro's per jaar bij een GE scenario.

Tabel 2.12 Effecten in 2050 op concurrentiepositie Rotterdamse haven in TEU's (containers), percentueel verschil marktaandeel en economisch effect in euro per jaar's (prijspeil 2012)

	Strategie 2A		Strategie 2B/3B	
Effect in TEU's	-319.000	-35.000	-582.000	-59.000
% marktaandeel	-0,67%	-0,25%	-1,22%	-0,43%
Economisch effect	€ -32 miljoen	€ -4 miljoen	€ -58 miljoen	€ -6 miljoen

Er is ook gekeken naar het effect op de concurrentiepositie van de haven voor de meest ingrijpende strategieën 2A, 2B en 3B (gesloten zeezijde en gesloten ring). Uit Tabel 2.12 blijkt dat deze strategieën een extra economisch effect met zich meebrengen te grootte van zo'n 10% tot 15% bovenop de directe passagekosten. Een strategie met alleen sluizen in de Nieuwe Waterweg en de Hollandsche IJssel heeft duidelijk kleinere economische effecten dan een scenario met zowel sluizen in de Nieuwe Waterweg als in het Spui, de Dortsche Kil, de Beneden Merwede en de Lek.

Tenslotte is er een 'what if' analyse uitgevoerd voor 2100. Deze komt er (bij gebrek aan lange termijn economische scenario's) simpelweg op neer dat onderzocht is hoe de passagekosten toenemen bij een toename van het transportvolume met respectievelijk 50% (voor het LG scenario) en 100% (voor het GE-scenario) en verdere klimaatverandering tot 2100 volgens het W+ of G scenario. De belangrijkste conclusies uit deze 'what if' analyse zijn:

- Bij verdere doorgroei van de transportvolumes na 2050 nemen de passagekosten snel toe in de 'gesloten' strategieën (2A, 2B, 3B) tot meer dan 2 miljard per jaar voor het GE scenario en meer dan 200 miljoen per jaar voor het LG scenario. De klimaatverandering doet er hierbij niet veel toe.
- Onder een W+ scenario zal voor een strategie 4B (Lek ontzien met kleine ring) de passagekosten in 2100 juist wel sterk toenemen vanwege klimaatverandering tot meer dan 50 miljoen per jaar. Dit heeft te maken met het strenge sluitcriterium (2,25 +NAP) voor de nieuwe keringen in deze strategie dat leidt tot een aantal sluitingen van 65 keer per jaar in 2100.

### 2.5.3 Belangrijkste onzekerheden, consequenties en aanbevelingen voor vervolg

- Prognoses na 2050. Er is niet gecontroleerd of verdere groei van het aantal scheepvaartbewegingen kan worden geacomodeerd binnen de huidige haven en verbindingen naar het achterland, ofwel of er andere beperkende factoren zijn. De scenario's (Regionale Deltascenario's) laten voor de langere termijn echter vooral afvlakking van de groei zien.
- Optimalisatie van omvang en aantal sluizen heeft nog niet plaatsgevonden. Hier valt nog wat te winnen. Om dit te kunnen onderzoeken is een uitgebreide modelstudie (SIVAK) nodig.
- De invloed van ruimtelijke ontwikkelingen, zoals een mogelijke verplaatsing van activiteiten, binnen het havengebied zijn niet meegenomen.
- Er is slechts een beperkt deel van de indirecte effecten bepaald. Alleen die voor de containeroverslag. Dit is echter ook de meest dynamische sector en het meest relevant qua omvang en groei. Olieraffinage is bijvoorbeeld sterk plaatsgebonden en zal daarom minder snel op een verminderde bereikbaarheid reageren.
- Er bestaat nog geen volledige overeenstemming over de prognoses voor het aantal scheepvaartbewegingen van de binnenvaart in de Rotterdamse haven tussen de cijfers van Rijkswaterstaat en het havenbedrijf (Van der Sligte en Verheij, 2012). In deze studie zijn de getallen van het havenbedrijf gehanteerd die iets hoger liggen dan die van Rijkswaterstaat. Voor de consistentie binnen het deltaprogramma wordt aanbevolen om deze verschillen uit te bannen.

## 2.6 Morfologie

In de huidige situatie is er sprake van sterke bodemerosie in het Spui, de Dordtsche Kil, de Oude Maas en in het Hartelkanaal. Hierdoor zijn er problemen met de stabiliteit van de waterkeringen, het bloot komen te liggen van kabels, leidingen en mogelijk tunnels en een toename van de zoutindringing<sup>4</sup>. Vooral in het westelijke deel van de Oude Maas en de Noord-Zuid verbindingen Spui, Noord en Dordtsche Kil is erosie een flink probleem.

In de Nieuwe Waterweg vindt vooral sedimentatie plaats en is het noodzakelijk de vaarweg voortdurend uit te baggeren. Ook in het Haringvliet en het Hollandsch Diep vindt aanslibbing plaats. De overgangsgebieden, de Lek en Merwedede laten een gemengd patroon zien van erosie en sedimentatie.

Morfologische veranderingen op de korte en lange termijn zijn daarom belangrijk om mee te nemen bij het zoeken naar oplossingen voor hoogwaterbescherming nu steeds meer blijkt dat de erosie kan leiden tot dijkinstabiliteit.

De belangrijkste mogelijke morfologische effecten van de mogelijke strategieën zijn in een expertsessie op een rij gezet (Maarse, 2012):

- Open Haringvliet (3A) en gesloten ring (2B,3B) zorgen ervoor dat de erosieproblemen in de Noord-Zuidtakken, Noord, Spui en Dordtsche Kil afnemen. In een open systeem wordt het morfologische evenwicht van voor de Deltawerken weer min of meer hersteld. In een gesloten systeem wordt erosie vanuit zee juist helemaal buiten gesloten.
- Gesloten ring (2B, 3B): Stroomsnelheden buiten de ring nemen toe. Dit zal leiden tot minder sedimentatie in de Merwedede, een toename van de erosie en verplaatsing van deels vervuild slib stroomafwaarts. Binnen de ring verdwijnt elke morfologische dynamiek.
- Gesloten zeezijde (2A): Door het afsluiten van de Nieuwe waterweg heeft het getij geen invloed meer in het gebied wat tot een behoorlijke afname van de erosie zal leiden.
- Lek ontzien (4A t/m C): Verandering van juist de middelhoge afvoeren, die voor een belangrijk deel de erosie bepalen, zal grote consequenties hebben voor de morfologie van de riviertakken. Binnen een groot bereik aan afvoeren zal de huidige erosie op de Lek waarschijnlijk afnemen en zal extra erosie op IJssel of Waal leiden tot versnelde bodemdaling.
- Maatregelen zoals beweegbare keringen en waterberging worden slechts kortdurend en met een lage frequentie ingezet en hebben hierdoor slechts incidenteel effect op de morfologie.

Veranderende morfologische omstandigheden hebben ook direct invloed op de waterstanden en stroming in het bovenrivierengebied (dit geldt zeker niet voor het zeedomineerde deel van het gebied). Zo zou grootschalige bodemerosie kunnen leiden tot een verlaging van de waterstanden op de rivieren. De effecten hiervan hangen sterk samen met de grootte en schaal van de effecten en de mate waarin de waterbeheerders effecten met maatregelen compenseren. In de berekeningen van de maatgevende waterstanden tot nu toe is steeds uitgegaan van een netto neutraal effect van morfologie en sedimentbeheer in het rivierengebied.

<sup>4</sup> Ook de Zouttong is belangrijk voor sediment aanvoer. Met de zouttong komt namelijk over de bodem ook sediment mee. Dus tegengaan van zouttong is niet alleen van belang voor de zoetwatervoorziening maar zou ook positieve bijwerkingen kunnen hebben voor de Morfologie.

## 2.7 Effecten op een rij

Tot slot van dit hoofdstuk worden alle onderzochte effecten voor de mogelijke strategieën op een rij gezet in Tabel 2.13. Doel van de tabel is om een overzicht te geven van scores van strategieën ten opzichte van de referentie en ten opzichte van elkaar. Kwantitatieve resultaten uit paragraaf 2.2 t/m 2.6 en de resultaten van de expertsessie (Groffen et al., 2012) voor zijn onder elkaar gezet. Daarbij zijn enkel die resultaten van de expertsessie overgenomen die niet ook kwantitatief zijn bepaald. Een samenvatting van de expertsessie staat in Tekstbox 2-1. Er is gescoord ten opzichte van het referentiealternatief voor het W+ scenario in 2100. 0 kan worden geïnterpreteerd als 'wijkt niet significant af', + en – als 'wijkt significant af' en ++ en -- als 'wijkt sterk af'.

De belangrijkste conclusies:

- De huidige strategie is het goedkoopste maar kent op de strategie 'open' (3A) na de grootste overstromingsrisico's (hoewel deze maar beperkt groter zijn dan in veel andere strategieën, zie paragraaf 2.4)
- Om de binnendijkse overstromingsrisico's aanzienlijk te reduceren moeten hogere kosten (bij strategie HN) of flink hogere kosten (bij strategie 2B en 3B) worden gemaakt. De kosten van strategie 2B en 3B zijn meer dan 3 keer zo hoog als de referentie (zie ook paragraaf 2.3).
- Afhankelijk van welke doelstelling wordt nagestreefd, veel reductie van overstromingsrisico's (=forse vermindering t.o.v. de huidige risiconiveaus) of weinig (=ongeveer handhaven van de huidige risiconiveaus), lijkt daarmee of strategie 1 of strategie HN (hogere norm) het meest kosteneffectief. De strategieën zijn nu bijna allemaal geënt op beheersing van het hoogwaterpeil (MHW) i.p.v. op het reduceren van risico's via geïntegreerd overstromingsrisicobeleid (MLV).

Strategie	kosten	overstromingsrisico		buitendijks	scheepvaart
	miljard €	schade (M€/j)	slachtoffers/j	schade (M€/j)	schade (M€/j)
Strategie	hoofdstuk 2				
0. referentie	5	83	6,3	87	
1. optimalisatie huidig	5	74	5,9	75	1
2A gesloten zeezijde	6	72	4,6	16	95
2B gesloten ring	13	40	1,7	11	122
3A open	14	111	7,6	376	
3B open + ring	15	52	2,8	86	122
4A Lek ontzien	6	68	5,7	69	
4C Lek ontzien + grote ring	9	61	5,5	66	
HN Hogere norm	8	21			

Strategie	Doelbereik zoetwater		economie	natuur	uitvoerbaarheid
	Gouda	Bernisse			
Strategie	expertsessie				
1. optimalisatie huidig	+	0	0	+	+
2A gesloten zeezijde	+	0	--	-	-
2B gesloten ring	++	++	--	--	--
3A open	+	-	+	++	--
3B open + ring	++	++	-	++	--
4A Lek ontzien	-	0	0	-	-
4C Lek ontzien + grote ring	-	0	-	-	-

Tabel 2.13 Effectscores voor klimaatscenario W+ 2100 op een rij: gebaseerd op kwantitatieve resultaten (boven, zie hoofdstuk 2) en gebaseerd op expert-beoordeling (onder, zie Groffen et al. 2012). Scores ten opzichte van het referentiealternatief 0 voor het zelfde zichtjaar en klimaatscenario. Scheepvaartgetallen zijn indicatief want gelden voor een ander jaartal ( 2050) en zijn inclusief (lage) economische groei.

- Bij een minder extreem klimaatscenario wordt de verhouding tussen investeringen en risicoreductie nog ongunstiger voor strategieën met grote eenmalige onomkeerbare maatregelen (zoals 2B, 3A, 3B en in mindere mate 2A, 4B en C).
- Schutsluizen in de Nieuwe Waterweg (o.a. 2A, gesloten zeezijde) scoren goed wat betreft overstromingsrisicoreductie maar slecht op het criterium scheepvaart. Deze score hangt nauw samen met de ruimtelijke ontwikkeling van de haven (geen grote veranderingen tot 2050) en de toename van de scheepvaart (flinke toename tot 2050). Voor na 2050 zijn er geen goede scenario's beschikbaar. Afhankelijk van deze ontwikkelingen kan deze strategie als optie voor de lange termijn worden gehandhaafd. Met sluisen in de Nieuwe Waterweg kan tevens de zoetwatervoorziening bij Gouda worden veiliggesteld.
- Voor de zoetwatervoorziening scoren alle strategieën waarbij de Hollandsche IJssel wordt afgesloten met schutsluizen positief (dus ook 3A). Dit resultaat uit de expertsessie berust sterk op de veronderstelling dat zoetwater in dat geval verder oostwaarts vanuit de Lek en het Amsterdam-Rijnkanaal wordt aangevoerd (zie ook 3.2.4).

*Tekstbox 2-1 Samenvatting expertsessie vergelijking mogelijke strategieën volgens de vergelijkingsystematiek Deltaprogramma (Groffen et al., 2012)*

- Voor wat betreft het hoofdcriterium Doelbereik veiligheid komen de strategieën 1, 2a en 2b als positief ten opzichte van de referentiestrategie naar voren;
- Voor wat betreft het hoofdcriterium Doelbereik zoetwater komen de strategieën 1, 2a, 2b en 4a als positief naar voren ten opzichte van de referentiestrategie, met voor 2b en 4a een uitzondering voor het criterium 'beschikbaarheid en condities voor natuur';
- Voor wat betreft het hoofdcriterium Effecten en kansen functies en waarden komt een sterk uiteenlopend beeld naar voren, voorkeur is daarmee sterk afhankelijk van de weging van de criteria onderling; alleen strategie 1 scoort overwegend neutraal of positief ten opzichte van de referentie;
- Voor wat betreft de hoofdcriteria Uitvoerbaarheid en Financiering laat alleen strategie 1 een overwegend neutraal of positief beeld zien ten opzichte van de referentiestrategie; strategie 2a scoort op financiering beter dan op uitvoerbaarheid; alle andere strategieën laten een overwegend negatief beeld zien ten opzichte van de referentiestrategie;
- Strategie 'Anders omgaan met water' is onvoldoende uitgewerkt om een voldoende volledig en betrouwbaar beeld te kunnen geven van de effectbepaling;
- Kijkend naar alle strategieën en alle hoofdcriteria, laat alleen strategie 1 een overwegend neutraal of positief beeld zien ten opzichte van de referentiestrategie (maar de experts stellen daarbij wel de vraag of deze strategie ook houdbaar blijft bij optreden knikpunt voor 2100); de strategieën 4b en 4c laten een overwegend negatief beeld zijn; voor de andere strategieën is vooral de weging tussen de verschillende (hoofd)criteria bepalend.

Voor de effectbepaling is het deltasceario Stoom, als uitgangspunt genomen. Tijdens de expertsessie is kort gereflecteerd op het minder extreme scenario Rust. Deze reflectie heeft geresulteerd in de volgende noties voor wat betreft de mogelijke strategieën:

- Als uitgegaan wordt van het deltasceario Rust zijn 'grote maatregelen' (mogelijk) minder noodzakelijk. Te denken valt aan de zeesluizen bij de Maeslantkering, de schutsluizen in de Gesloten ring en het benutten van de Grevelingen als waterberging;
- 'Meebewegen' scoort beter dan kunstwerken. De keuze voor grote kunstwerken is onomkeerbaar en biedt minder flexibiliteit om in te spelen op minder extreme deltasceario's;
- Een lager economisch scenario binnen het deltasceario Rust geeft het beeld van een kleinere markt en meer (inter)nationale concurrentie. In die situatie zijn kleine negatieve effecten, bijvoorbeeld voor de scheepvaart, mogelijk kritischer voor de (inter)nationale concurrentiepositie. Tijdig inzetten op 'meebewegen' en dijkversterking kan tijd creëren voor latere ingrepen via kunstwerken, die een robuustere lange termijn oplossing bieden maar scheepvaart belemmeren. De aanleg van kunstwerken kan sneller en dus ook later in de tijd worden uitgevoerd;
- Een lager economisch scenario binnen het deltasceario Rust biedt minder mogelijkheden voor meekoppelkansen, bij een beperkte economische ontwikkeling zijn er minder meekoppelkansen voor bijvoorbeeld ruimtelijke kwaliteit, natuur en recreatie.

Voor wat betreft de effectbepaling:

- De reflectie op het deltasceario Rust leidt in zijn algemeenheid tot een beeld waarin de positieve en negatieve effecten qua 'aard' hetzelfde zijn, maar qua omvang ('mate van effect') kleiner;

- Alle strategieën waarin grote waterstaatskundige ingrepen worden gedaan scoren negatief op uitvoerbaarheid. Dit is vooral te herleiden tot draagvlak.
- Een aantal strategieën levert een positieve bijdrage aan de buitendijkse overstromingsrisico's (2A, 2B, 3B, 4B, 4C). Dit lijkt het belangrijkste positieve effect te zijn van de strategieën die het hoogstedelijke gebied al dan niet permanent afsluiten van zee en rivierinvloeden. Vooral de regio Rotterdam telt hier zwaar in mee (zie ook paragraaf 2.5).
- Een aantal strategieën levert een bijdrage aan de reductie van de buitendijkse overstromingsrisico's (2A, 2B, 3B, 4B, 4C). Dit lijkt het belangrijkste positieve effect te zijn van de strategieën die het hoogstedelijke gebied (al dan niet permanent) afsluiten van zee en rivierinvloeden. Vooral de regio Rotterdam telt hier zwaar in mee.
- Strategie 'Open Haringvliet' draagt niet bij aan doelbereik veiligheid of zoetwatervoorziening van het Deltaprogramma maar vergroot juist deze opgaven flink. De 'open' strategie is hiermee vooral een oplossing gericht op herstel van natuurlijke estuariene dynamiek.
- De strategieën waarbij de afvoerverdeling wordt aangepast (4A t/m 4C) scoren overwegend positief, waar het gaat om de overstromingsrisico's in het onderzoeksgebied, maar negatief daarbuiten (IJssel en Waal) en negatief waar het gaat om kosten, uitvoerbaarheid en natuur.



## 3 Reflectie en aanbevelingen

### 3.1 Inleiding

In totaal zijn negen strategieën onderzocht. Sommige van deze strategieën waren ook al onderdeel van de KKBA van 1<sup>e</sup> generatie oplossingen (Jeuken et al., 2011). Deze strategieën zijn in deze fase verder geoptimaliseerd: denk daarbij aan het slimmer lokaliseren van keringen, het mitigeren van ongewenste effecten door rivierverruiming en het toevoegen van extra maatregelen als het afdammen van de Hollandsche IJssel.

Daarnaast zijn enkele nieuwe strategieën toegevoegd zoals die met een aangepaste afvoerverdeling. Er is een start gemaakt met het onderzoeken van de mogelijkheden voor meerlaagsveiligheid.

Hoe nu verder met de resultaten? Welke aanbevelingen kunnen worden gedaan voor verdere strategievorming op basis van de huidige resultaten en resultaten van andere studies zoals het deltaprogramma zoetwater en de pilotstudie meerlaagsveiligheid? Daarbij gaan we eerst terug naar het hoofddoel van het Deltaprogramma: welke maatregelen dragen het meeste bij aan het doelbereik van het Deltaprogramma een goede overstromingsrisicobeheersing en een duurzame zoetwatervoorziening tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten?

### 3.2 Kansrijke maatregelen

De belangrijkste geconstateerde opgaven in het gebied op hoofdlijnen zijn:

1. Er zijn een aantal dijktrajecten nu al afgekeurd vanuit de 3<sup>e</sup> toetsing. Vooral de Hollandsche IJssel springt hierbij in het oog. Deze opgave is urgent.
2. De huidige normen zijn plaatselijk achterhaald. Vanuit de studie Waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw (Kind, 2011) is geconstateerd dat een hoger beschermingsniveau opportuun is in een aantal dijkringen. drie gebieden springen er dan specifiek uit namelijk: de Hollandsche IJssel (beschermingsniveau dijkkring 14 en 15), de Lek (beschermingsniveau dijkkring 15 en 16) en de Merwedede (beschermingsniveau dijkkring 16 en 22). Kenmerk van deze gebieden is ook dat er veel bebouwing op en aan de dijken is en dijken op slappe ondergrond zijn gebouwd. Deze opgave is ontstaan in het recente verleden en heeft geleid tot het aanwijzen van aandachtsgebieden
3. Door klimaatverandering nemen de overstromingsrisico's toe, ook als de normen worden gehandhaafd. Dit speelt in principe in alle dijkringen en de buitendijkse gebieden. In paragraaf 2.3 is aan getoond dat de percentuele toename van overstromingsrisico's als gevolg van klimaatverandering bij gelijkblijvende norm relatief beperkt is. Economische- en bevolkingsgroei spelen een veel belangrijkere rol. Deze opgave is onzeker en speelt (mogelijk) in de toekomst.
4. Door klimaatverandering zal de zoetwaterinname bij in het bijzonder bij Gouda steeds vaker worden gestremd waardoor de zoetwatertoevoer naar Midden-West Nederland minder betrouwbaar wordt. Deze opgave is onzeker en speelt (mogelijk) in de toekomst.

Zijn de maatregelen in de mogelijke strategieën effectief in het oplossen van deze opgaven? En tegen welke prijs? Op basis van de verkregen resultaten kunnen we daar nu een goed beeld van vormen. Wat zijn daarbij dan de maatregelen die het meest kansrijk zijn.

Hieronder volgt een overzicht waarin per maatregel steeds benoemd wordt wat de bijdrage is aan de oplossing van bovengenoemde vier opgaven. Daarbij wordt ook aangegeven welke extra knelpunten worden veroorzaakt door de maatregelen, en hoe die weer gemitigeerd moeten worden met extra maatregelen. De bril waardoor gekeken wordt is die van kosten en baten.

We onderscheiden drie richtingen waarin de oplossingen worden gezocht voor overstromingsrisicobeheersing:

- Belastingniveau omlaag brengen: zoveel mogelijk vermijden van hoge waterstanden rondom de kwetsbare gebieden door te streven naar verlaging van de buitenwaterstanden.
- Dijkversterkingen om de toenemende belastingen goed op te vangen en hiermee de risico's niet (te veel) laten toenemen.
- Beperken van de gevolgen van een overstroming.

#### *Textbox 3.1 Investeringsruimte*

In een kosten-baten analyse wordt gekeken naar de totale kosten. Deze bestaan uit de som van het risico (=negatieve baten) en de investeringen die gedaan moeten worden. Het is gebruikelijk deze totale kosten contant te maken. Jaarlijkse kosten worden hierbij vertaald naar de contante waarde door rekening te houden met de discontovoet.

Als de kosten, de keuze of het ontwerp van maatregelen nog onbekend zijn kan het nuttig zijn om inzicht te hebben in de investeringsruimte, dat wil zeggen hoeveel mag ik investeren om minimaal kosten-baten neutraal een bepaalde reductie van het risico te bewerkstelligen?

We bepalen hier de investeringsruimte door het verschil in risico te nemen tussen de situatie na het nemen van maatregelen en de referentie in hetzelfde zichtjaar en vervolgens dit bedrag contant te maken.

Op basis hiervan kan worden afgeleid of de beoogde maatregel voor dit budget realiseerbaar is. Kan de strategie (uitvoering, toezicht, ontwerp etc.) binnen dit budget worden gerealiseerd dan is die kosteneffectief. Dat wil echter niet zeggen dat het de meest kosteneffectieve maatregel is. Andere maatregelen kunnen voor hetzelfde budget meer of minder bijdragen aan de reductie van het risico en zijn navenant dan meer of minder effectief.

Een voorbeeld uit de huidige studie: In strategie 2B (gesloten ring) bedraagt voor de gehele regio Rijnmond-Drechtsteden de reductie ten opzichte van de referentie voor het STOOM –scenario 110 miljoen euro per jaar in 2050 oplopend tot 420 miljoen euro (=verschil tussen 2B en 0 in Tabel 2.5) per jaar in 2100. Een dergelijke reductie levert een investeringsruimte op over 50 jaar van ongeveer 2 miljard euro uitgaande van een discontovoet van 5,5%. Een lagere discontovoet levert een grotere investeringsruimte op. Dit bedrag zou je dus mogen investeren om de maatregel kosten-baten neutraal te realiseren.

Een ander voorbeeld: strategie 4C (Lek ontzien met afsluitbare ring) levert een jaarlijkse reductie van het overstromingsrisico op van 58 miljoen t.o.v de referentie in 2050 voor het STOOM-scenario. De investeringsruimte komt hiermee op 1150 M€.

Let wel dit is een sterk versimpelde benadering die geen rekening houdt met het tijdsverloop van investeringen en risico's of economische groei. Het geeft een eerste indicatie van 'kan het uit?'.

### 3.2.1 Maatregelen gericht op waterstandverlaging

De nu onderzochte mogelijke strategieën omvatten vooral veel maatregelen die waterstanden verlagen zoals het afsluiten van delen van het gebied met flexibele en vaste keringen, ruimte voor de rivier, extra waterberging op de Grevelingen en het aanpassen van de afvoerverdeling. We lopen ze allemaal langs:

- *Schutsluizen in de Hollandsche IJssel* in plaats van de stormvloedkering: deze maatregel zorgt ervoor dat de huidige opgave uit de 3<sup>e</sup> toetsing van 400 miljoen euro per jaar en ook eventuele toekomstige kosten als gevolg van klimaatverandering worden voorkomen tegen een relatief geringe investering van 25 M€. Bovendien worden de risico's in het achterliggende gebied beperkt ( in de huidige situatie met ongeveer 4 miljoen euro per jaar, zie 2.2). Deze maatregel belemmert mogelijk de zoetwateraanvoer naar Gouda maar lijkt kansrijk in combinatie met alternatieve zoetwateraanvoer routes (zie 3.2.4). De lokale consequenties voor de natuur zullen negatief zijn aangezien de invloed van getij op de Hollandsche IJssel verdwijnt. Conclusie: Deze maatregel lijkt qua kosten en baten mogelijk kansrijk.
- Binnen een *gesloten ring* hoeven de dijken (ook de meeste lastige trajecten liggen binnen de ring) niet meer te worden versterkt. Dat levert ter plekke een besparing op van ongeveer 1,5 miljard aan vermeden dijkversterkingen bij een W+ scenario voor 2100. Deze besparingen worden deels teniet gedaan door 0,5 miljard hogere kosten voor dijkversterking buiten de ring. De investeringskosten in sluizen en bypass (bijna 10 miljard euro!) zijn echter nog veel hoger (en onafhankelijk van het klimaatscenario!). De risicoreductie, onderzocht binnen de regio (effecten buiten de regio zijn niet gekwantificeerd), daarentegen is aanzienlijk. Uitgaande van het STOOM-scenario bedraagt de reductie ten opzichte van de referentie 110 miljoen euro per jaar in 2050 oplopend tot 420 miljoen euro per jaar in 2100. De investeringsruimte (zie Textbox 3.1) die dit mogelijk oplevert is onvoldoende om de hoge kosten te rechtvaardigen zeker als ook de potentieel grote negatieve consequenties voor de haven en scheepvaart worden meegenomen. Daartegenover staan weliswaar nog positieve maar onzekere baten voor zoetwatervoorziening (de zoetwatervoorziening bij Gouda wordt met deze maatregel veiliggesteld) en buitendijkse gebieden (deze worden met deze maatregel effectief gereduceerd tot bijna 0). Overall is de conclusie: Vanwege de hoge investeringen en verwachte negatieve effecten voor de haven en scheepvaart is deze maatregel niet kansrijk
- Bij enkel *sluizen in de Nieuwe Waterweg* ligt de verhouding tussen investeringen en baten niet veel gunstiger. Hier wordt ongeveer 0,75 miljard bespaard aan dijkversterkingen uitgaande van een W+ scenario terwijl de benodigde investeringen 3-4 miljard bedragen. Ook voor deze maatregel geldt dat de negatieve effecten voor haven en scheepvaart, afhankelijk van een RUST- of STOOM-scenario, vergelijkbaar of groter zijn dan de reductie van schaderisico's. Deze maatregel verlaagt de overstromingsrisico's vooral in het zeegedomineerde deel van Rijnmond-Drechtsteden terwijl de overstromingsrisico's in het riviergedomineerde deel (dijkring 15 en 16) het grootste zijn. De zoetwatervoorziening bij Gouda wordt met deze maatregel veiliggesteld en de risico's in de buitendijkse gebieden worden met een factor 3 flink gereduceerd. Voor deze maatregel geldt in mindere mate dezelfde conclusie als voor een gesloten ring: zolang de negatieve consequenties voor de haven en scheepvaart groot blijven of niet kunnen worden gemitigeerd is hij niet erg kansrijk.

- *Verkleinen van de faalkans* van de Maeslantkering tot eens per 1000 jaar levert bescheidener baten wat betreft de reductie van overstromingsrisico's en besparing van kosten van dijkversterking op dan de gesloten strategieën. Ook hier geldt dat het gebied waarin de opgaven het grootst zijn, namelijk het riviergedomineerde deel, door deze maatregel nauwelijks wordt beïnvloed. Voor de buitendijkse gebieden (zolang het sluitcriterium niet wordt aangepast) en de zoetwatervoorziening heeft deze maatregel respectievelijk nauwelijks en geen effect. De investeringskosten zijn onzeker. Het ontwerp van een dergelijke kering is nog niet bekend. De conclusie is dat deze maatregel een 'geen spijt' maatregel is als hij tegen niet al te hoge kosten uitgevoerd kan worden bij de terzijnerijd noodzakelijke vervanging van de Maeslantkering. De bescheiden baten van deze maatregel geven ook aan dat het nauwelijks loont om op korte termijn veel te investeren in marginale verbeteringen van de huidige faalkans.
- Een *ring met flexibele keringen* vergroot het gebied waarin waterstandverlaging kan worden bereikt. Hoewel minder effectief dan een gesloten ring kunnen binnen- en buitendijkse risico's met respectievelijk 25 en 50% worden gereduceerd ten opzichte van de referentie in een W+ scenario. Op dijkversterking wordt binnen het beschouwde gebied van Rijnmond-Drechtsteden netto nauwelijks bespaard omdat de kosten die binnen de keringen worden bespaard buiten de keringen extra moeten worden gemaakt om de hogere waterstanden erbuiten op te kunnen vangen. De investeringskosten zijn met 5-6 miljard euro (exclusief dijkversterking) hoog. Deze maatregel kan niet los gezien worden van de afvoer van de Lek. In deze verkenning is aangenomen dat de afvoer wordt omgeleid via de Waal. Hier moeten nog eens extra kosten aan dijkversterking van mogelijk 1 miljard euro worden gemaakt ten oosten van Tiel. Deze maatregel is complex qua ontwerp en uitvoering. Een dergelijk complex systeem is gevoelig voor vele faalfactoren. Al met al is de conclusie dat deze maatregel weinig kansrijk is vanwege hoge en onzekere kosten ten opzichte van bescheiden en onzekere baten.
- *De afvoerverdeling wijzigen ten gunste van de Lek* levert in ieder geval voor een deel van de Lek een verlaging van maatgevende waterstanden op tot beneden de huidige niveaus onder zowel een G als W+ scenario. Hiermee nemen ook de kosten voor dijkversterking en de risico's in dit gebied specifiek af. De besparing aan dijkversterkingskosten weegt echter niet op tegen de hogere kosten op de Waal en de IJssel (ook al worden deze vanwege de onderschatte zetting nog wat onderschat, zie 2.2.3). De binnendijkse overstromingsrisico's worden aanzienlijk gereduceerd in dijkring 15 wat voor het hele gebied een reductie van zo'n 20% oplevert. De toename van de risico's in het rivierengebied verder stroomopwaarts zijn echter niet onderzocht; deze zullen zeker substantieel zijn. De investeringskosten zijn aanzienlijk en zeer onzeker. Het ontwerp van een regelwerk zal verder moeten worden onderzocht. Vooralsnog is de conclusie dat deze maatregel niet erg kansrijk lijkt maar gezien de grote kennisonzekerheden nog verder verdient te worden onderzocht.
- *Extra rivierverruiming rond de Merwedede*: Er is in de uitgevoerde berekeningen een twee maal zo brede Nieuwe Merwede meegenomen (in 2B, 3B en 4C). Dit is vooral een compenserende maatregel om de extra afvoer over de Waal te accommoderen. Volgens Botterhuis (2011) heeft deze verruiming een flink MHW-verlagend effect maar kan het effect van extra opstuwings door een kering in de Beneden Merwede er niet mee worden teniet gedaan. Overige rivierverruimingsmaatregelen in het gebied rond Gorinchem worden onderzocht binnen het programma rivieren. Conclusie is dat deze maatregelen voorlopig mee kunnen worden genomen naar de kansrijke strategieën maar dat er daarbij meer aandacht moet worden geschonken aan ontwerp en kosten van deze maatregelen (pas dan kan precieze effect worden berekend).

- *Waterberging* op de Grevelingen: De dijken in het belangrijkste beïnvloedingsgebied van de maatregel (vooral Hollandsch Diep en Haringvliet) kennen flinke overhoogtes. De echte opgaven binnen Rijnmond-Drechtsteden worden hiermee niet opgelost. Voor dijkkring 22, het Eiland van Dordrecht, heeft de maatregel nog een beperkt effect; afhankelijk van de uitvoering tot enkele decimeters. De effectiviteit van de maatregel hangt sterk samen met de faalkans van de Maeslantkering. Daarom is hij vooral effectief in combinatie met schutsluizen in de Nieuwe Waterweg of een flinke verkleining van de faalkans van de Maeslantkering. De totale besparing van waterberging op dijkinvesteringkosten met de huidige Maeslantkering bedraagt 115-145 miljoen euro afhankelijk van het klimaatscenario. Gecombineerd met sluizen in de Nieuwe Waterweg is de totale besparing 790-875 miljoen Euro (mede vanwege het gunstige effect van sluizen). Hierbij is aangenomen dat de faalkans van zeesluizen verwaarloosbaar is. De bijdrage van waterberging aan dit totaal is niet berekend maar wordt geschat op ca. 200 miljoen Euro. De kosten van de maatregel worden geschat op 135-315 miljoen maar ze kunnen mogelijk door synergie met andere investeringen lager uitvallen (Slootjes, 2012b). In afwachting van de volledige analyse door deltaprogramma Zuidwestelijke Delta doen we nu voorlopig geen uitspraak over de kansrijkheid van deze maatregel.

### 3.2.2 Dijkversterking

In feite gaat het hierbij om de referentiestrategie en de voorbeeldstrategie 'Hogere norm'. Door de dijken te versterken wordt zeer direct ingegrepen op de risico's door het verkleinen van de overstromingskansen. Bij het vasthouden aan de huidige normen (en bijbehorende overstromingskansen) zien we dan dat de risico's als gevolg van klimaatverandering met 10-20% toenemen. Dit komt doordat bij hogere waterstanden de overstroming verder reikt en dieper wordt. In de voorbeeldstrategie met strengere normen voor enkele kwetsbare dijkkringen wordt een forsere reductie van de overstromingsrisico's gerealiseerd dan in alle andere strategieën die ingrijpen op de waterstanden en dat tegen veel lagere kosten.

Erg verrassend is dit resultaat natuurlijk niet, aangezien de voorbeeldstrategie direct gebaseerd is op de aandachtsgebieden (gebieden waar het loont om de normen te verhogen) uit de KBA Waterveiligheid 21<sup>e</sup> eeuw (Kind, 2011). Bovendien is dezelfde methode voor de bepaling van kosten en baten gebruikt.

Strategieën gericht op dijkversterking hebben uiteraard geen invloed op de buitendijkse risico's noch op de zoetwatervoorziening. Hiervoor dienen andere maatregelen te worden ingezet.

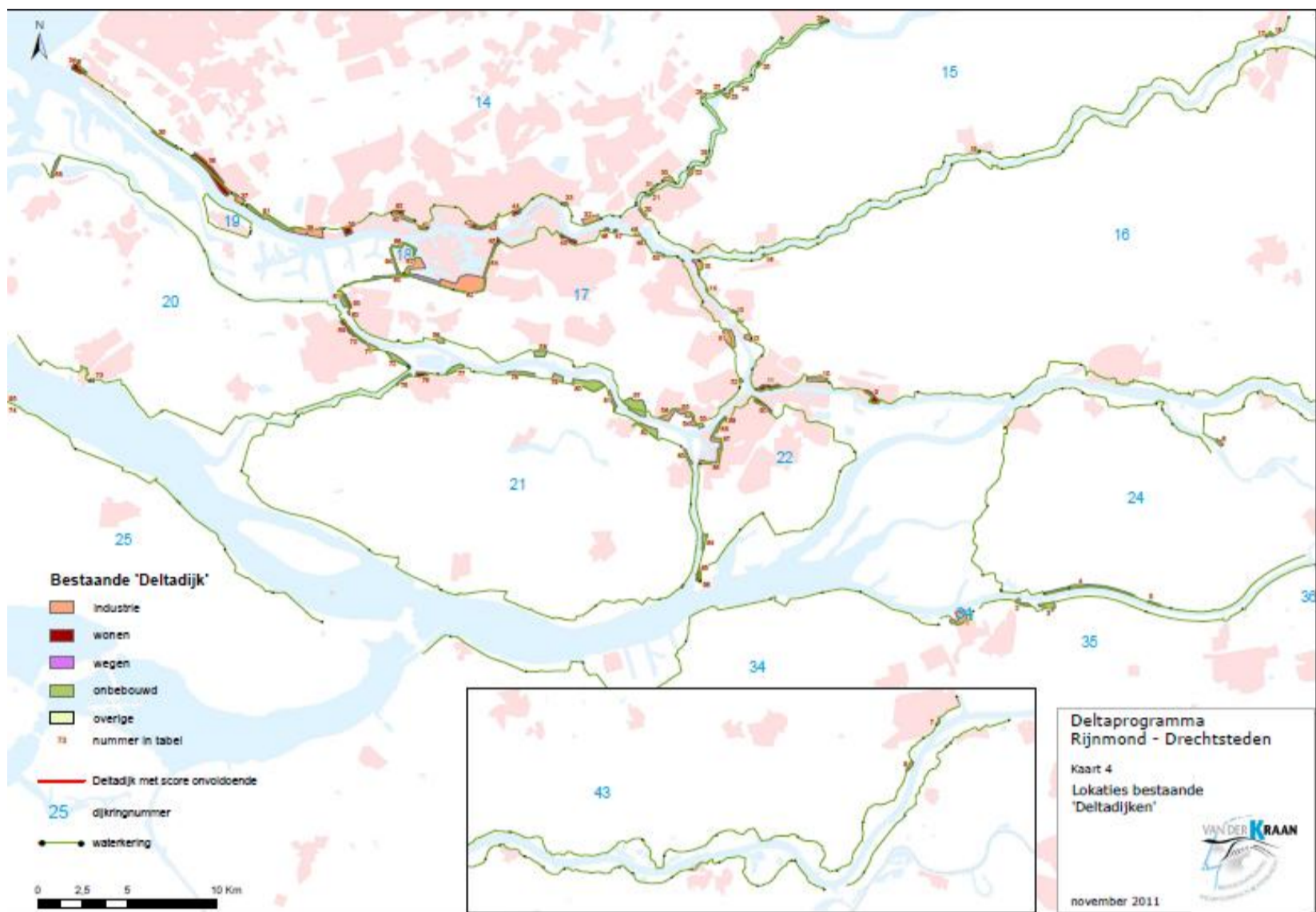
Conclusie is dat dijkversterking altijd onderdeel zal blijven uitmaken van kansrijke strategieën.

### 3.2.3 Maatregelen gericht op gevolgebepaling

In het kader van de pilot 'Anders omgaan met water' is een eerste verkenning uitgevoerd naar mogelijke maatregelen gericht op het beperken van de gevolgen van overstromingen. Hierbij is gekeken naar een aantal aandachtsgebieden binnen de regio (zie ook paragraaf 1.2). Een expert-workshop maakte onderdeel uit van deze pilot. Ter onderbouwing van de workshop zijn gevarenkaarten gemaakt (Van der Pas et al., 2012) en is de potentiële investeringsruimte van een aantal strategieën in beeld gebracht (zie Kolen et al., 2012). Daaruit is een aantal voorlopige conclusies te trekken:

- *Deltadijken*: waar het groepsrisico hoog is, hebben doorbraakvrije (Delta)dijken potentie. In termen van meerlaagsveiligheid is dit een maatregel die zowel op de 1<sup>e</sup> als 2<sup>e</sup> laag van toepassing is. Hij grijpt direct in op de doorbraakkansen (1<sup>e</sup> laag) en overslag leidt niet meer direct tot een dijkdoorbraak waardoor de gevolgen (2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> laag) beperkt blijven. In de regio Rijnmond-Drechtsteden worden een aantal locaties kansrijk geacht voor deltdijken:
  - Langs de noordrand van de Nieuwe Maas (Rotterdam) kunnen waarschijnlijk eenvoudig Deltadijken worden gerealiseerd, vanwege al aanwezige brede, hoge voorlanden (zie Figuur 3.1).
  - Mogelijk hebben diepwanden of andere technische constructies op locaties met lintbebouwing (Sliedrecht, Lek) en waar dijken moeilijk verder verhoogd kunnen worden (Lekdijken) potentie om een doorbraakvrije dijk te maken (nader onderzoek nodig!)
  - Eerder onderzoek voor het Eiland van Dordrecht heeft al aangetoond dat een combinatie van 'gewone' dijken met deltdijken voor de meest kwetsbare plekken voor het Eiland van Dordrecht potentie heeft. Hierbij kan goed gebruik worden gemaakt van het feit dat enkele dijken reeds 'deltadijk'-eigenschappen hebben (zie Figuur 3.1).
- *Compartimenteringsdijken* bieden de mogelijkheid om het oppervlak van een overstroming te beperken en de meest kwetsbare gebieden extra af te schermen. Dijkkring 15 en 16 (Krimpenerwaard en Alblasserwaard) zijn in tegenstelling tot dijkkring 14 nog weinig gecompartmenteerd. In deze gebieden met slappe ondergrond zijn compartimenteringsdijken echter moeilijk te realiseren en niet kosten-effectief (zie Asselman et al., 2008).
- Vooral om de gevolgen van een overstroming, en dan vooral de schade, te beperken is *Aangepast bouwen* een optie. Deze maatregel heeft potentie daar waar het niet te diep wordt: minder dan 2 meter. Buitendijkse gebieden lenen zich daar goed voor maar veel binnendijkse gebieden waar het diep wordt (dijkkring 15 en 16 bijvoorbeeld) niet. Binnendijs biedt deze maatregel wel perspectief wanneer deltdijken de overstromingsdiepte beperken.
- Gebieden waar het heel diep wordt kunnen worden aangemerkt als plaatsen waar je beter niet kunt bouwen (*risicozonering*). Krimpen als laagste punt van dijkkring 15 wordt hier als voorbeeld genoemd. Dit beleid kan alleen worden toegepast op nieuwbouwlocaties.
- Investeren in verbetering van de *rampenbeheersing* (evacuatie/shelters) en *communicatie* (voornamelijk buitendijs) lijkt altijd kosteneffectief. Bij evacuatie is vooral winst te halen met een verbeterde voorspelbaarheid van een overstroming en het verbeteren van de rampenorganisatie.

Omdat deze maatregelen nog maar beperkt kwantitatief onderzocht zijn is het van belang een verdiepingsslag te maken ten behoeve van de kansrijke strategieën. (zie o.a. Kind, concept, 2012 voor een eerste uitwerking voor het Rivierengebied).



Figuur 3.1 Lokaties waar dijken mogelijk reeds als Deltadijk kunnen worden gekenmerkt gezien de fysieke situatie ter plaatse (aanwezigheid voorland, breedte van het profiel, bekleding etc.) uit Van der Kraan (2012).

### 3.2.4 Maatregelen gericht op zoetwater

Voor de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem in de regio Rijnmond-Drechtsteden zijn momenteel een tweetal strategieën van belang:

- Terugdringen van de zouttong in het hoofdwatersysteem op diverse manieren. Gedacht wordt aan het afsluiten van de Nieuwe Waterweg met schutsluizen, de trapjeslijn herstellen in de Nieuwe Waterweg, een bellenscherm in de Nieuwe Waterweg en het (tijdelijk) afsluiten van het Spui.
- De aanvoer van zoetwater naar de regio via Gouda op een andere manier regelen. Denk aan het opwaarderen van de huidige KWA en/of Tolhuisluis-route, het creëren van nieuwe alternatieve aanvoerroutes. Vanuit de zoetwaterregio West-Nederland is een aantal van deze alternatieven verkend (Platform Zoetwater regio West-Nederland, 2012)

Deze maatregelen zijn door Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden ter analyse voorgelegd aan het Deltaprogramma Zoetwatervoorziening.

Binnen het deltaprogramma zoetwatervoorziening zijn de effecten van een aantal maatregelen in het hoofdwatersysteem op potentiële beschikbaarheid van zoetwater op het IJsselmeer en bij Gouda met een snelle rekentool bepaald (Ter Maat, 2012).

Voor Rijnmond-Drechtsteden is gekeken naar de zoetwaterinlaat bij Gouda en hoe bovengenoemde maatregelen hier effect zouden kunnen hebben op de beschikbaarheid van zoetwater. Deze beschikbaarheid hangt af van hoever de zouttong komt. Hoe hoger de afvoer van de Rijn hoe verder deze zouttong wordt teruggedrongen. Zo kunnen maatregelen die de zouttong terugdringen ook worden uitgedrukt in een equivalente toename van de afvoer.

Uit de resultaten van Ter Maat (2012) volgt dat het effect van maatregelen gericht op het terugdringen van de zouttong beperkt lijkt. De regio zou in een droog jaar vanuit Gouda nog tot ongeveer 2050 zonder beperkingen van zoetwater kunnen worden voorzien wanneer met een maatregel effectief een toename van 200 m<sup>3</sup>/s (en dat lijkt vooralsnog veel) zou kunnen worden bereikt. Met andere woorden: zelfs met inzet van een zeer effectief bellenscherm (tussenresultaten suggereren een effectiviteit in de range van 50-200 m<sup>3</sup>/s) lukt het waarschijnlijk niet om het huidige voorzieningsniveau bij Gouda onder een W+ scenario vol te houden tot 2050.

Uit paragraaf 3.2 blijkt dat het afsluiten van de Hollandsche IJssel mogelijk een kansrijke hoogwaterbeschermingsstrategie is. Tegelijkertijd wordt met deze maatregel een barrière opgeworpen voor zoetwateraanvoer naar Gouda volgens de huidige route (dit effect is overigens nog niet onderzocht). Om de zoetwateraanvoer naar Gouda te blijven garanderen zal deze maatregel daarom waarschijnlijk gecombineerd moeten worden met andere aanvoerroutes van zoetwater. Door Ter Maat (2012) is onderzocht wat deze alternatieve aanvoer betekent voor het hoofdwatersysteem. Welke route immers ook wordt gekozen, altijd zal er minder water beschikbaar zijn voor of IJsselmeer, Lek of Waal. Er is onder andere bekeken wat maximaal 20 m<sup>3</sup>/s extra aanvoer vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) betekent. De huidige aanvoer via de Nederrijn/Lek bij de stuw bij Hagestein is namelijk nagenoeg 0 m<sup>3</sup>/s geworden tijdens droge periodes. Extra aanvoer kan via de route Nederrijn/Lek/ARK of via de route Waal/ARK. Overwegingen bij de keuze van de route zijn ondermeer:

- De frequentie van droogvallen van de inlaat van de Kromme Rijn (als de Bernardsluizen opengaan)
- Het effect op de bevaarbaarheid van de bochten in de Waal bij St. Andries en Nijmegen. Dit zijn kritieke punten in de Waal voor de scheepvaart.
- Mag de onttrekking ten koste gaan van de IJsselmeerbuffer?

Uit de resultaten valt af te lezen dat 25 m<sup>3</sup>/s onttrekking aan de IJssel zo'n 5 tot 10 dagen meer tekort in het IJsselmeergebied oplevert, terwijl bij 25 m<sup>3</sup>/s onttrekking aan de Waal de inlaat Gouda 5 tot 10 dagen vaker de norm overschrijdt. De Waalroute lijkt vooralsnog de minste nadelen te kennen.

Conclusie is bij een klimaatontwikkeling volgens het W+ scenario er weinig maatregelen zijn die knelpunten bij Gouda kunnen voorkomen. Inzetten op een alternatieve zoetwateraanvoer lijkt dan de meest duurzame keuze, hoewel deze altijd in samenhang moet worden gezien met de zoetwatervoorziening van het IJsselmeer en scheepvaart op de Waal. Voor de bestrijding van de zouttong lijkt een bellenscherm vooralsnog als noodmaatregel kansrijk voor de kortere termijn, maar de kosten-effectiviteit hiervan is nog onvoldoende onderzocht.

### 3.2.5 Maatregelen gericht op natuurherstel

Een strategie waarin het Haringvliet volledig wordt heropend levert, zoals we hebben gezien in hoofdstuk 2 maar ook in de KKBA (Jeuken et al. 2011), een forse toename van de overstromingsrisico's op. Het wel of niet in stand houden van de Maeslantkering maakt daarbij weinig uit. De maatregel is dan ook volledig gericht op natuurherstel. Het terugbrengen van de oorspronkelijke estuariene dynamiek zal zeker gunstig zijn voor de natuur, ook zal er minder erosie plaatsvinden op Spui, Dordtsche Kil en Oude Maas. De prijs hiervoor is echter hoog voor beide doelen (veiligheid en zoetwatervoorziening) van het Deltaprogramma. Om alleen de overstromingskansen op het huidige niveau te houden moet bijna 10 miljard worden geïnvesteerd in het hele gebied. De zoetwatervoorziening in het gehele gebied wordt zeer onzeker met regelmatige verzilting van in ieder geval de innamepunten bij Bernisse en op Goerre-Overflakkee (voor Gouda zou gekozen kunnen worden voor een alternatieve aanvoer in combinatie met het afsluiten van de Hollandsche IJssel). Als deze maatregel al ingezet wordt, dan zal hij in ieder geval gecombineerd moeten worden met een (ook heel dure) gesloten of afsluitbare ring. Conclusie is dan ook dat de maatregel in deze vorm niet kansrijk is omdat hij niet bijdraagt, eerder afdoet aan de primaire doelen van het Deltaprogramma. Zoals ook al geconcludeerd in Jeuken et al. 2012, is natuurherstel in iets mindere mate (maar met behoud van de voordelen voor waterveiligheid) wel mogelijk in een strategie waarin de Haringvlietsluizen enkel als stormvloedkering worden gebruikt (dus altijd open staan, behalve bij stormvloed).

### 3.3 Aanbevelingen voor kansrijke strategieën

In paragraaf 3.2 zijn conclusies getrokken over of en hoe de maatregelen uit de mogelijke strategieën kunnen worden toegepast in de kansrijke strategieën om gericht in te kunnen spelen op de belangrijkste opgaven. Samengevat luiden deze conclusies:

- De huidige strategie met dijkversterking voortzetten met hogere eisen aan de beschermingsniveaus van de aandachtsgebieden is zeker kansrijk. Nu is een enkele voorbeeldstrategie onderzocht. Meerdere beleidsopties zouden kunnen worden bekeken. Aanbevolen wordt om in de vervolgfase daarbij vooral aandacht te besteden aan de gebiedsgerichte inpassing van dijken en de mogelijkheid om op specifieke locaties (met een grote bijdrage aan slachtofferisico's) deltadijken in te zetten.
- Deze strategie is goed aan te vullen met maatregelen gericht op gevolgenbeperking. Zeker voor de buitendijkse gebieden zal dat de hoofdkeuze zijn.

- Voorts zijn enkele geen- of weinig-spijtmateregelen naar voren gekomen:
  - Het afsluiten van de Hollandsche IJssel. Daarbij is verdergaand onderzoek nodig naar het mitigeren van negatieve effecten voor natuur en alternatieve wateraanvoer.
  - De faalkans van de Maeslantkering verkleinen bij vervanging van de bestaande kering.
  - Waterberging op de Grevelingen nog als optie open te houden (ook in afwachting van meer definitieve conclusies van het deltaprogramma Zuidwestelijke Delta).
- Een aantal maatregelen verdient nog verder onderzoek om goed te kunnen oordelen over kansrijkheid:
  - Hieronder valt het verder zoeken naar mogelijkheden om de afvoerverdeling verder te optimaliseren. Kansen moeten worden gezocht in a) een kleiner regelbereik van de verandering en b) een verdeling die beter aansluit bij de randvoorwaarden die aan een technisch ontwerp kunnen worden gesteld.
  - Voor de zoetwatervoorziening is het in ieder geval van belang om de maatregelen die kansrijk lijken integraal mee te nemen in de gebiedsgerichte uitwerking van strategieën. Inzetten op een alternatieve zoetwateraanvoer naar Gouda lijkt dan de meest duurzame keuze, alhoewel deze altijd in samenhang moet worden gezien met de zoetwatervoorziening van het IJsselmeer en scheepvaart op de Waal. Maatregelen ter bestrijding van de zouttong moeten nog verder worden onderzocht op kosteneffectiviteit voor de kortere termijn.
  - Het beheer van de Haringvlietsluizen als stormvloedkering verdient nader onderzoek omdat hiermee voordelen voor de natuur kunnen worden gecombineerd met waterveiligheid en erosiebestrijding (herstel wantijen in Dordtsche Kil en Spui).
  - In het vervolg van het Deltaprogramma zullen ook weer nieuwe ideeën voor nieuwe maatregelen, nieuwe combinaties van maatregelen of betere ontwerpen van bestaande maatregelen naar voren worden gebracht. De in dit rapport onderzochte maatregelen geven zeker geen compleet overzicht van de mogelijkheden.

De mogelijke strategieën bestaan veelal uit grootschalige waterstandsverlagende maatregelen. In de beschrijving van de strategieën was al aangegeven dat het voor de hand ligt de meeste van deze grotere ingrepen pas in de tweede helft van de eeuw in te zetten. Immers voor die tijd zijn geen duidelijke knippunten aan te wijzen die nopen tot het eerder nemen van dergelijke besluiten. Uit de kostenbatenanalyse 2011 en uit de nadere analyse van dit jaar (dit rapport) volgt ook dat de kosten en baten van deze maatregelen negatief uitvallen (zie paragraaf 3.2). Dat wil niet zeggen dat deze maatregelen niet als optie voor de langere termijn open kunnen worden gehouden. Immers er kunnen zich ontwikkelingen voordoen die enkele van deze maatregelen alsnog opportuun maken. Zoals bijvoorbeeld nieuwe inzichten in faalmechanismen, andere inzichten in klimaatontwikkelingen, bovenstroomse maatregelen etc.

### 3.4 Reflectie op aannames en kennislacunes

Op basis van kosteneffectiviteit lijkt zich een duidelijke koers af te tekenen. Wat zijn nu de belangrijkste onzekerheden die de conclusies zouden kunnen ondergraven. Met andere woorden hoe robuust is de toegepaste kennis? Een aantal punten:

- De uitkomsten leunen sterk op de schatting van waterstaatskundige kosten en baten. Hiervoor zijn zoveel mogelijk landelijk geaccepteerde kennis methoden toegepast. We weten echter dat de onzekerheidsmarges groot zijn en dat voor een gebiedsspecifieke toedeling van kosten de manier van toepassen van de basisgegevens (kruinhoogtes, belastingniveaus, resolutie) van belang is. Hier zijn onlangs keuzes in gemaakt die in een vervolg verder zullen worden toegepast. Voor het bepalen van de dijkversterkingskosten is ook extra aandacht nodig voor onzekerheden rondom het gebruik van een robuustheidstoeslag en wel of niet meenemen van stabiliteitseffecten etc. Daarnaast is extra aandacht nodig voor de niet-technische aspecten van inpassing van dijkversterking.
- Een aantal maatregelen is nog niet of nauwelijks uitgewerkt zodat nog geen kosten schattingen kunnen worden gemaakt. Dat moet in een volgende fase zeker gebeuren
- Nu zijn kosten en effecten buiten het gebied veelal met kentallen op een grovere manier geschat dan binnen het gebied. Voor het deelprogramma rivieren geldt waarschijnlijk hetzelfde. Een volgende fase vraagt echt om een integrale analyse van kosten en risico's voor het rivierengebied en Rijnmond-Drechtsteden samen.
- Nog steeds is er geen goed zicht op absolute schades buitendijks. Dit is voor de discussie wel gewenst. Naar verwachting zijn de schades kleiner dan nu wordt berekend waarmee het beheersen van buitenwaterstanden met grote infrastructurele werken nog minder kosteneffectief wordt.
- Morfologie, draagvlak en uitvoerbaarheid zijn zaken waar nog nauwelijks onderzoek naar is gedaan maar kunnen voor een deltabeslissing cruciaal zijn. Hier is voor het vervolg meer aandacht nodig.
- De beoordeling van strategieën is nu sterk gericht op kosten en baten. De urgentie die uit de resultaten naar voren komt om op andere strategieën over te stappen lijkt beperkt. Hierdoor is een daadwerkelijke transitie onwaarschijnlijk. Een andere bril waardoor je zou kunnen kijken is 'systeemrobuustheid' (zie ook Mens, 2012). Binnen dit concept is er aandacht voor onbeheersbare gevolgen van overstromingen en worden maatregelen ook beoordeeld op hoe ze het hele systeem beter laten omgaan met ook onverwachte verstoringen. Andere criteria zijn flexibiliteit en duurzaamheid. De vergelijkingssystematiek en de aanpak adaptief deltamanagement van het deltaprogramma bieden de mogelijkheid ook deze criteria te beschouwen.

## Referenties

- Asselman, N., F. Klijn en H. van der Most (2008). Verkenning van nadere compartimentering van dijkkringgebieden. Hoofdrapport compartimenteringstudie. Deltares rapportnummer T2513, 2008.
- Beckers, J., H. van der Most en N. Asselman (2011). Effecten en kosten van klimaatverandering, nieuwe normering en oplossingsrichtingen voor de Rijn-Maasmonding. Deltares, oktober 2011
- Botterhuis T., Stijnen J. (2012) Beschrijving werkzaamheden voor DP rijnmond-Drechtsteden en punten van aandacht , Memorandum PR2321.10 HKV Lijn in water.
- Bruggeman, W. et al. (2011). Deltascenario's. Omgevingsscenario's voor probleemanalyse en strategieverkenning in het Deltaprogramma 2011-2012. Projectnummer 1202134-008. Deltares, Delft.
- De Bruijn, K.M. (2011). Eerste generatie oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie in de regio Rijnmond-Drechtsteden. Deelrapport: effecten op binnendijkse overstromingsrisico's. Project 1202138.005. Deltares, Delft.
- De Bruijn, K.M. (2012). Analyse binnendijkse overstromingsrisico's bij mogelijke strategieën voor DP Rijnmond-Drechtsteden. Deltares, mei 2012.
- De Bruijn, K.M., M. van der Doef, R. van Buren, J. Kind (2012).Verbetering methode buitendijkse schadebepaling. Pilot voor het Rijnmond-Drechtstedengebied. concept, Deltares, maart 2012.
- De Bruijn, K.M. & Van der Doef (2011). Gevolgen van overstromingen. Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid in de 21<sup>ste</sup> eeuw. Projectnummer 1204144 Deltares, Delft.
- De Bruijn, K.M. en Klijn, F. (2011). Deltadijken: locaties waar deze het meest effectief slachtofferrisico's reduceren. Projectnummer 1202628. Deltares, Delft.
- Ecorys (2011), Voorstel voor plan van aanpak Effecten hoogwaterbeschermsmaatregelen op scheepvaart en havens Rijnmond-Drechtsteden.
- Ecorys (2012).Effecten hoogwater-beschermsstrategieën voor scheepvaart en havens Rijnmond-Drechtsteden, Ecorysrapport TR25147, Rotterdam, mei 2012.
- Groffen, B., P. Lamberigts en H.P. Oskam (2012). Effectbepaling mogelijke strategieën Rijnmond-Drechtsteden. Royal Haskoning 9X2581.A0/R00002/407640/Nijm.
- Havenbedrijf Rotterdam (2011), Havenvisie 2030
- Jeuken, A, J. Kind en J. Gauderis (2011).: Eerste generatie oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie in de regio Rijnmond-Drechtsteden. Syntheserapport verkenning van kosten en baten. Projectnummer 1204302 Deltares, Delft, .
- Kind J. (2011). Kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21e eeuw. Een economische analyse ten behoeve van nieuwe normen voor de bescherming tegen hoogwater. Deltares, Delft.
- Kind J. (concept, 2012). Quickscan opgave en strategieën voor waterveiligheid voor het deltaprogramma rivieren, concept 5 juni 2012.
- Kok, M. 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.
- Kolen et al. 2012 ...
- Maarse, M. (2012) Expert sessie Morfologie DP Rijnmond-Drechtsteden. Memo nr. 1206053-000-VEB-0028
- Ministerie V&W (2002). De spankracht van ons rivierenland, Eindrapport Spankracht. December 2002. Min. V&W, RWS-RIZA, 2002.

- Platform Zoetwater regio West-Nederland (2012). Regionale knelpuntenanalyse zoetwater 2.0 en verkennende maatregelen- en effectbepaling, Arcadis, 6 maart 2012.
- Roosjen R., R. ten Brugge, T. Morsselt en A. Jeuken (2012). Adaptief Deltamanagement: pilot voor DP Rijnmond-Drechtsteden. Deltaresrapport 1206053-000-VEB-0023, Utrecht, maart 2012.
- Sligte, van der R. en H. Verheij (2012). Scheepspassages binnenvaart in de havens van Rotterdam; controle van HbR-data. Deltares memo 1206053-000-VEB-0031, 5 april 2012.
- Slootje, N. en T. Botterhuis (2011). Kruinhoogteberekeningen Memorandum HKV PR1997.13.
- Slootjes N., N. Eernink N. en R. Hoogendoorn. (2012a). Kosten van mogelijke strategieën voor DP Rijnmond-drehtsedes, Deltares.
- Slootjes N. et al. (concept, 2012b). Waterberging in de Zuidwestelijke Delta, Concept, juni 2012.
- Van der Kraan, A. (2012). Inventarisatie situatie primaire waterkeringen Deltadeelprogramma Rijnmond Drechtsteden. Januari 2004.
- Van Velzen, E. (2011). Overstromingskansen - Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21 eeuw, Deltares, 1204144-002-ZWS-0002, maart 2011
- VNK (2012). De Methode van VNK2 nader verklaard: technische achtergronden. Veiligheid Nederland in kaart, maart 2011.
- Zethof, M., H.J. Huizinga, M. Kok, B. Maaskant (2011). Verbeteringen aan de methode voor bepaling van schade in buitendijkse gebieden. HKV Lijn in water, december 2011



## A De mogelijke strategieën

### A.1 Mogelijke strategieën veiligheid

*Er zijn vijf hoofdrichtingen te onderscheiden*

1. De huidige strategie verder optimaliseren
2. Strategieën waarin met schutsluizen delen van het gebied worden beschermd
3. Strategieën waarin een open Haringvliet voorkomt
4. Strategieën waarin de afvoerverdeling wordt aangepast zodat de Lek extra wordt ontzien in combinatie met beweegbare keringen.
5. Anders omgaan met water: gericht op meerlaags veiligheid

*Als startpunt voor de effectbeoordeling van alle strategieën geldt dat:*

In het rivierengebied is het programma Ruimte voor de Rivier uitgevoerd (2015).

De dijkversterkingen binnen het hoogwaterbeschermingsprogramma I en II (HWBP) zijn uitgevoerd.

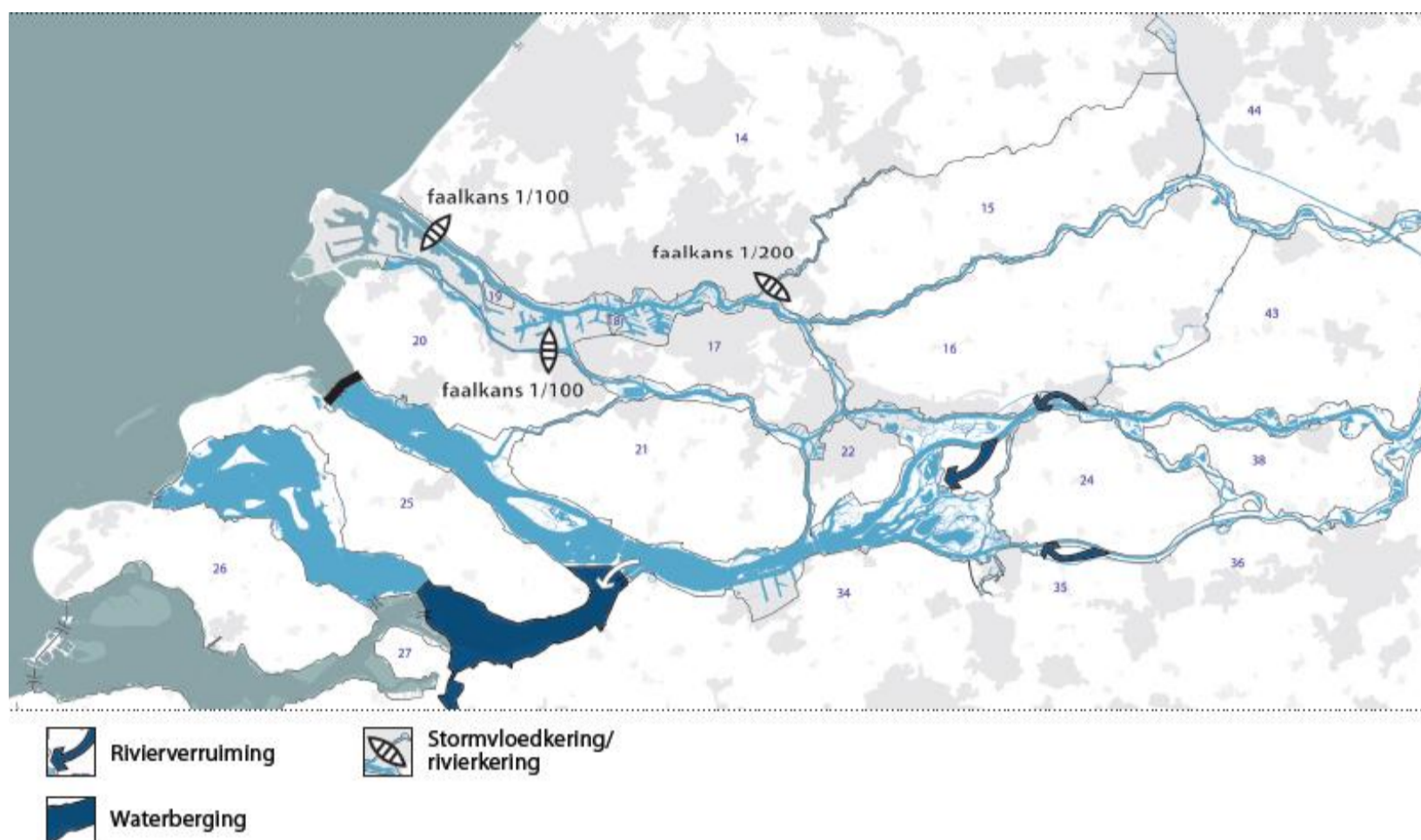
*De uitwerking bestaat steeds uit*

- een kaart en een karakteristieke beschrijving van de strategie (wat wordt ermee beoogd)
- de maatregelen voor dijken, buitendijkse gebieden, keringen, ruimte voor de rivier, de afvoerverdelingen en de scheepvaart (indien relevant) inclusief beknopte beschrijving van keuzes (voor uitgebreidere info wordt naar de maatregelwerkbladen verwezen).
- mogelijke optimalisatie
- belangrijkste uitzoekvragen/analyses

#### A.1.1 0 Referentie

*Karakteristiek*

Dit is het beleidsarme referentiealternatief. Er wordt na 2015 enkel nog in dijkversterking geïnvesteerd om de huidige normen gebaseerd op overschrijdingskansen te handhaven.



Figuur 0.1 Grafische weergave van het referentie alternatief 0.

### Wat gebeurt er met dijken?

De bescherming tegen binnendijkse overstromingen vindt plaats volgens de huidige Waterwet, en volgens de huidige normen. Dit gebeurt door de primaire waterkeringen (dijken en kunstwerken) periodiek te toetsen en te onderhouden. Dijken worden opgehoogd zodra ze niet meer aan de vastgestelde normen voldoen. Dijken worden verbeterd voor 50 jaar, dus bij de versterking wordt rekening gehouden met een toeslag voor klimaatverandering (W+ scenario), zetting en onzekerheden voor 50 jaar. Voor technische constructies zoals damwanden 100 jaar.

### Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?

Buitendijkse nieuwbouw wordt op veilige hoogte gebouwd. We hebben het dan over de transformatie gebieden die volledig opnieuw worden ingericht. Deze gebieden dragen niet bij aan extra schade de komende eeuw. Voor bestaande buitendijkse bebouwing worden geen maatregelen genomen, hier zal de schade toenemen met toenemende waterstanden.

### Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?

Na 2015 geen RvR maatregelen meer.

### Wat gebeurt er met de keringen?

De levensduur van de Haringvlietsluizen wordt met beheer en onderhoud verlengd tot het einde van deze eeuw. De Maeslantkering wordt tegen het eind van de eeuw vervangen door een nieuwe kering met dezelfde faalkans. De Hollandsche IJsselkering wordt in 2058 vervangen door een nieuwe kering met faalkans 1/200 per sluitvraag. (Uitgangspunt is de levensduur van het ontwerp).

*Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?*

De huidige afspraken over de afvoerverdeling worden tot het eind van de eeuw gehandhaafd. Dit betekent dat de percentuele verdeling van afvoeren tussen Waal en Lek die geldt voor 16.000m<sup>3</sup>/s (afvoer bij Lobit) ook voor lagere Rijn afvoeren geldt. Deze komt neer op 65% Waal en 20% Lek.

*Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?*

Sluitfrequentie van de Maeslantkering loopt op van 1/10 jaar in 2015 naar 1-2 keer per jaar bij 85 cm zss. De sluitfrequentie van de HJ-kering loopt op van 1,5 keer per jaar in 2015 naar 6 keer per jaar bij 85 cm zss.

*Mogelijke optimalisatie/variatie*

Voor deze strategie vallen alle mogelijke optimalisaties onder strategie 1: 'Voortzetten huidige strategie'.

*Belangrijkste uitzoekvragen*

- Als de sluitfrequentie van de Maeslantkering toeneemt, is de levensduur dan nog steeds tot ca. 2080?
- Wat zijn de kosten die bespaard worden als buitendijkse nieuwbouw lager aangelegd kan worden. Wat nemen we aan voor herstructurering (vooral nog leidt tot vermindering van de toekomstige schade).

## Maatregelen op een rij

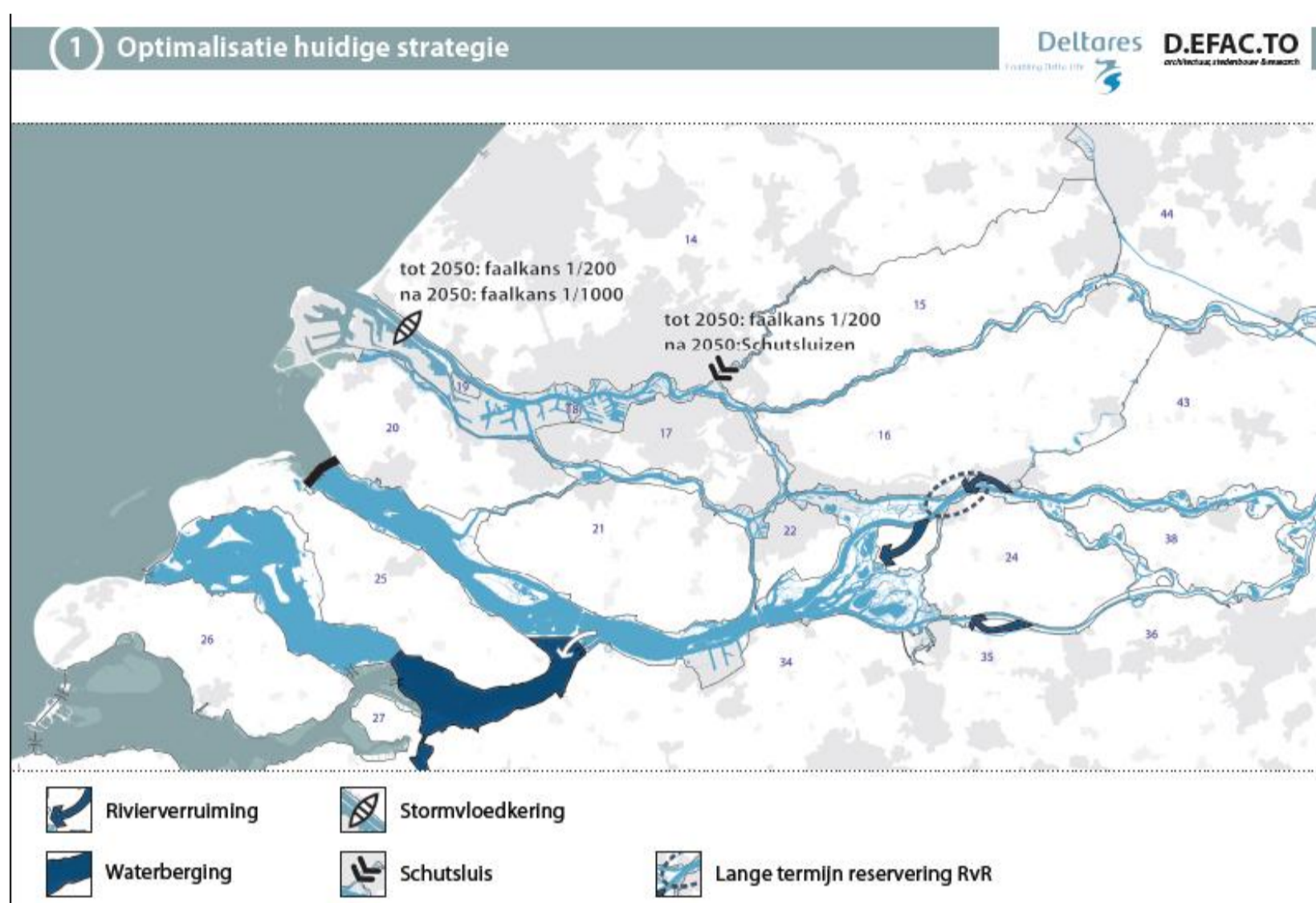
0 Referentie			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Huidig (1600,0,400)	+	Zoals afgesproken bij RvR bij 18000 m <sup>3</sup> /s Lobith Waal +1400 m <sup>3</sup> /s, IJssel +600 m <sup>3</sup> /s (Lek ontzien). Beneden de 16.000 m <sup>3</sup> /s bij Lobith geldt huidige afvoer verdeling 2/3, 2/9, 1/9.
Ring	Geen		
Maeslant	1/100		2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Maeslantkering + Hartelkering vervangen door een vergelijkbare kering met vergelijkbare faalkans (dus 1/100)
Holl. IJssel	1/200		2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Hollandsche IJsselkering vervangen door een vergelijkbare kering met faalkans 1/200 per sluitvraag
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	referentie 2015		Geen extra maatregelen
Extra waterberging naast VZM	Geen		
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Buitendijkse nieuwbouw wordt op veilige hoogte gebouwd.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *

\* Hiermee wordt bedoeld dat als je een dijk verbeterd, dat je bij de aanleg rekening houdt met een toeslag voor verwachte klimaatverandering. Dus als een dijk is afgekeurd in 2050 wordt hij aangelegd op de hoogte van 2100 inclusief klimaatverandering.

### A.1.2 1 Optimaliseren huidige strategie

#### Karakteristiek

De huidige strategie kan op onderdelen worden geoptimaliseerd. De stormvloedkeringen kunnen worden verbeterd qua faalkansen en er kunnen, waar kansrijk, extra Ruimte voor de Riviermaatregelen worden ingezet om de waterstanden te verlagen. Hierdoor hoeft er minder ingezet te worden op dijkversterking.



Figuur 0.2 Grafische weergave van strategie 1

*Wat gebeurt er met dijken?*

Zie referentie 0

*Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?*

Zie referentie 0

*Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?*

Om van 16.000 naar 18.000 m<sup>3</sup>/s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen.

*Wat gebeurt er met de keringen?*

De Hollandsche IJsselkering wordt op korte termijn vervangen door schutsluizen met een gemaal om complexe dijkversterkingen langs de Hollandsche IJssel te voorkomen. De waterstand op de Hollandsche IJssel wordt hiermee beheerst op een peil tussen de 1 en 2 meter NAP.

De faalkans van de huidige Maeslantkering wordt in de loop van de jaren verbeterd tot 1/200 (dit lijkt maximaal haalbaar bij het huidige ontwerp). Bij vervanging in de 2<sup>e</sup> helft van de eeuw komt er een (dubbele) kering met faalkans 1/1000.

*Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?*

Zie referentie 0

## Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?

Scheepvaartverkeer over de Hollandsche IJssel zal het hele jaar door gebruik moeten gaan maken van de daar aanwezige kolken waarvan de capaciteit hetzelfde blijft als in de huidige situatie.

## Uitwerking in maatregelen

1 Optimalisatie huidige strategie			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Huidig + (1600,0,400)		Zoals afgesproken bij RvR bij 18000 m <sup>3</sup> /s Lobith Waal +1400 IJssel +600. Beneden de 16.000 m <sup>3</sup> /s geldt huidige afvoer verdeling 2/3, 2/9, 1/9
Ring	Geen		
Maeslant	1/1000 na vervanging, daarvoor 1/200	H1a en H1b	Tot 2050 verbeteren tot 1/200 en 2 <sup>o</sup> helft van de eeuw wordt de Maeslantkering vervangen door een nieuwe kering met een lagere faalkans (1/1000) Een vanuit de huidige referentie voorstelbaar ontwerp dat hier bij past is een dubbele uitvoering van de Maeslantkering.
Holl. IJssel	Schutsluizen		De Holl. IJsselkering wordt 1 <sup>o</sup> helft van de eeuw vervangen door sluizen i.c.m. lager beheerspeil op de Holl. IJssel. Levert veiligheidsbaten op maar voorkomt ook intrekken zout in HIJ.
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	Ref-2015+ Barro-reserveringen-RD: uitbreiding Noordwaard en bijschakelen Avelingen	R1	Om van 16.000 naar 18.000 m <sup>3</sup> /s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen.
Extra waterberging naast VZM	Geen		
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *

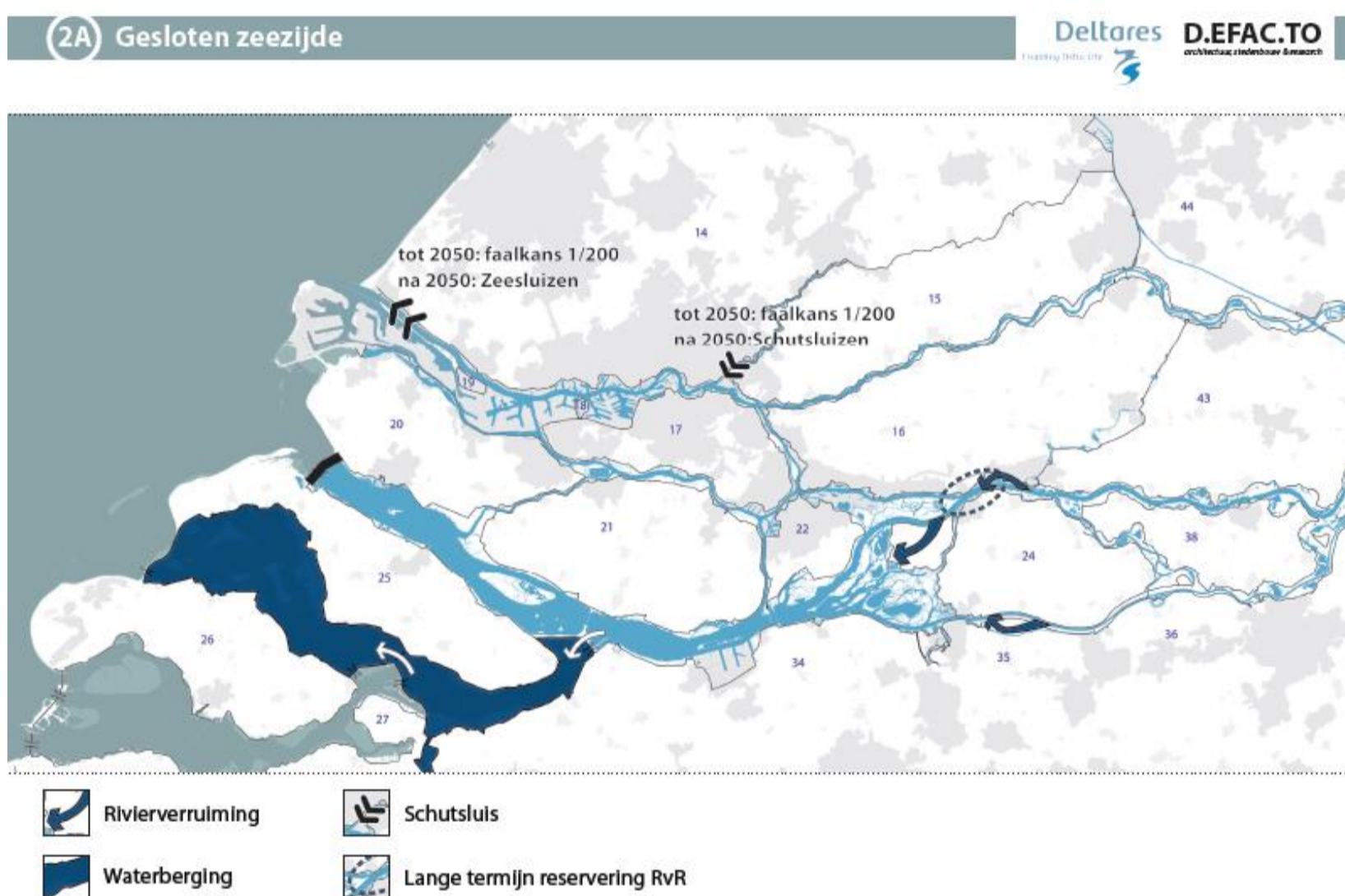
## Mogelijke optimalisatie/variantie

- Optimaliseren sluitcriterium Maeslantkering voor buitendijkse gebieden (evaluatie sluitcriterium Wibo). Huidig sluitcriterium + zeespiegelstijging en kritieke waterstand uit probleemanalyse.
- Gevoeligheidsanalyse met waterberging in de Grevelingen. Aftappen van studie DP ZWD.

*Belangrijkste uitzoekvragen*

- Hoe zit dat nu daadwerkelijk met de capaciteit van de Noordwaard, is deze nog uitbreidbaar en zo ja hoeveel cm levert dat op. Hoe zit dit in de huidige modelschematisatie?
- Zijn er andere goedkopere ontwerpen denkbaar voor een SVK met faalkans 1/1000? Dan een dubbele kering?

## A.1.3 2.A Gesloten zeezijde



Figuur 0.3 Strategie 2A, 'Gesloten aan zeezijde, maar open aan rivierzijde, extra waterberging Grevelingen'.

*Karakteristiek*

In het gesloten zeezijde alternatief wordt de Nieuwe Waterweg permanent afgesloten met scheepvaartsluizen. De centrale gedachte achter deze oplossingsrichting is het garanderen van de bescherming tegen stormvloed op zee. De faalkansen kunnen met dergelijke permanent gesloten keringen aanzienlijk kleiner zijn dan bij beweegbare keringen. De rivierafvoer gaat nu nog meer dan in huidige situatie onderlangs. Tijdens storm als het Haringvliet gesloten is wordt er extra geborgen op de Grevelingen.

*Wat gebeurt er met dijken?*

Zie referentie 0

*Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?*

Zie referentie 0

## *Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?*

Om van 16.000 naar 18.000 m<sup>3</sup>/s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen. Behalve in het Volkerak-Zoommeer, is er ook berging in de Grevelingen. Dit vergt een grote doorlaatcapaciteit richting het Grevelingenmeer. Dit houdt in vergroting van de spuwmiddelen tussen het Hollands Diep en het Volkerak-Zoommeer naar 2000 m<sup>2</sup>, en een even grote doorlaat door de Grevelingendam.

## *Wat gebeurt er met de keringen?*

De Maeslantkering wordt de 2<sup>e</sup> helft van de eeuw vervangen door schutsluizen, in totaal 3 kolken. De Hartelkering wordt omdat hij nauwelijks invloed heeft op de MHW's in de regio niet vervangen.

Doordat er geen water meer via de Nieuwe Waterweg uitstroomt, ontstaat er voor het Haringvliet een grotere zoetwaterstroom, die frequenter en langdurigere spuien naar zee nodig maakt, ook bij lage rivierafvoeren. Boven de 2000 m<sup>3</sup>/s wordt er maximaal gespuid. De capaciteit van de huidige Haringvlietssluisen is hiervoor afdoende.

De Hollandsche IJsselkering wordt op korte termijn vervangen door schutsluizen met een gemaal om complexe dijkversterkingen langs de Hollandsche IJssel te voorkomen. De waterstand op de Hollandsche IJssel wordt hiermee beheerst op een peil tussen de 1 en 2 meter NAP.

## *Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?*

Zie referentie 0

## *Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?*

De 3 sluizen in de Nieuwe Waterweg zijn qua omvang (kolken zijn 590 meter lang, 65 meter breed) voldoende om alle scheepstypen te accommoderen.

Scheepvaartverkeer over de Hollandsche IJssel zal het hele jaar door gebruik moeten gaan maken van de daar aanwezige 2 kolken waarvan de capaciteit hetzelfde blijft als in de huidige situatie.

## *Mogelijke optimalisatie/variatie*

- Een variant zonder waterberging in de Grevelingen.

## *Belangrijkste uitzoekvragen*

- Hoe ziet een haalbaar ontwerp voor het sluisencomplex eruit. Een eerste analyse door het expertise centrum kosten toont aan dat een complex met 4 grote kolken net niet past binnen de breedte van de Nieuwe Waterweg (daarom hebben we gekozen we voorlopig gekozen voor 3 kolken). Vraag is hoe dat met innovatie anders kan of dat differentiatie in de sluisgrootte ruimte bespaart? Onderscheid zou ook gemaakt kunnen worden tussen 2 kolken voor de grootste zeevaart en 2 kolken voor de kustvaart en binnen vaart ( die niet via Hartelkanaal kan).
- Hoe verandert de afvoerverdeling, stroomsnelheden en -richtingen in de Rijn-Maasmonding en wat zijn de morfologische consequenties.

## Uitwerking in maatregelen

2.A Gesloten zeezijde			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Huidig + (1600,0,400)		Zoals afgesproken bij RvR bij 18000 m3/s Lobith Waal +1400 IJssel +600. Beneden de 16.000 m3/s geldt huidige afvoer verdeling 2/3, 2/9, 1/9
Ring	Geen		
Maeslant	schutsluizen NWW (met spويمogelijkheid)	H2	In het gesloten zeezijde strategie wordt de Nieuwe Waterweg permanent afgesloten met scheepvaartsluizen om de bescherming tegen stormvloed op zee te garanderen.
Holl. IJssel	Schutsluizen		De Hollandsche IJsselkering wordt op korte termijn vervangen door schutsluizen met een gemaal om complexe dijkversterkingen langs de Hollandsche IJssel te voorkomen. De waterstand op de Hollandsche IJssel wordt hiermee beheerst op een peil tussen de 1 en 2 meter NAP.
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	als 1		Om van 16.000 naar 18.000 m3/s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen.
Extra waterberging naast VZM	Berging Grevelingen	R3	Behalve in het Volkerak-Zoommeer, is er ook berging in de Grevelingen. Dit vergt een grote doorlaatcapaciteit richting het Grevelingenmeer. Dit houdt in vergroting van de spuimiddelen tussen het Hollands Diep en het Volkerak-Zoommeer naar 2000 m2, en een even grote doorlaat door de Grevelingendam.
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *

## A.1.4 2.B Gesloten ring



Figuur 0.4 Strategie 2B, 'Gesloten ring'

### Karakteristiek

Het hele hoogstedelijke gebied rondom Rotterdam en de Drechtsteden wordt afgesloten van invloeden van de rivier en van zee zodat hier blijvend geen dijkversterking meer vereist is en de buitendijkse gebieden niet meer zullen inunderen. Naast schutsluizen in de Nieuwe Waterweg worden ook schutsluizen aangelegd in Lek, Spui, Dordtsche Kil en Beneden-Merwede. De afvoer van de Lek wordt omgeleid via een groene rivier. Binnen de ring ontstaat een peilbeheerst systeem.

### Peilbeheer binnen de ring

De Nieuwe Waterweg en de wateren binnen de ring van keringen worden 'peilbeheerst'. Voor het streefpeil en bijbehorende toelaatbare marges is een aantal criteria van belang:

- voorkomen overlast door kwel;
- voldoende vaardiepte;
- spuien onder vrij verval moet mogelijk zijn.

Het huidige gemiddelde zeeniveau bij Rotterdam varieert tussen -0,4 en +0,8 m+NAP. In deze verkenning is daarom 1,0 m+NAP gehanteerd als streefpeil. Dit streefpeil zal iets oplopen met toenemende zeespiegelstijging.

### Wat gebeurt er met dijken?

Zie referentie 0

### Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?

Zie referentie 0

*Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?*

Om van 16.000 naar 18.000 m<sup>3</sup>/s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen.

De Lekafvoer wordt via een 'Nieuwe Lek' (bypass van Vianen naar Gorinchem) permanent naar de Merwedes geleid.

Om de extra hoeveelheid water die dit voor de Beneden- en Nieuwe Merwede oplevert te accommoderen wordt deze Nieuwe Merwede verbreed met een factor 2.

*Wat gebeurt er met de keringen?*

De Maeslantkering wordt de 2<sup>e</sup> helft van de eeuw vervangen door schutsluizen, in totaal 3 kolken. De Hartelkering wordt omdat hij nauwelijks invloed heeft op de MHW's in de regio niet vervangen.

Doordat er geen water meer via de Nieuwe Waterweg uitstroomt, ontstaat er voor het Haringvliet een grotere zoetwaterstroom, die frequenter en langdurigere spuien naar zee nodig maakt, ook bij lage rivierafvoeren. De capaciteit van de huidige Haringvlietssluisen is hiervoor afdoende.

De Hollandsche IJsselkering verliest z'n functie en krijgt de Hollandsche IJssel krijgt het zelfde peil als de Nieuwe Maas.

Er komen naast schutsluizen in de Nieuwe Waterweg ook schutsluizen in de Lek, Spui, Dordtsche Kil en Beneden-Merwede. In elke tak 2 kolken met voldoende omvang om de grootste binnenvaart klasse te accommoderen (klasse Va).

*Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?*

Zie referentie 0

*Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?*

De 3 sluisen in de Nieuwe Waterweg zijn qua omvang (kolken zijn 590 meter lang, 65 meter breed) voldoende om alle scheepstypen te accommoderen. Alle riviertakken (ook de Lek ) zullen zijn voorzien van sluisen. Dit betekent extra oponthoud.

Scheepvaartverkeer over de Hollandsche IJssel zal het hele jaar door gebruik moeten gaan maken van de daar aanwezige normen waarvan de capaciteit hetzelfde blijft als in de huidige situatie.

## Uitwerking in maatregelen

2.B Gesloten Ring			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Huidig + (1600,0,400)		Zoals afgesproken bij RvR bij 18000 m <sup>3</sup> /s Lobith Waal +1400 IJssel +600. Beneden de 16.000 m <sup>3</sup> /s geldt huidige afvoer verdeling 2/3, 2/9, 1/9
Ring	Gesloten (groot) Ring	H4, H5, H6	Het hele hoogstedelijke gebied rondom Rotterdam en de Drechtsteden. wordt afgesloten van invloeden van de rivier en van zee zodat hier blijvend geen dijkversterking meer vereist is en de buitendijkse gebieden niet meer zullen inunderen. De Nieuwe Waterweg en de wateren binnen de ring van keringen worden 'peilbeheerst'.
Maeslant	schutsluizen NWW (met spuimogelijkheid)	H2	De Maeslantkering wordt de 2e helft van de eeuw vervangen door schutsluizen, in totaal 3 kolken. De Hartelkering wordt omdat hij nauwelijks invloed heeft op de MHW's in de regio niet vervangen.
Holl. IJssel	Geen HIJK, peil 2.25m+NAP (let op maalstop)		De Hollandsche IJsselkering verliest z'n functie en krijgt de Hollandsche IJssel krijgt het zelfde peil als de Nieuwe Maas.
Nieuwe Lek	Nieuwe Lek als blauwe of groene rivier	R7	De afvoer van de Lek wordt omgeleid via een groene rivier.
RvR	als 1 + Nieuwe Merwede verbreed	R2	Om van 16.000 naar 18.000 m <sup>3</sup> /s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen. De Lekafvoer wordt via een 'Nieuwe Lek' (bypass van Vianen naar Gorinchem) permanent naar de Merwedede geleid. Om de extra hoeveelheid water die dit voor de Beneden- en Nieuwe Merwede oplevert te accommoderen wordt deze Nieuwe Merwede verbreed met een factor 2.
Extra waterberging naast VZM			
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *

### Mogelijke optimalisatie/variatie

- De Merwede sluisen zo ontwerpen dat ook Sliedrecht binnen de ring valt.

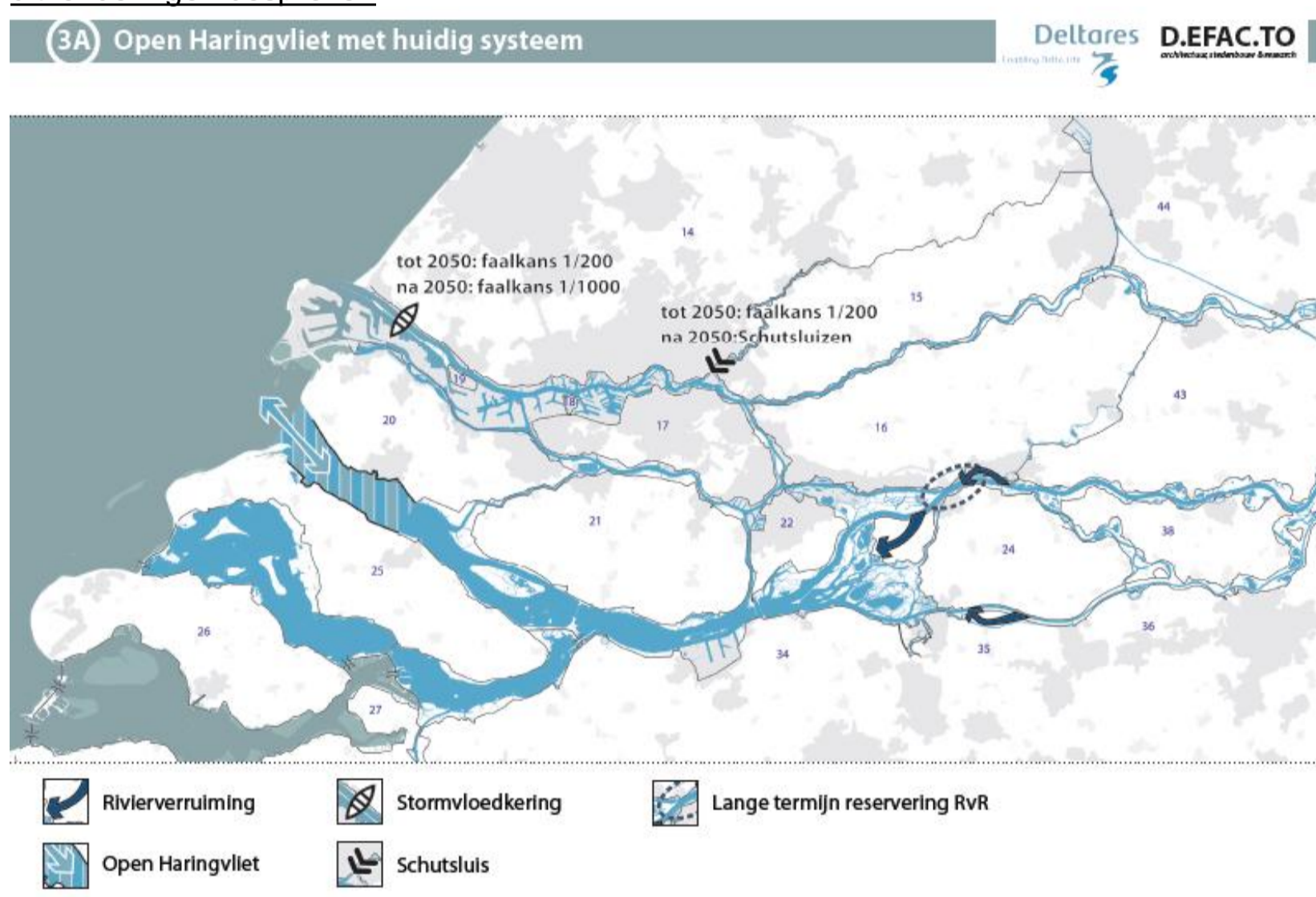
*Belangrijkste uitzoekvragen*

- Welke spuwmiddelen zijn nodig om de waterkwaliteit in het gebied goed te houden?
- Is de zeehaven Dordrecht en Moerdijk met dergelijke klasse sluizen nog voor de kleine zeevaart bereikbaar?

## A.1.5 3.A Open Haringvliet

*Karakteristiek*

In deze strategie worden de Haringvlietsluizen verwijderd om meer getijde dynamiek toe te laten. Verder is deze strategie identiek aan strategie 1. Daarom worden hieronder enkel de uitzonderingen besproken.



Figuur 0.5 Strategie 3A. Open Haringvliet

*Dijken*

Voordat de HV sluizen verwijderd worden zullen de dijken in het hele achterliggende beïnvloedingsgebied op de normhoogte en sterkte worden gebracht die zou gelden voor een open systeem.

*Ruimte voor de rivier*

Waterberging heeft geen zin meer als de zee vrijspel krijgt. Waterberging VZM hoeft niet meer te worden uitgevoerd. Voor de korte termijn moet het beoogde effect van waterberging worden gecompenseerd door extra dijkversterking (dit sluit aan bij voorgaande).

*Buitendijkse gebieden*

Enkel de nieuw in te richten gebieden worden opgehoogd. Spannend wat er met storm zal gebeuren in de oude buitendijkse gebieden in Dordrecht.

## Keringen

De Haringvlietsluizen worden pas weggehaald na 2050. Voor die tijd worden de sluisen enkel als stormvloedkering ingezet, dit levert voor natuur al lichte winst op. Als sluitcriterium wordt hetzelfde criterium als voor de Maeslantkering gebruikt.

## Mogelijke optimalisatie/variatie

- De sluisen worden niet verwijderd maar worden alleen ten tijde van storm gesloten.

## Belangrijkste uitzoekvragen

- Wat levert een open Haringvliet nu echt op voor natuur? Wat betekent dit voor de sedimenthuishouding. Wat zijn evt. nadelige natuureffecten (gaat tijdens een storm niet mogelijk veel verloren, hoe erg is dat bij lage frequentie)?

3.A Open Haringvliet			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Huidig + (1600,0,400)		Zoals afgesproken bij RvR bij 18000 m <sup>3</sup> /s Lobith Waal +1400 IJssel +600. Beneden de 16.000 m <sup>3</sup> /s geldt huidige afvoer verdeling 2/3, 2/9, 1/9
Ring	Geen, maar Open Haringvliet	H7, H9	In deze strategie worden de Haringvlietsluizen verwijderd om meer getijde dynamiek toe te laten.
Maeslant	als 1	H1a H1b	Tot 2050 verbeteren tot 1/200 en 2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Maeslantkering vervangen door een nieuwe kering met een lagere faalkans (1/1000) Een vanuit de huidige referentie voorstelbaar ontwerp dat hier bij past is een dubbele uitvoering van de Maeslantkering.
Holl. IJssel	Schutsluizen		De Holl. IJsselkering wordt 1 <sup>e</sup> helft van de eeuw vervangen door sluisen i.c.m. lager beheerspeil op de Holl. IJssel. Levert veiligheidsbaten op maar voorkomt ook intrekken zout in HIJ.
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	als 1	R1	Om van 16.000 naar 18.000 m <sup>3</sup> /s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen.
Extra waterberging naast VZM	Zelfs geen berging op Volkerak Zoommeer		
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *



## *Keringen*

De Haringvlietsluizen worden pas weggehaald na 2050. Voor die tijd worden de sluisen enkel als stormvloedkering ingezet, dit levert voor natuur al winst op.

## *Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?*

Zie 2.B

## *Mogelijke optimalisatie/variatie*

- De sluisen worden niet verwijderd maar worden alleen ten tijde van storm gesloten.

## *Belangrijkste uitzoekvragen*

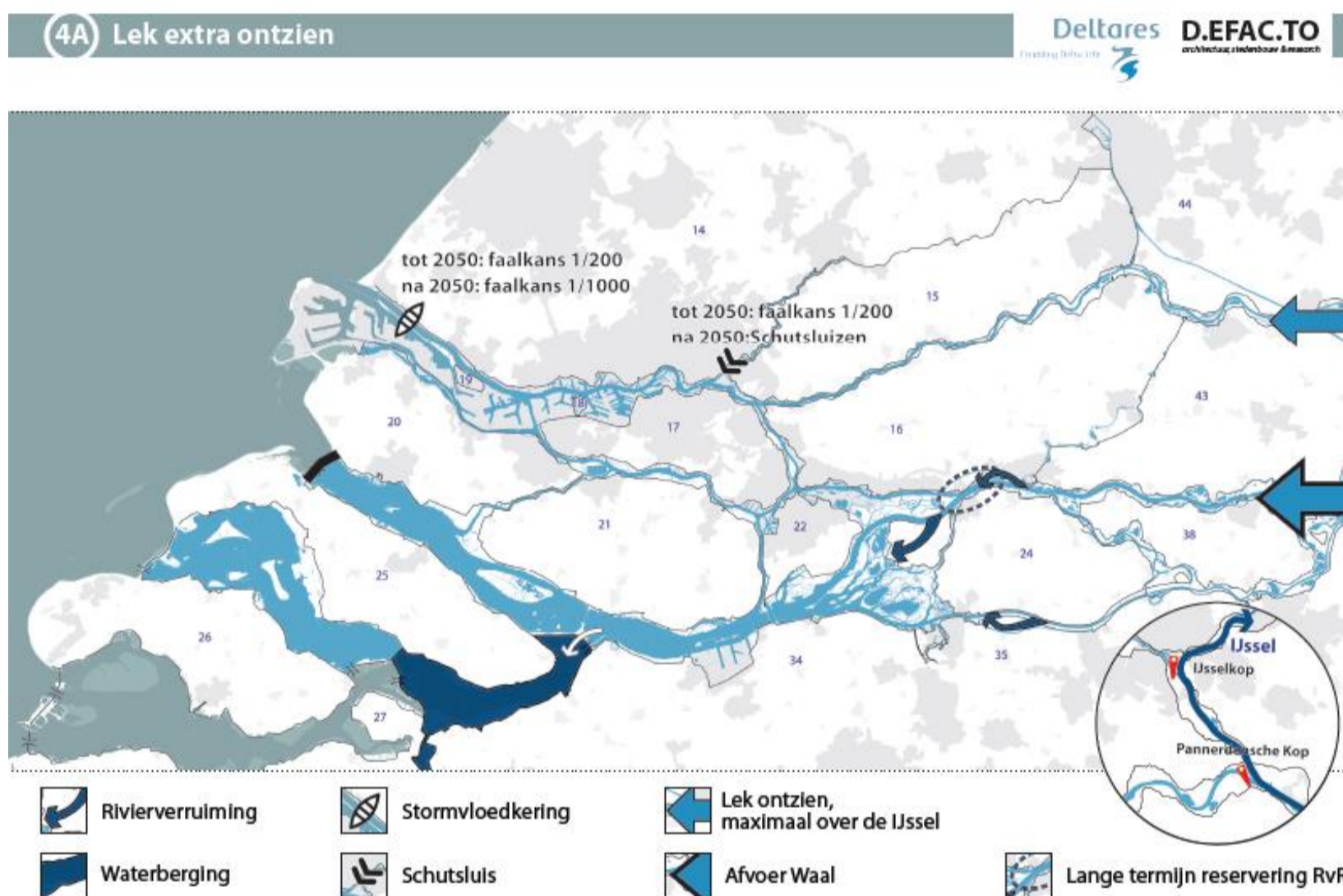
- Wat levert een open Haringvliet nu echt op voor natuur? Wat betekent dit voor de sedimenthuishouding. Wat zijn evt. nadelige natuureffecten (gaat tijdens een storm niet mogelijk veel verloren, hoe erg is dat bij lage frequentie)?
- Is de zeehaven Dordrecht met dergelijke klasse sluisen nog voor de kleine zeevaart bereikbaar?

3.B. Open Haringvliet met Gesloten Ring			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Huidig + (1600,0,400)		Zoals afgesproken bij RvR bij 18000 m <sup>3</sup> /s Lobith Waal +1400 IJssel +600. Beneden de 16.000 m <sup>3</sup> /s geldt huidige afvoer verdeling 2/3, 2/9, 1/9
Ring	Gesloten (groot) Ring, maar Open Haringvliet	H4, H5, H6 H7, H9	Het hele hoogstedelijke gebied rondom Rotterdam en de Drechtsteden. wordt afgesloten van invloeden van de rivier en van zee zodat hier blijvend geen dijkversterking meer vereist is en de buitendijkse gebieden niet meer zullen inunderen. De Nieuwe Waterweg en de wateren binnen de ring van keringen worden 'peilbeheerst'. In deze strategie worden de Haringvlietsluizen verwijderd om meer getijde dynamiek toe te laten.
Maeslant	schutsluizen NWW		De Maeslantkering wordt de 2e helft van de eeuw vervangen door schutsluizen, in totaal 3 kolken. De Hartelkering wordt omdat hij nauwelijks invloed heeft op de MHW's in de regio niet vervangen.
Holl. IJssel	Geen HIJK, peil 2.25m+NAP (let op maalstop)		De Hollandsche IJsselkering verliest z'n functie en krijgt de Hollandsche IJssel krijgt het zelfde peil als de Nieuwe Maas.
Nieuwe Lek	Nieuwe Lek als blauwe of groene rivier	R7	De afvoer van de Lek wordt omgeleid via een groene rivier.
RvR	als 1 + Nieuwe Merwede verbreed	R2	Om van 16.000 naar 18.000 m <sup>3</sup> /s te gaan zijn in het rivieren gebied reeds reserveringen gedaan. Voor het oostelijke deel van Rijnmond-Drechtsteden gaat het na 2015 daarbij om uitbreiding van de capaciteit van de maatregel Noordwaard en Avelingen. De Lekafvoer wordt via een 'Nieuwe Lek' (bypass van Vianen naar Gorinchem) permanent naar de Merwedes geleid. Om de extra hoeveelheid water die dit voor de Beneden- en Nieuwe Merwede oplevert te accommoderen wordt deze Nieuwe Merwede verbreed met een factor 2.
Extra waterberging naast VZM	Zelfs geen berging op Volkerak Zoommeer		Waterberging heeft geen zin meer als de zee vrij spel krijgt. Waterberging VZM hoeft niet meer te worden uitgevoerd. Voor de korte termijn moet het beoogde effect van waterberging worden gecompenseerd door extra dijkversterking (dit sluit aan bij voorgaande).
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Enkel nieuw te bebouwen gebieden worden opgehoogd.
Overige	Dijkversterking	D1	Voordat de HV sluisen verwijderd worden zullen de dijken in het hele achterliggende beïnvloedingsgebied op de normhoogte en sterkte worden gebracht. Dit beïnvloedingsgebied strekt zich oostwaarts uit tot aan de Nieuwe Merwede. In tegenstelling tot strategie 3A zal het stedelijk gebied vanwege de gesloten ring niet worden beïnvloed.

## A.1.7 4.A Lek extra ontzien

### Karakteristiek

Vanaf 16.000m<sup>3</sup>/s is reeds afgesproken dat de Lek wordt ontzien. Dat wil zeggen een verdere klimaat opgave wordt verdeeld over de Waal en IJssel. In deze strategie wordt onderzocht hoe de Lek nog verder kan worden afgeschermd van hoge maatgevende afvoeren zodat de veiligheid in de dijkringen 15 en 16 vanuit de Lek verder kan toenemen.



Figuur 0.7 Strategie 4A Lek extra ontzien.

### Wat gebeurt er met dijken?

Zie referentie 0

### Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?

Zie referentie 0

### Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?

De meest maatgevende afvoeren voor de Lek voor dijkkring 15 en 16 zijn die afvoeren waarvan de kans op samenvallen met storm op zee het grootste zijn. Het gaat daarbij om Rijn afvoeren tussen 6000 en 12000 m<sup>3</sup>/s met herhalingstijden tussen de 1/1 en 1/65 jaar. In deze strategie wordt de afvoer van de Lek daarom begrensd zodra de afvoer bij Lobith boven de 6200 m<sup>3</sup>/s komt hetgeen neer komt op een Lekafvoer van 1200 m<sup>3</sup>/s. Vanaf 12000 m<sup>3</sup>/s gaat ook de afvoer van de Lek weer toenemen. In deze strategie 4.A wordt de extra opgave afgewenteld op de IJssel tot een maximum van +800 m<sup>3</sup>/s.

#	4.A	Code	Omschrijving
Naam	Lek extra ontzien		
Afvoerverdeling	Lek extra ontzien1 (maximaal over de IJssel tot +800 bij 16000 Lobith)	W1a	De afvoer van de Lek wordt begrensd zodra de afvoer bij Lobith boven de 6200 m <sup>3</sup> /s komt, dit komt neer op een Lekafvoer van 1200 m <sup>3</sup> /s. Vanaf 12000 m <sup>3</sup> /s gaat ook de afvoer van de Lek weer toenemen. De extra opgave wordt afgewenteld op de IJssel tot een maximum van +800 m <sup>3</sup> /s.
Ring	Geen		
Maeslant	als 1		2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Maeslantkering + Hartelkering vervangen door een vergelijkbare kering met vergelijkbare faalkans (dus 1/100)
Holl. IJssel	schutsluizen		2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Hollandsche IJsselkering vervangen door een vergelijkbare kering met faalkans 1/200 per sluitvraag
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	als 1		Geen extra maatregelen
Extra waterberging naast VZM	Geen		
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	R1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *

Lobith	Waal	Lek	IJssel
600	550	25	25
2000	1401	308	291
4000	2697	750	553
6000	3997	1158	845
8000	5296	1200	1504
10000	6473	1200	2327
12000	7681	1200	3119
13000	8285	1456	3259
16000	10965	1776	3259
17000	10970	2771	3259
18000	11758	2983	3259

Tabel 0.1 afvoerverdeling Lek extra ontzien ten koste van de IJssel

### *Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?*

Zie strategie 1 voor de Waaltakken. Voor de IJssel betekent de andere afvoerverdeling dat er voor 800 m<sup>3</sup>/s extra ruimte moet worden gezocht (zie Spankrachtstudie).

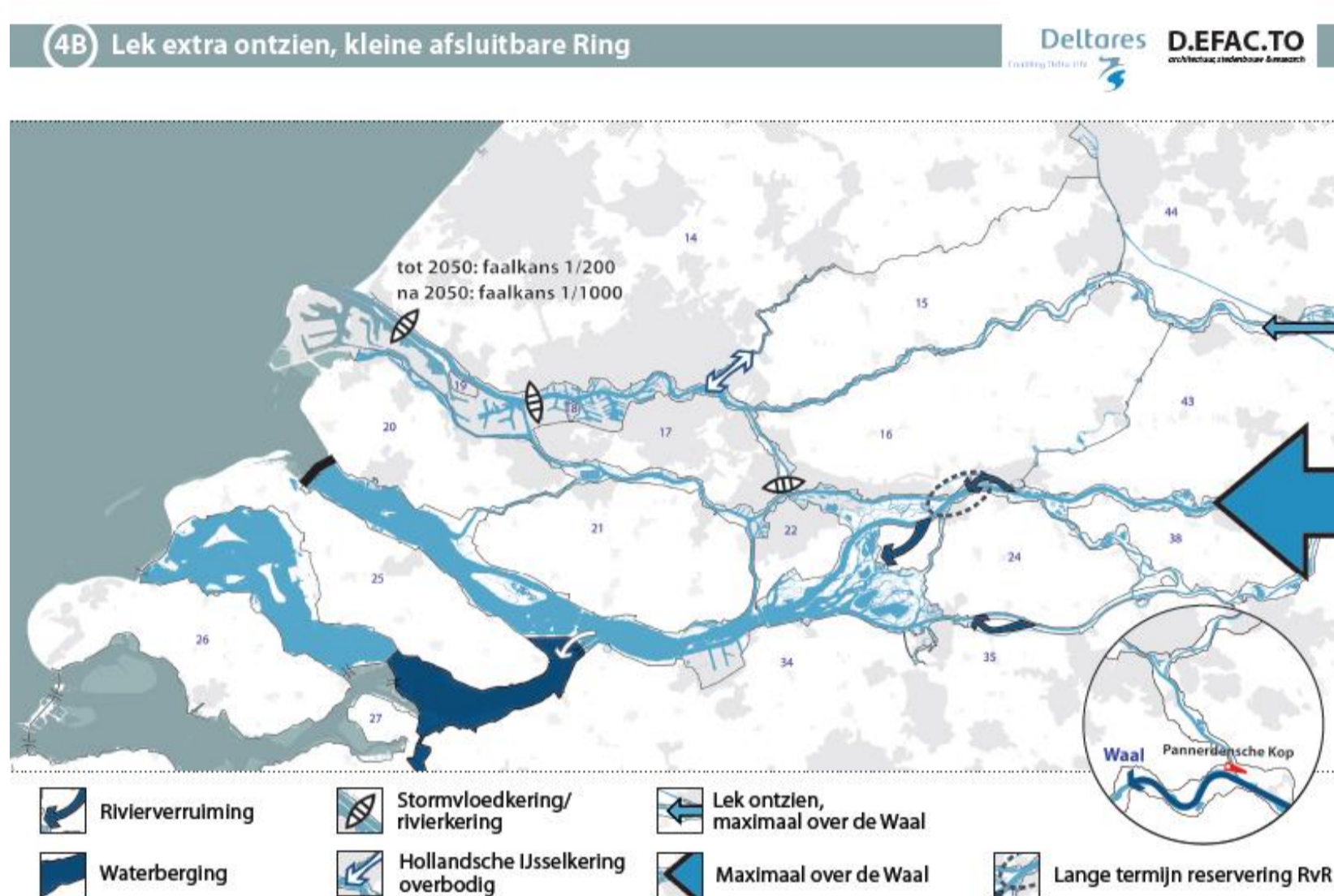
### *Wat gebeurt er met de keringen?*

Zie strategie 1

### *Belangrijkste uitzoekvragen*

- Voor de IJssel nemen de middelgrote afvoeren toe, afvoeren die wellicht maatgevend zijn voor de monding van de IJssel waar combinatiekansen van storm op meer en rivierafvoeren van belang zijn. Hoe groot is dit effect?

## A.1.8 4.B Lek extra ontzien, kleine afsluitbare ring



Figuur 0.8 Strategie 4B. Lek extra ontzien, kleine afsluitbare ring.

### Karakteristiek

Vanaf 16.000m<sup>3</sup>/s is reeds afgesproken dat de Lek wordt ontzien. Dat wil zeggen een verdere klimaatopgave wordt verdeeld over de Waal en IJssel. In deze strategie wordt onderzocht hoe de Lek nog verder kan worden afgeschermd van hoge maatgevende afvoeren zodat de veiligheid in de dijkringen 15 en 16 vanuit de Lek verder kan toenemen. Extra lage waterstanden op de Lek worden in deze strategie gecombineerd met het flexibel afsluiten van het stedelijk gebied van Rotterdam met afsluitbare keringen in de Nieuwe Maas en Noord (Figuur 0.8).

### Wat gebeurt er met dijken?

Zie referentie 0

### Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?

Zie referentie 0. Binnen de kleine ring zullen de gebieden nog maar zeer zelden innunderen

### Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?

Zie strategie 1. Voor de Waal betekent dit dat er voor 800 m<sup>3</sup>/s extra ruimte moet worden gezocht (zie Spankrachtstudie) of dat er extra dijkversterking nodig is. Om de extra afvoer over de Waal goed te verwerken en opstuwung achter de keringen te vermijden wordt de Nieuwe Merwede verbreed ( zie strategie 2.B)

*Wat gebeurt er met de keringen?*

Er komt een afsluitbare rivierkering met schutsluis (2kolken, klasse Va) in de Noord en Nieuwe Maas (zie Figuur 0.8). De keringen hebben een faalkans van 1/1000 en sluiten bij een voorspelde waterstand van 2.25 m +NAP.

Voor de Maeslantkering zie strategie 1.

De combinatie van Maeslantkering + extra rivierkering zorgt voor een zeer hoog beschermingsniveau binnen de afsluitbare ring vergelijkbaar met een gesloten ring.

*Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?*

De meest maatgevende afvoeren voor de Lek voor dijkkring 15 en 16 zijn die afvoeren waarvan de kans op samenvallen met storm op zee het grootste zijn. Het gaat daarbij om Rijn afvoeren tussen 6000 en 12000 m<sup>3</sup>/s met herhalingstijden tussen de 1/1 en 1/65 jaar. Daarnaast zal wanneer de kleine ring gesloten is tijdens storm slechts beperkt water geborgen kunnen worden binnen de ring. Een eerste schatting is dat een afvoer van 600 m<sup>3</sup>/s in dergelijke situatie het maximum is. In deze strategie wordt daarom de afvoer van de Lek reeds begrensd op 600 m<sup>3</sup>/s zodra de afvoer bij Lobith boven de 4000 m<sup>3</sup>/s komt. Vanaf 13000 m<sup>3</sup>/s gaat ook de afvoer van de Lek weer toenemen. In deze strategie 4.B wordt de extra opgave afgewenteld op de Waal tot een maximum van +800 m<sup>3</sup>/s.

Lobith	Waal	Lek	IJssel
600	550	25	25
2000	1401	308	291
4000	2847	600	553
6000	4555	600	845
8000	6268	600	1132
10000	7950	600	1450
12000	9605	600	1795
13000	10432	600	1968
16000	12565	976	2459
17000	12565	1781	2654
18000	12565	2569	2866

Tabel 0.2 afvoerverdeling Lek extra ontzien ten koste van de Waal i.c.m kleine ring.

*Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?*

Zie strategie 1 voor de Maeslantkering + daarbij komen de sluitingen voor stormvloedkeringen in Noord en Nieuwe Maas. De frequentie hiervan is gelijk aan die van de Hollandsche IJsselkering in strategie 1.

*Mogelijke optimalisatie/variantie*

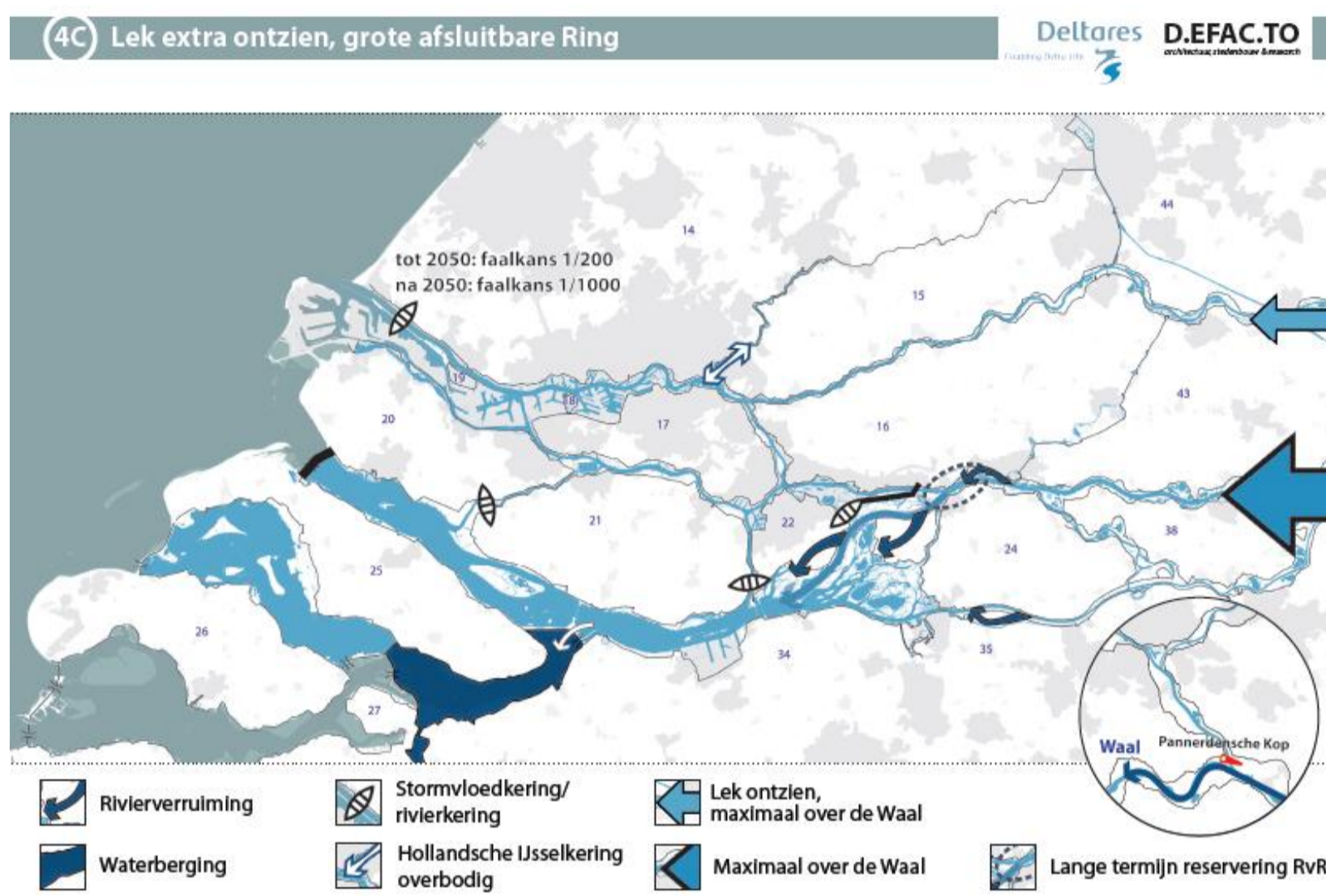
- In plaats van de rivierkering in de Noord te leggen kan de kering ook in de Nieuwe Maas worden gelegd net ten westen van de aftakking van de Noord. Dit betekent minder overlast voor de scheepvaart en minder restricties aan de afvoer van de Lek.

## Belangrijkste uitzoekvragen

- Hoeveel kan tijdens een storm worden geborgen in een kleine ring?

4.B. Lek extra ontzien, Kleine afsluitbare ring			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Lek extra ontzien2 (maximaal over de Waal tot +2400 bij 16000 Lobith)	W1b	In deze strategie wordt de afvoer van de Lek reeds begrensd op 600 m3/s zodra de afvoer bij Lobith boven de 4000 m3/s komt. Vanaf 13000 m3/s gaat ook de afvoer van de Lek weer toenemen. In deze strategie 4.B wordt de extra opgave afgewenteld op de Waal tot een maximum van +800 m3/s.
Ring	Klein, afsluitbaar open (AO)	H3	Er komt een afsluitbare rivierkering met schutsluis (2kolken, klasse Va) in de Noord en Nieuwe Maas (zie Figuur 0.8). De keringen hebben een faalkans van 1/1000 en sluiten bij een voorspelde waterstand van 2.25 m +NAP. De combinatie van Maeslantkering + extra rivierkering zorgt voor een zeer hoog beschermingsniveau binnen de afsluitbare ring vergelijkbaar met een gesloten ring.
Maeslant	als 1		2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Maeslantkering + Hartelkering vervangen door een vergelijkbare kering met vergelijkbare faalkans (dus 1/100)
Holl. IJssel	Geen HIJK, peil 2.25m+NAP (let op maalstop)		2 <sup>e</sup> helft van de eeuw wordt de Hollandsche IJsselkering vervangen door een vergelijkbare kering met faalkans 1/200 per sluitvraag
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	als 1 + Nieuwe Merwede verbreden	R2	Geen extra maatregelen
Extra waterberging naast VZM	Geen		
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *

## A.1.9 4.C Lek extra ontzien, grote afsluitbare ring



Figuur 0.9 Lek extra ontzien, grote afsluitbare ring.

### Karakteristiek

Vanaf 16.000m<sup>3</sup>/s is reeds afgesproken dat de Lek wordt ontzien. Dat wil zeggen een verdere klimaat opgave wordt verdeeld over de Waal en IJssel. In deze strategie wordt onderzocht hoe de Lek nog verder kan worden afgeschermd van hoge maatgevende afvoeren zodat de veiligheid in de dijkringen 15 en 16 vanuit de Lek verder kan toenemen. Extra lage waterstanden op de Lek worden in deze strategie gecombineerd met het flexibel afsluiten van het stedelijk gebied van Rotterdam en Dordrecht met afsluitbare keringen in de Beneden Merwede, Dordtsche Kil en Spui ( Figuur 0.9).

### Wat gebeurt er met dijken?

Zie referentie 0

### Wat gebeurt er in de buitendijkse gebieden?

Zie referentie 0.

### Wat gebeurt er met Ruimte voor de rivier?

Zie strategie 1. Voor de Waal betekent dit dat er voor 800 m<sup>3</sup>/s extra ruimte moet worden gezocht (zie Spankrachtstudie) of dat er extra dijkversterking nodig is. Om de extra afvoer over de Waal goed te verwerken en opstuwung achter de keringen te vermijden wordt de Nieuwe Merwede verbreed ( zie strategie 2.B)

*Wat gebeurt er met de keringen?*

Er komt een afsluitbare rivierkering met schutsluis (2kolken, klasse Va) in de Beneden Merwede, de Dordtsche Kil en het Spui (zie Figuur 0.8). De keringen hebben een faalkans van 1/1000 en sluiten bij een voorspelde waterstand van 3.00 m +NAP. Voor de Maeslantkering zie strategie 1.

*Wat gebeurt er met de afvoerverdeling?*

De meest maatgevende afvoeren voor de Lek voor dijkkring 15 en 16 zijn die afvoeren waarvan de kans op samenvallen met storm op zee het grootste zijn. Het gaat daarbij om Rijn afvoeren tussen 6000 en 12000 m<sup>3</sup>/s met herhalingstijden tussen de 1/1 en 1/65 jaar. In deze strategie wordt daarom de afvoer van de Lek begrensd op 1200 m<sup>3</sup>/s zodra de afvoer bij Lobith boven de 6200 m<sup>3</sup>/s komt. Vanaf 16000 m<sup>3</sup>/s..gaat ook de afvoer van de Lek weer toenemen. In deze strategie 4.B wordt de extra opgave afgewenteld op de Waal tot een maximum van +800 m<sup>3</sup>/s.

Lobith	Waal	Lek	IJssel
600	550	25	25
2000	1401	308	291
4000	2697	750	553
6000	3997	1158	845
8000	5668	1200	1132
10000	7350	1200	1450
12000	9005	1200	1795
13000	9832	1200	1968
16000	12341	1200	2459
17000	12565	1781	2654
18000	12565	2569	2866

Tabel 0.3 afvoerverdeling Lek extra ontzien ten koste van de Waal i.c.m grote ring.

*Hoe veranderen de voorwaarden voor de scheepvaart?*

Zie strategie 1 voor Maeslantkering en Hollandsche IJsselkering. De rivierkeringen in Merwede, Dordtsche Kil en Spui zullen net zo vaak of nog iets minder vaak sluiten dan de Maeslantkering.

*Mogelijke optimalisatie/variatie*

- De kering + schutsluizen zo aanleggen dat ook Sliedrecht wordt binnen gesloten in de ring.
- Onafhankelijke aansturing van de keringen zodat de rivierkeringen minder vaak hoeven te sluiten dan de Maeslantkering

*Belangrijkste uitzoekvragen*

- Hoeveel kan tijdens een storm worden geborgen in een grote ring?

4.C Lek extra ontzien, Grote afsluitbare ring			
	Maatregel	Code	Omschrijving
Afvoerverdeling	Lek extra ontzien3 (maximaal over de Waal tot +2400 bij 16000 Lobith)	W1b	In deze strategie wordt de afvoer van de Lek begrensd op 1200 m3/s zodra de afvoer bij Lobith boven de 6200 m3/s komt. Vanaf 16000 m3/s..gaat ook de afvoer van de Lek weer toenemen. In deze strategie 4.B wordt de extra opgave afgewenteld op de Waal tot een maximum van +800 m3/s.
Ring	Groot, afsluitbaar open (AO)	H3	Er komt een afsluitbare rivierkering met schutsluis (2kolken, klasse Va) in de Beneden Merwede, de Dortsche Kil en het Spui (zie Figuur 0.8). De keringen hebben een faalkans van 1/1000 en sluiten bij een voorspelde waterstand van 3.00 m +NAP..
Maeslant	als 1		2e helft van de eeuw wordt de Maeslantkering + Hartelkering vervangen door een vergelijkbare kering met vergelijkbare faalkans (dus 1/100)
Holl. IJssel	schutsluizen		2e helft van de eeuw wordt de Hollandsche IJsselkering vervangen door een vergelijkbare kering met faalkans 1/200 per sluitvraag
Nieuwe Lek	Geen		
RvR	als 1 + Nieuwe Merwede verbreden	R2	Zie strategie 1. Voor de Waal betekent dit dat er voor 800 m3/s extra ruimte moet worden gezocht (zie Spankrachtstudie) of dat er extra dijkversterking nodig is. Om de extra afvoer over de Waal goed te verwerken en opstuwning achter de keringen te vermijden wordt de Nieuwe Merwede verbreed ( zie strategie 2.B)
Extra waterberging naast VZM	Geen		
Buitendijks	Geen maatregelen, Nieuwbouwlocaties worden opgehoogd	RO5	Ophogen: aanname: gebied voor herstructurering ophoging tot +4 NAP.
Overige	Dijkversterking	D1	Dijken versterken wanneer ze bij 6 jaarlijkse toetsing niet meer aan de norm voldoen. Dit gebeurt 'in grond' waar er ruimte is, en met constructies waar er geen ruimte is. De robuustheidstoetsing van 50 jaar wordt gebaseerd op verwachte zetting en het W+ scenario van KNMI. *