

Figuur 4.5  
Combinatie van maximale  
waterdiepte en minimale  
aankomsttijd

**Maximale waterdiepte en minimale aankomsttijd**

Pernis en Rozenburg geen gegevens

- zeer diep en meteen
- diep en meteen
- ondiep en meteen

**maximale waterdiepte**

ondiep = minder dan een 0,5 m  
diep = tussen de 0,5 en 2 m  
zeer diep = meer dan 2 m

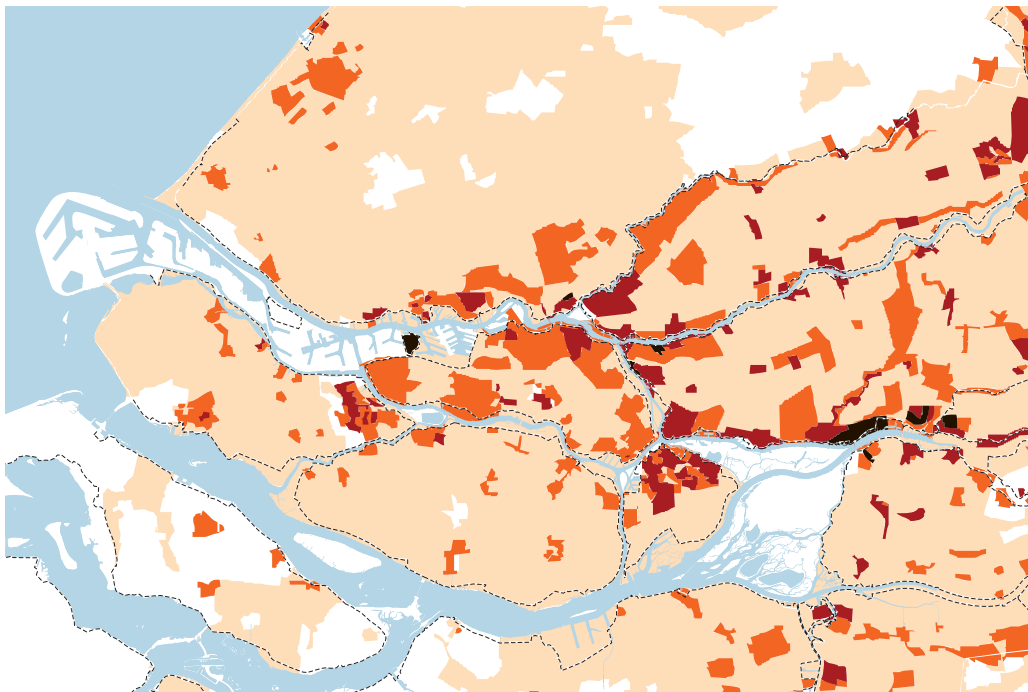
**bij overstroming vanuit hoofdwatervan**

- zeer diep en snel
- diep en snel
- ondiep en snel

**minimale aankomsttijd**

langzaam = meer dan 24 uur  
snel = tussen de 6 en 24 uur  
meteen = binnen 6 uur

- zeer diep en langzaam
- diep en langzaam
- ondiep en langzaam



Figuur 4.6  
Verwachte aantallen  
slachtoffers per hectare  
per jaar (zonder  
systeemwerking)

**Relatief aantal slachtoffers per ha per jaar**

- zeer laag ( $< 10^{-5}$ )
- laag ( $10^{-5} - 10^{-4}$ )
- matig hoog ( $10^{-4} - 10^{-3}$ )
- hoog ( $10^{-3} - 10^{-2}$ )

#### 4.1.2 Gevolgen van een overstroming

##### Opgave korte termijn

De gevolgen van een overstroming bestaan ondermeer uit slachtoffers en schade (zie bijlage 1). Sinds het vaststellen van de huidige normen voor waterveiligheid in de jaren zestig van de vorige eeuw zijn de bevolking en de economische waarden sterk toegenomen en daarmee ook de potentiële gevolgen van een overstroming. In de afgelopen decennia is de kennis over de kansen en de gevolgen van overstromingen toegenomen. Ook zijn nu betere methoden voor het bepalen van (economisch) optimale beschermingsniveaus beschikbaar. Het Deltaprogramma onderzoekt of de bescherming die de huidige normen bieden nog steeds in goede verhouding staat tot de mogelijke gevolgen en op welke locaties een hoger beschermingsniveau aan de orde kan zijn. Uit de eerste resultaten blijkt dat de regio Rijnmond-Drechtsteden tot de aandachtsgebieden behoort (kamerstuk 31 710, nr 22, 2011).

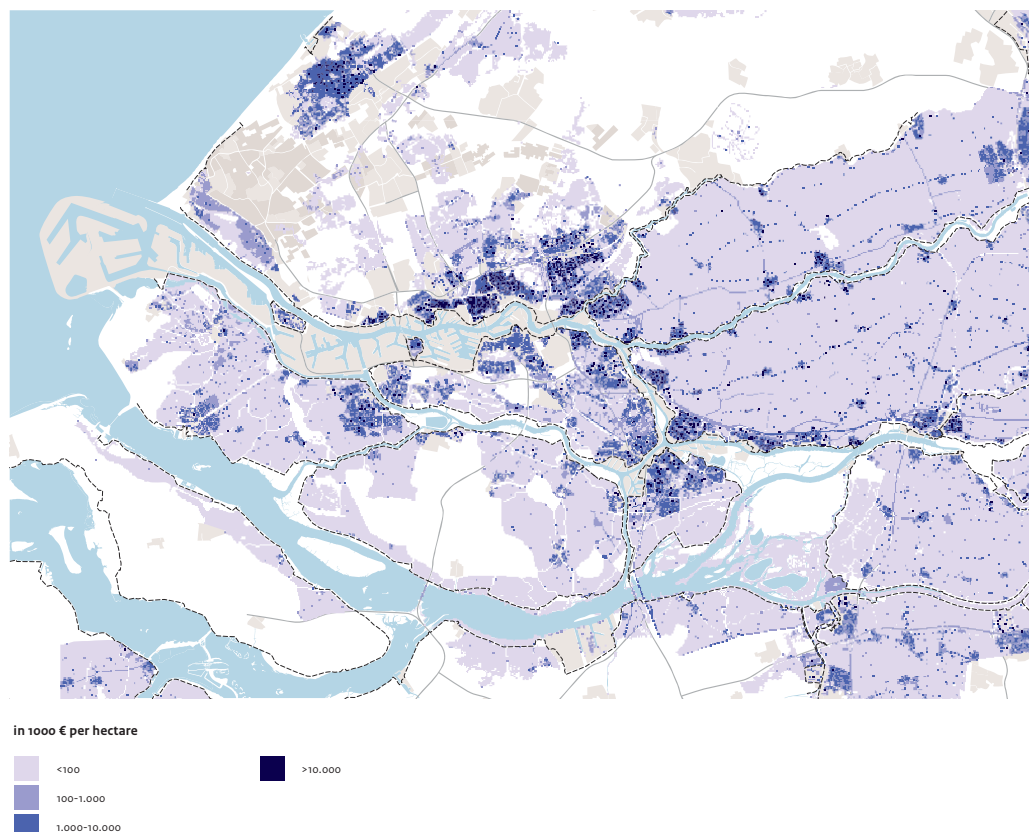
De omvang van de gevolgen van een overstroming hangt onder andere af van het aantal mensen dat in

het betreffende gebied aanwezig is en van de economische waarde in het gebied. Ook de beschikbare tijd en de mogelijkheden voor evacuatie naar veilige gebieden en vluchtmogelijkheden binnen het gebied zelf zijn van invloed op de potentiële gevolgen. Over het algemeen kunnen de gevolgen groot zijn op plaatsen waar in korte tijd een grote waterdiepte ontstaat. Figuur 4.5 geeft deze locaties weer op basis van de maximaal mogelijke waterdiepte en de snelheid van overstromen.

Figuur 4.6 geeft een indicatie van de verwachte aantallen slachtoffers. De maximale economische schade in geval van een overstroming bij maatgevende omstandigheden staat in figuur 4.7. Deze figuren zijn gebaseerd op een rechtstreekse overstroming van de betreffende gebieden vanuit het hoofdwater. Er is geen rekening gehouden met het 'doorgeven' van overstromingen via aangrenzende dijkkringen (de zogenoemde systeemwerking).

De locaties waar een groot aantal slachtoffers bij een overstroming kan vallen, zijn bewoonde

Figuur 4.7  
Maximale schade bij een overstroming onder maatgevende omstandigheden (zonder systeemwerking)



Nr	Dijkringdeel	Verwachtingswaarde aantal slachtoffers	Totale 'economische' schade (miljarden euro's)
14-3	Zuid-Holland-Nwe Waterweg	3000	36
16-1	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden	2400	41
15-1	Lopiker- en Krimpenerwaard	1100	30
18-1	Pernis	700	6
17-1	IJsselmonde	600	11
20-3	Voorne-Putten-Oost	500	9
22-1	Eiland van Dordrecht	300	7
20-1	Voorne-Putten-West	110	3.7
20-2	Voorne-Putten-Midden	45	1.4
21-1	Hoekse Waard	40	1.3
19-1	Rozenburg	16	0.7
25-2	Goeree-Overflakkee-Haringvliet	2	0.1

Tabel 4.3 Slachtofferaantallen (situatie 2000) en economische schade (situatie 2011). De totale economische schade is de som van economische schade en schades door slachtoffers en getroffen. Bron: Deltares, 2011a en 2011b

gebieden waar het water snel kan komen en een grote diepte kan bereiken. Dit geldt onder andere voor: Pernis, Alblasserwaard, IJsselmonde, stedelijke gebieden op de lijn Hoek van Holland-Rotterdam, Lopiker- en Krimpenerwaard, Dordrecht en oostelijke delen van Voorne-Putten. De kans dat daadwerkelijk een groot aantal slachtoffers valt, verschilt sterk van plaats tot plaats. Deze kans hangt onder meer af van de huidige veiligheidsnorm en de actuele toestand van de waterkeringen (bijvoorbeeld overhoogte).

De locaties met grote potentiële economische schade vallen grotendeels samen met de gebieden waar grote aantallen slachtoffers kunnen ontstaan. De economische schade kan onder meer groot zijn in: Rotterdam, Schiedam, Spijkenisse, Dordrecht, Capelle a/d IJssel en Krimpen a/d IJssel, Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam.

Door de dodelijke slachtoffers en andere getroffen van een overstroming in geld uit te drukken, is het mogelijk de totale schade van een overstroming te bepalen (zie tabel 4.3). Hieruit blijkt dat de totale economische schade het hoogst is in de dijkringen 14, 15 en 16. In deze dijkringen kunnen ook de grootste aantallen slachtoffers vallen. De potentiële slachtofferaantallen in Rijnmond-Drechtsteden behoren tot de hoogste van Nederland.

### Opgave lange termijn

Op termijn zullen de mogelijke gevolgen van overstromingen veranderen door demografische, ruimtelijke en economische ontwikkelingen. Gebieden die nu aandacht verdienen, omdat de mogelijke gevolgen van een overstroming groot zijn, kunnen in de toekomst krimpen. Andersom kunnen gebieden met relatief beperkte gevolgen in de toekomst groeien. In de periode 2050-2100 laten de deltasenario's grote verschillen in de sociaal-economische ontwikkelingen zien. Zo geeft het scenario Stoom vanaf 2050 op alle fronten groei aan, terwijl het scenario Rust uitgaat van krimp.

Enkele ontwikkelingen in het scenario Rust zijn:

- Het aantal mensen in nu druk bezette gebieden als Rotterdam neemt af.
- De waarde van onder meer onroerend goed neemt af.
- Scheepvaart op de rivieren extensiveert als gevolg van economische krimp.

Hiermee nemen in dit scenario de potentiële gevolgen van een overstroming af. De scheepvaart ondervindt waarschijnlijk ook weinig hinder van sluitingen van de Maeslantkering.

In scenario Stoom zijn met name de volgende ontwikkelingen relevant:

- Het aantal mensen in en rond bestaande steden

en dorpen neemt sterk toe.

- De economische waarde neemt toe.
- Scheepvaart over de rivieren intensificeert als gevolg van economische groei.

In dit scenario nemen de potentiële gevolgen van een overstroming juist toe. Ook zal de scheepvaart in dit scenario meer hinder ondervinden van hoog water op zee door regelmatige sluiting van de Maeslantkering.

#### 4.1.3 Aandachtspunten

De analyse van de opgaven in het binnendijkse gebied zijn gebaseerd op een groot aantal aannamen en uitgangspunten. Dat kan ook niet anders, omdat de opgaven van veel verschillende factoren afhangen die bovendien van plaats tot plaats en in de loop van de tijd veranderen: klimaat, waterstanden op zee en rivieren, bodemdaling, bevolkingsgroei, groei van de economie. Enkele aannamen en uitgangspunten zijn zeer bepalend voor de uitkomsten in de regio Rijnmond-Drechtsteden en verdienen in de komende periode extra aandacht:

- Evacuatiemogelijkheden: uitgangspunt voor Rijnmond-Drechtsteden is dat slechts 15% van de aanwezige mensen het gebied tijdig kan verlaten bij een dreigende overstroming. Dit percentage is het laagste in Nederland. Het is gebaseerd op overstromingsdreiging vanuit zee, die onverwacht en snel op kan treden. Daarnaast is de infrastructuur in het gebied ontoereikend voor evacuatie van honderdduizenden tot miljoenen mensen in korte tijd. Voor grote delen van de dijkringen 15 en 16 vormen hoge rivierafvoeren de bedreiging. Die zijn echter beter te voorspellen en het percentage van 15% is voor deze gebieden aan de lage kant.
- Schadeberekeningen: bij het berekenen van de overstromingsschade is een correctiefactor gebruikt om de beschikbare informatie te vertalen in een zo volledig mogelijk schadebeeld. Voor heel Nederland is dezelfde correctiefactor toegepast. Het is echter aannemelijk dat de correctiefactor voor Rijnmond-Drechtsteden te laag is, door het grote aantal bedrijven en het havencomplex in deze regio. (In)directe schade kan hierdoor hoger uitvallen.
- Hersteltijd: bij het berekenen van de overstromingsschade is uitgegaan van een hersteltijd van zes maanden. Dit betreft echter de tijd die nodig is om een dijkkring volledig leeg te pompen na een overstroming. Het werkelijke herstel zal daarna pas kunnen beginnen en zal op veel plaatsen jaren in beslag kunnen nemen. Ook hierdoor kan de indirecte schade hoger uitvallen.
- Systeemwerking: de berekeningen gaan er vanuit dat een dijkkringgebied alleen kan overstromen als de primaire waterkeringen van die dijkkring falen. Uit berekeningen blijkt echter dat dijkkring 14 (Centraal Holland) ook kan overstromen door water dat via de dijkringen 15 (Lopiker- en Krimpenerwaard) of 44 (Kromme-Rijn) binnenkomt. Hierdoor kunnen zowel het slachtoffer-risico als het schadepotentieel in dijkkring 14 hoger uitvallen. De schade in de dijkringen 44 en 15 zal dan overigens afnemen, doordat hier minder water blijft staan.
- Overhoogte: met overhoogte is alleen rekening gehouden bij het bepalen van het tekort aan dijkhoogte op lange termijn, als gevolg van klimaatontwikkelingen (figuren 4.3 en 4.4). Met name in het westen van de Rijnmond-Drechtsteden hebben sommige dijken aanzienlijke overhoogte. Het meenemen van deze overhoogte bij andere opgaven voor waterveiligheid zoals de overstromingsrisico's zou de resultaten sterk kunnen beïnvloeden.
- Morfologie: De morfologie van de waterbodembodem (vorm en hoogte) is in de Rijn-Maasmonding door ingrepen in het verleden uit balans. Problemen met de morfologie ontstaan momenteel met name door uitschuring in Oude Maas, Spui, Noord en Dordtsche Kil. Dit kan gevolgen hebben voor zowel de waterveiligheid als de zoetwatervoorziening. Zo ontwikkelen zich lokaal zeer diepe erosiekuilen die de stabiliteit van de dijken kunnen bedreigen. Ook kunnen problemen ontstaan doordat kabels en leidingen bloot komen te liggen. Door de uitschuring kan bovendien de zoutindringing in deze riviertakken toenemen. Het is onduidelijk wanneer een nieuw evenwicht in de Rijn-Maasmonding te verwachten is; de genoemde trend zal zich in de toekomst naar verwachting voortzetten en zeespiegelstijging kan de erosie versterken. De omvang van de problematiek hangt sterk af van het bodembeheer. In het gebied waar de invloed van de rivieren dominant is, kan zeespiegelstijging juist tot sedimentatie leiden, met verhoogde waterstanden als gevolg.
- Bodemdaling: met lokale verschillen in de bodemdaling is in de berekeningen geen rekening gehouden. Op sommige plaatsen kan de bodemdaling tot 2100 de stijging van de waterstanden door klimaatverandering overtreffen. De komende vijftig jaar daalt de bodem met name sterk in de Alblasserwaard, de Krimpenerwaard en de regio Rotterdam - Capelle a/d IJssel - Zevenhuizen - Gouda.

Met uitzondering van de factoren ‘evacuatie-mogelijkheden’ en ‘overhoogte’ kunnen al deze factoren de veiligheidsopgaven zoals die in de voorgaande paragrafen zijn beschreven verder vergroten. Dat geldt ook voor het mogelijke tekort aan sterkte van dijken, dat nog niet is onderzocht.

Paragraaf 6.4 geeft een beschrijving van het vervolgproces, met als onderdeel de kennisvragen die nadere invulling vragen.

## 4.2 Buitendijkse waterveiligheid

### 4.2.1 Kans op overstroming

Ook in de buitendijkse gebieden neemt de kans op hoogwater toe, door zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren. Bij stijging van het rivierwaterpeil overstromen als eerste enkele laaggelegen natuur- en landbouwgebieden (onder meer Tiengemeten, Biesbosch en gebieden langs de Oude Maas), en daarna ook bestaand stedelijk gebied (onder meer delen van de historische binnenstad van Dordrecht en in Rotterdam het Noordereiland, de Kop van Feijenoord en het havengebied, bijvoorbeeld Waalhaven en Botlek). Recent aangelegde haventerreinen, zoals Europoort, nieuwe havengebieden in de Drechtsteden en de Eerste en Tweede Maasvlakte, liggen zo hoog dat ze slechts in zeer zeldzame situaties kunnen overstromen. Figuur 4.8 laat de kans op overstroming van het buitendijks gebied in de huidige situatie en in 2100 zien (scenario's Stoom en Warm). Hieruit blijkt dat tot 2100 steeds grotere delen van het buitendijks gebied overstromen.

### 4.2.2. Gevolgen van een overstroming

Het ruimtegebruik van buitendijkse gebieden wordt intensiever, door stedelijke herstructurering (Stadshavens Rotterdam, Stadswerven Dordrecht) en intensivering van de havenactiviteiten. Ook zal het aantal buitendijkse bewoners naar verwachting toenemen, van 65.000 nu tot 80 à 100.000 in 2050.

Door deze ontwikkelingen neemt het aantal potentieel getroffen en de potentiële schade bij overstromingen toe in alle klimaatscenario's (tabel 4.4). Het grootste deel van de schade treedt op in het buitendijkse gebied van Rotterdam, gevolgd door Dordrecht en de Drechtsteden (Deltares, 2012c). Het potentieel aantal getroffen is aanzienlijk. De kans op slachtoffers is echter beperkt door geringe waterdieptes, voorspelbaarheid van optreden en mogelijkheden om verticaal te evacueren (in gebouwen) (o.a. Deltares, 2012c). Er is een risico op maatschappelijke ontwrichting door uitval van vitale infrastructuur (electriciteit, gas, ICT) omdat de infrastructuur geen hoge waterstanden kan verdragen (Kort, 2012).

De gevolgen van overstromingen voor buitendijkse havenactiviteiten zijn niet gekwantificeerd. De gevolgen kunnen hier bestaan uit uitval van bedrijfsprocessen, uitval van infrastructuur (electriciteit, wegen) en milieuvervuiling (Lansen en Jonkman, 2010). De effecten zullen toenemen, omdat door klimaatverandering steeds grotere delen van de stad en het havengebied onder water komen te staan. Grootschalige overstroming in het havengebied kan maatschappelijke ontwrichting in Nederland en daarbuiten veroorzaken, bijvoorbeeld door benzinetekort. De kans hierop is weliswaar zeer klein, maar de effecten kunnen groot zijn.

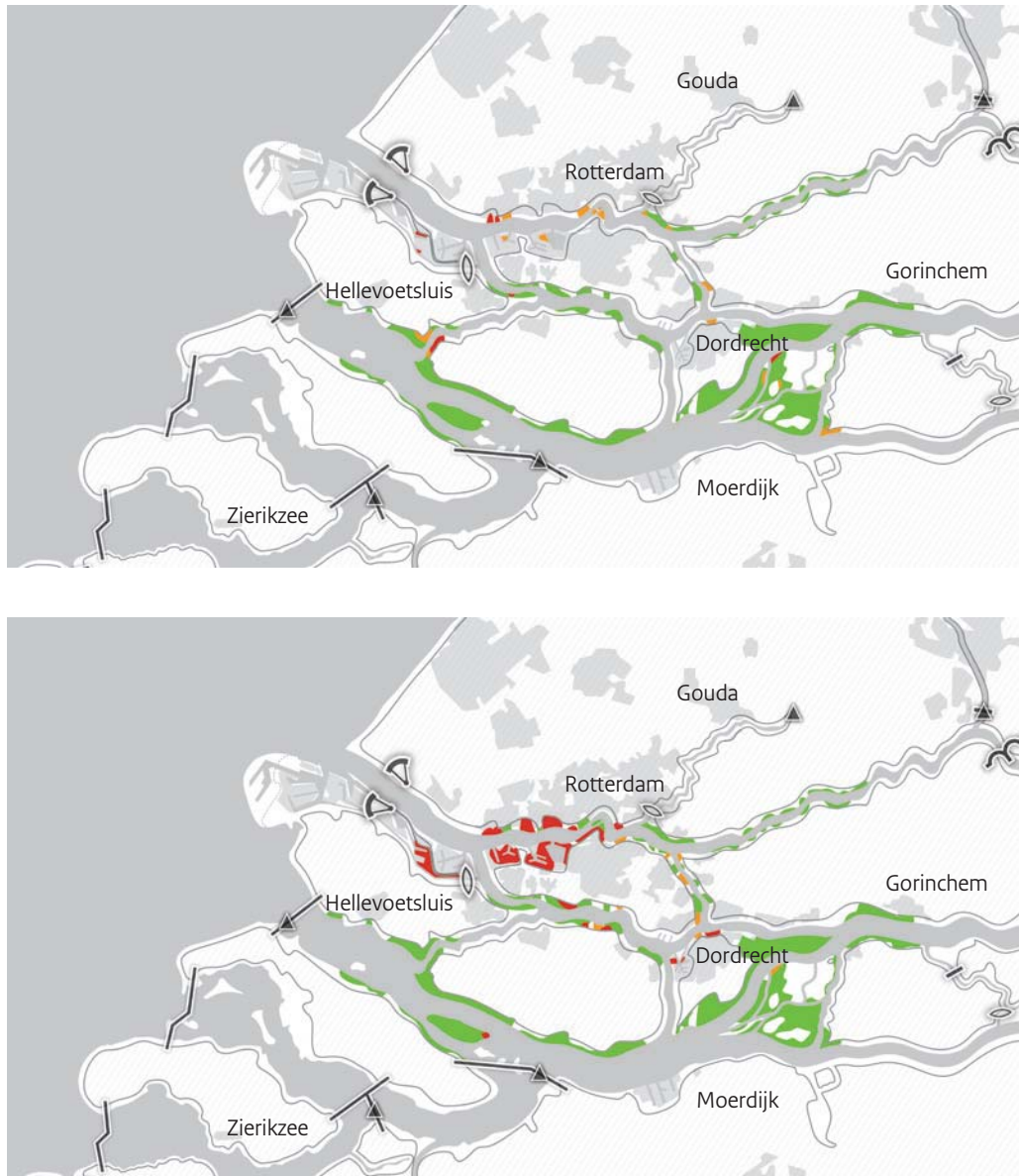
De haven ondervindt ook op een andere manier gevolgen van klimaatverandering. Door de zeespiegelstijging zullen de stormvloedkeringen vaker sluiten. De sluitfrequentie neemt toe van eens per elf jaar nu (plus een proefsluiting per jaar) tot eens per jaar in 2080 in de scenario's Warm en Stoom (W+). Op nog langere termijn kan dit hinder gaan geven voor de scheepvaart, wat bij de huidige transportstromen in schade resulteert. Omdat het aantal scheepsbewegingen de komende decennia naar verwachting blijft groeien, zal de schade in de toekomst hoger uitvallen. Gezien het belang van de haven voor Nederland, nu en in de toekomst, is dit een aandachtspunt.

Buitendijks	Referentie 2015	toename 2050	toename 2100	
		W+-scenario	G-scenario	W+-scenario
Risico op schade (euro/jaar)	€158.000,-	1,7 maal groter	1,7 maal groter	2,6 maal groter

Tabel 4.4: Toename van schade aan gebouwen en infrastructuur in buitendijks stedelijk gebied ten opzicht van het referentiejaar 2015, exclusief economische groei (bron: Veerbeek et al, 2010)<sup>1</sup>

**Buitendijks**  
 1000 jaar  
 100 jaar  
 10 jaar

Herhalingstijd  
 buitendijkse  
 overstromingen



Figuur 4.8  
 Buitendijkse overstromingen in de huidige situatie (boven) en in het jaar 2100 (onder). Een overstroming met een herhalingstijd van 1000 jaar komt minder vaak voor dan een overstroming met een herhalingstijd van 10 jaar. Op het moment dat de rode gebieden overstromen, overstromen ook de groene en oranje gebieden (Huizinga, 2011)

Klimaatverandering heeft invloed op de waterdiepte, de stroomsnelheid en de dynamiek in buitendijkse natuurgebieden. Dat heeft gevolgen voor het ecosysteem. Veel buitendijkse natuurgebieden zijn erop berekend om regelmatig onder water te staan. De dynamiek van overstromingen is een voorwaarde voor de gewenste ontwikkelingen van deze gebieden. Als het tempo van klimaatverandering niet te hoog is, kunnen soorten zich aanpassen aan verschuivende leefgebieden. Dat vereist wel goede verbindingen met de nieuwe leefgebieden. Het is nog niet duidelijk of de natuurgebieden robuust genoeg zijn om de klimaatverandering bij te kunnen houden.



# 5 Opgaven voor de zoetwatervoorziening

Voor de beschikbaarheid van zoet water heeft het Rijk geen kwantitatieve doelen gesteld. Opgaven voor de zoetwatervoorziening zijn dan ook niet af te leiden uit het wel of niet halen van dergelijke doelen. Uitgangspunt voor de probleemanalyse is daarom dat een opgave voor de zoetwatervoorziening ontstaat als het aanbod van zoet water op een bepaald moment kleiner is dan de vraag, rekening houdend met zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het water (in droge jaren heeft deze situatie zich al voorgedaan). Zowel aanbod als vraag veranderen op termijn.

De regio Rijnmond-Drechtsteden ligt op de grens van twee zoetwaterregio's: Zuidwestelijke Delta en West-Nederland. De onderstaande analyse is gebaseerd op onderzoeken uit beide regio's en de landelijke knelpuntenanalyse van DP Zoetwater.

## 5.1 Aanbod zoet water

Het aanbod van zoetwater is afhankelijk van de rivierafvoer en de zeewaterstand. Bij lagere rivierafvoeren dringt meer zout water de rivieren binnen (figuur 5.1). In de deltasenarior's Warm en Stoom (klimaatscenario W+) neemt de verzilting via de Nieuwe Waterweg sterk toe, doordat de zeespiegel hoger wordt en de rivierafvoer in de zomer sterk vermindert. In deltasenarior's Druk en Rust

(klimaatscenario G) verandert de rivierafvoer nauwelijks ten opzichte van de huidige situatie en heeft alleen de hogere zeespiegel invloed op de mate van verzilting.

In de huidige situatie ontstaan ongeveer eens in de tien jaar problemen met de zoetwatervoorziening, doordat innamepunten verzilten en de inlaat moet worden stopgezet. Bij Gouda stopt de inlaat als de streefwaarde van 250 mg chloride per liter overschreden wordt. In Bernisse gebeurt dat bij overschrijding van de streefwaarde van 150 mg/l.

Deze overschrijdingen zullen in de toekomst vaker voorkomen. In de scenario's Warm en Stoom (W+) verzilt het inlaatpunt bij Gouda rond 2050 zo vaak, dat het niet meer betrouwbaar is in te zetten (tabel 5.1). De inlaat bij Bernisse is robuuster: tot 2050 worden de problemen niet of nauwelijks groter, ongeacht het scenario. Vanaf 2050 nemen de problemen bij dit inlaatpunt in het scenario W+ fors toe. Overigens is er een karakteristiek verschil tussen de inlaatpunten: bij Gouda treden knelpunten overwegend in de zomer op (lage rivierafvoer) en bij Bernisse vooral in de winter (stormopzet op zee). Inlaatbeperkingen bij Bernisse treffen dan ook met name de industrie en niet zozeer de tuinbouw in Delfland. Daarbij kan de tuinbouw ook andere bronnen benutten.

Bij het inlaatpunt Middelharnis zullen in de

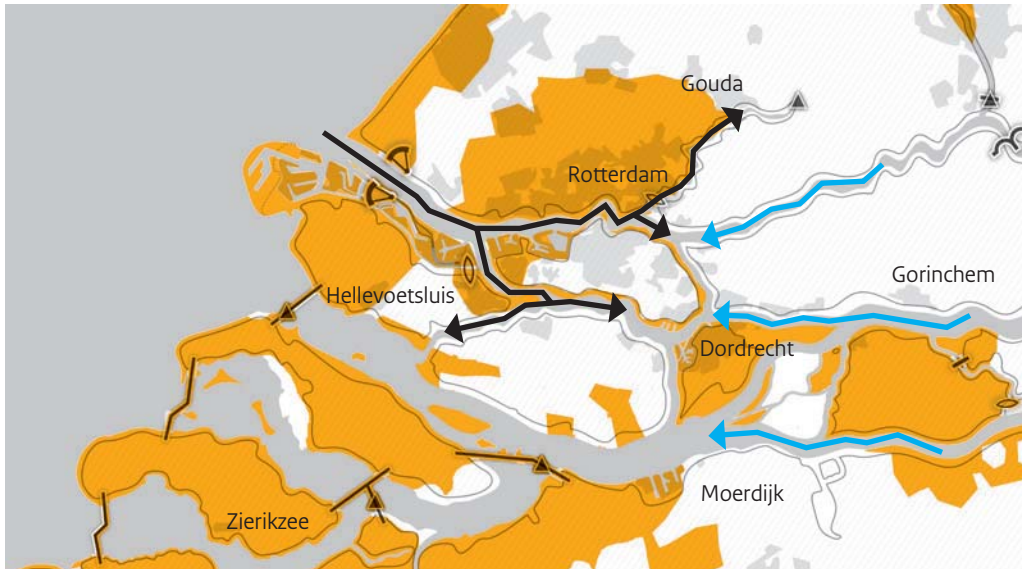






**Zoutindringing bij lage rivierafvoeren en hoge zeewaterstanden**

- zoet grondwater
- zout grondwater
- zoetwateraanvoer
- zoutindringing



Figuur 5.1 Verziltig vanuit zee en via diep grondwater in West-Nederland

toekomst geen problemen ontstaan, omdat het Haringvliet bij voortzetting van het huidige beleid niet verzilt. Hierbij is rekening gehouden met uitvoering van het zogeheten Kierbesluit.

## 5.2 Vraag naar zoet water

De vraag naar zoetwater uit het hoofdwatersysteem gaat waarschijnlijk toenemen. De toename hangt af van de snelheid van de klimaatverandering en de sociaal-economische ontwikkeling.

### 5.2.1 Watervraag van het systeem

De vraag naar zoet water wordt om verschillende redenen groter. In het scenario W+ komt naar verwachting meer zout in het polderwater terecht via het grondwater (zoute kwel). Deze interne verziltig leidt tot zoutere sloten en mogelijk hogere zoutgehalten in de wortelzone van planten. Dat is het gevolg van een hogere zeestand en een dalend maaiveld. Ook in scenario G is toename van interne verziltig te verwachten, maar minder sterk. Om de effecten van zoute kwel tegen te gaan, is nog meer dan nu doorspoeling met zoet oppervlaktewater nodig, met name in de diepe droogmakerijen van Midden-West-Nederland, in het Westland en op de Zuid-Hollandse eilanden.

Locatie (normconcentratie)	Soort jaar	Huidig	2050		2100	
			G	W+	G	W+
Bernisse (150 mg/l, hele jaar)	Gemiddeld	0	0	0	0	3
	Extreem droog	14	13	18	15	110
Gouda (250 mg/l, zomer)	Gemiddeld	0	0	16	0	59
	Extreem droog	42	46	87	44	125

Tabel 5.1 Aantal dagen dat de streefwaarde voor chloride bij Bernisse en Gouda langer dan 24 uur wordt overschreden in de huidige situatie en in de jaren 2050 en 2100 bij de scenario's G en W+. Voor Gouda gaat het om het zomerhalfjaar en voor Bernisse om het hele jaar. 'Gemiddeld' komt overeen met eens in de twee jaar bij huidige klimaat; 'Extreem droog': eens in de honderd jaar bij huidige klimaat. (Bron: syntheserapport zoetwater - concept april 12)

### Waterinlaat Zuidwestelijke Delta (m<sup>3</sup>/s)

Piekwatervraag (de maximale waterinlaat in een periode van tien dagen) tijdens een extreem droog jaar (1976)

	Peilhandhaving	Beregening	Doorspoelen	Doorspoelen en verdamping Volkerak-Zoommeer	Totaal watervraag
Huidig	17 (5,3)	16 (8,8)	11 (6,81)	45	89 (20,91)
Stoom 2050	18 (5,1)	17 (8,3)	13 (8,46)	45	93 (21,86)

Tabel 5.2 Watervraag (inlaat) regio Zuidwestelijke Delta. Het getal tussen haakjes geeft het aandeel voor de regio Rijnmond-Drechtsteden weer: Eiland van Dordrecht, IJsselmonde, Hoeksche Waard, Rijnmond, Voorne-Putten, Goeree-Overflakkee en Oostflakkee. Alblasterwaard ontvangt water uit de zoetwaterregio Rivierengebied.

### Waterinlaat West-Nederland (m<sup>3</sup>/s)

Piekwatervraag (de maximale waterinlaat in een periode van tien dagen) in een zeer droog jaar (2003, tussen een gemiddeld jaar (1967) en een extreem droog (1976) in)

	Peilhandhaving	Beregening	Doorspoelen	totaal
augustus 2003	39,9 (16,2)	9,0 (7,9)	18,9 (6,8)	67,8 (30,9)
augustus 2003 extrapolatie W+ 2050 minimum (minimum = toename peilbeheer 15%, toename beregening 60%, voor onttrekkingen en doorspoelen geen toename berekend)	45,9 (18,7)	14,4 (12,7)	18,9 (6,8)	79,2 (38,2)
augustus 2003 extrapolatie W+ 2050 maximum (maximum = toename peilbeheer 30%, toename beregening 1000%, voor onttrekkingen en doorspoelen geen toename berekend)	51,9 (21,1)	99,0 (86,9)	18,9 (6,8)	169,8 (114,8)

Tabel 5.3 Watervraag (inlaat) regio West-Nederland. Het getal tussen haakjes geeft het aandeel voor de regio Rijnmond-Drechtsteden weer: Rijnland, Delfland, Schieland en de Krimpenerwaard.

Door klimaatverandering zal de verdamping vanaf gewassen en oppervlaktewater toenemen. Hierdoor zullen het waterpeil in de sloten en de grondwaterstanden dalen. De watervraag voor peilbeheer zal daarom toenemen. In West-Nederland zal de watervraag voor peilbeheer naar verwachting tot 2050 toenemen met 15-30%, uitgaande van het scenario W+ (droogtejaar 1989; bron: regio WestNL). De gewenste kwaliteit van het zoete water verschilt van plaats tot plaats, afhankelijk van de gebruiksfunctie.

De tabellen 5.2 en 5.3 tonen de verandering van de zoetwatervraag (inlaat) van de twee zoetwaterregio's Zuidwestelijke Delta en West-Nederland. In de Zuidwestelijke Delta neemt de vraag in het scenario Stoom tot 2050 naar verwachting nauwelijks toe. In West-Nederland hangt de vraag sterk af van de aannamen. In de extreme variant (W+) kan de vraag meer dan twee keer zo groot worden. Voor het jaar 2100 zijn geen berekeningen beschikbaar, maar zeker is dat de vraag naar zoet water in de tweede helft van deze eeuw nog significant zal toenemen.

Figuur 5.2:  
Locatie van de 'gebruiks-  
functies' zoetwater



#### Gebruikersfuncties [richtwaarde zoutgehalte]

	glastuinbouw [200mg Cl/l] /substraatteelt [50 mg Cl/l]
	procesindustrie [150 mg Cl/l]
	onomeerbare natuurschade [200 mg Cl/l] (incompleteet - alleen West NL)
	natuur (onbekend schadegevoelig)
	veengronden
	grasland/grond gebonden veeveelt [1000 mg Cl/l]
	tuinbouw [200 - 900 mg Cl/l]
	akkerbouw [200 - 900 mg Cl/l]
	stedelijk gebied

#### Innamepunten zoetwater

	inname landbouw
	inname landbouw boven lokaal
	drinkwater - onttrekkingspunt duinwater [150 mg Cl/l]
	drinkwater - innamepunt oppervlaktewater [150 mg Cl/l]
	drinkwater - noodinnamepunt oppervlaktewater [150 mg Cl/l]
	drinkwater - onttrekkingspunt grondwater [150 mg Cl/l]
	spaarbekken

#### Herkomst / onttrekking zoetwater

	Brielse meer
	Hollandse IJssel
	Lek / Nederrijn
	Hollandsch Diep
	Volkerak-Zoommeer
	Maas
	Rivierengebied
	Beneden rivierengebied
	Haringvliet

### 5.2.2 Watervraag per gebruiksfunctie

De toekomstige opgave voor de zoetwatervoorziening hangt ook af van de eisen van de gebruiksfuncties in het gebied aan de kwantiteit en de kwaliteit van het water (met name het zoutgehalte). De functies in de regio Rijnmond-Drechtsteden (figuur 5.2) hebben zich in het verleden ingesteld op een hoogwaardige en betrouwbare zoetwatervoorziening, al dan niet zelfvoorzienend. Zonder aanvullende maatregelen zullen vrijwel alle functies in het gebied op termijn meer knelpunten ervaren, onder invloed van klimaatverandering, door te weinig water (verdroging), te zout water (verzilting) of beide.

#### Land- en tuinbouw

In de greenports Westland-Oostland en Boskoop (categorie 3 uit de Verdringsreeks) vindt teelt van hoogrenderende gewassen plaats, zoals bomen,

fruit, vollegrondsgroenten en vollegrondsglastuinbouw. Deze gewassen zijn voor beregening en irrigatie sterk afhankelijk van de inlaatpunten bij Gouda en Bernisse. Ook noordelijker gelegen land- en tuinbouwgebieden, waaronder de greenport Duin- en Bollenstreek, ontvangen water via het inlaatpunt Gouda.

In het scenario W+ zullen land- en tuinbouwgewassen meer schade ondervinden door droogte en regionaal ook door verzilting. In de huidige situatie ondervindt de regio West-Nederland gemiddeld eens in de 10 jaar een schade van circa € 25 miljoen door droogte. (bron: KPA 2.0 West NL). Dit schadegetal zal door klimaatverandering verder toenemen (exacte toename niet berekend).

De afnemende betrouwbaarheid van het inlaatpunt Gouda (zie tabel 5.1) vormt het meest urgente probleem (o.a. voor greenport Boskoop): in een W+

scenario is het inlaatpunt rond 2050 niet meer betrouwbaar in te zetten. Als ook het inlaatpunt Bernisse te vaak geen water kan inlaten, ontstaan problemen voor de grondgebonden teelten in de greenport Westland-Oostland. Die situatie zal in een W+ scenario naar verwachting in de periode 2050/2100 ontstaan.

### Havenindustrie

De industrie in het havengebied zal in scenario W+ vaker met een tekort aan zoetwater en beperkte mogelijkheden voor waterkoeling worden geconfronteerd, door de toenemende verziltingsproblemen bij het inlaatpunt Bernisse. Deze problemen zullen met name in het winterhalfjaar optreden. In de huidige situatie zijn er nauwelijks problemen. In het scenario W+ zullen in een gemiddeld of droog jaar op een beperkt aantal locaties problemen ontstaan, in een extreem droog jaar op een groter aantal locaties.

### Drinkwater

Enkele inlaatpunten voor drinkwaterbereiding kunnen op termijn problemen ondervinden met verzilting. Deze inlaatpunten hebben nu al soms last van te hoge zoutgehalten: langs de Noord en de Lek en de noo dinnamepunten Beerenplaat en Kralingen. Nu betreft het vaak geringe overschrijdingen van de 'norm' (150 mg/l Cl<sup>-</sup>), in droge tot extreem droge jaren. Voor oeverdrinkwaterwinning is het langjarig gemiddelde van het chloridegehalte relevanter dan de duur van overschrijdingen van een normconcentratie. Met name de locaties bij de mond van de Lek en de locaties langs de Noord kunnen onder druk komen te staan in scenario W+, maar ook dan alleen in droge en extreem droge jaren. Bovenstrooms van Lekkerkerk komen de jaargemiddelde concentraties nooit boven de normconcentratie van 150 mg/l (Deltares 2012). Ook hogere temperaturen van het inlaatwater kunnen een knelpunt vormen voor de bereiding van drinkwater, als de norm van 25 °C wordt overschreden. In alle klimaatscenario's wordt de norm van 25 °C in een extreem droog jaar fors overschreden (bron: landelijke synthese).

### Waterkeringen en veengronden

Vrijwel alle dijkeringen in Rijnmond-Drechtsteden bestaan voor een groot deel uit (boezem)wateren en polders. Vanwege het belang voor veiligheid vallen de waterkeringen onder categorie 1 van de Verdringingsreeks. De keringen langs de polders en watergangen verzwakken als ze uitdrogen. Daarom moet het waterpeil voldoende hoog staan.

Met name in het noordelijk deel van Rijnmond-Drechtsteden zijn veel dijken opgebouwd uit veengrond (omgeving Rotterdam, Krimpenerwaard en Alblasserwaard). Veen is extra kwetsbaar voor uitdroging en een te hoog sulfaatgehalte (van inlaatwater), omdat het veen hierdoor sneller afbreekt met bodemdaling als gevolg. Ook de hogere temperaturen door klimaatverandering versnellen veenafbraak. Binnen dijkkring 14 is de sterkte van de waterkeringen afhankelijk van (de betrouwbaarheid van) het inlaatpunt Gouda (scenario W+). Bepalende factor is hierbij echter vooral de streefwaarde (250 mg/l), terwijl de streefwaarde in principe niet de beperkende factor voor waterkeringen hoeft te zijn: deze kunnen een hogere concentratie zout verdragen.

### Stedelijk gebied

In het stedelijk gebied kan daling van de grondwaterstand ongelijke zetting en bodemdaling veroorzaken. Ook is er kans op aantasting van houten heipalen (paalrot) in oude stadskernen en schade aan funderingen. Dit probleem zal zich vooral voordoen in de oude stedelijke gebieden in onder meer Rotterdam, Schiedam, Dordrecht, Delft, Leiden en Gouda. Schade aan funderingen doet zich nu al voor, maar kan door klimaatveranderingen verergerd worden. Zomers kan in 2050 een daling van het grondwaterpeil van meer dan 10 cm optreden (scenario W+). Uit de landelijke knelpuntenanalyse blijkt dat de funderingsschade landelijk kan toenemen tot een absolute bovengrens van veertig miljard (vooral in Laag-Nederland).

Daarnaast zullen in het stedelijk gebied vaker problemen optreden door slechte waterkwaliteit, onder meer voor de leefbaarheid en de waterrecreatie. Ook stedelijk groen kan niet lang zonder water.

### Natuur

In de landelijke knelpuntenanalyse is vastgesteld dat de floristische natuurwaarde in het scenario Rust nauwelijks verandert. In scenario Warm is er een achteruitgang van de natuurwaarde door grondwaterstanddaling en slechtere waterkwaliteit door (meer) aanvoer van gebiedsvreemd water om de extra verdamping te compenseren. Dat leidt tot afbraak van veen en meer interne eutrofiëring in West-Nederland. Deze achteruitgang heeft vooral betrekking op kruidvegetaties van natte, relatief voedselarme standplaatsen. Bij aquatische ecosystemen treden effecten met name op in sloten en plassen van laagveengebieden. Naturaz000 en met name de laagveenplassen zoals

het natuurgebied Nieuwkoopse Plassen zullen problemen ondervinden van de afnemende betrouwbaarheid van het inlaatpunt Gouda. In deze plassen kan namelijk onomkeerbare natuurschade optreden (categorie 1 verdringingsreeks) als gevolg van watertekort. Voor deze, maar eigenlijk alle natuur(waarden) in de regio geldt dat naast verdroging er nog een ander nadelig mechanisme een rol speelt: inlaat van gebiedsvreemd water kan leiden tot externe eutrofiering (voedselverrijking).

### Energie

De elektriciteitscentrales in de regio hebben in de huidige situatie in een gemiddeld of droog jaar nauwelijks problemen met de beschikbaarheid van zoet water voor koeling. In een extreem droog jaar treden wel problemen op. In het deltasce­nario Druk (klimaat­scenario G/GE) nemen de problemen toe door een grotere vraag naar koelwater voor energieopwekking, terwijl de rivierafvoeren gelijk blijven. In het deltasce­nario Stoom (klimaat­scenario W+/GE) ontstaan in 2050 al grote problemen met de koeling in een droog en zelfs gemiddeld jaar, bijvoorbeeld langs de Amer en het Amsterdam-Rijnkanaal. De elektriciteitsvoorziening kan daarmee in het gedrang komen. Inzet van koelto­rens kan daarom noodzakelijk zijn.

### Recreatie

De hogere watertemperaturen die samenhangen met de klimaatverandering kunnen leiden tot een toename van (blauw)algenbloei. Ook de toenemen­de droogte kan hieraan bijdragen, omdat minder water beschikbaar is voor verdunning en doorspoel­ing. De waterrecreatie kan hier in toenemende mate hinder van ondervinden.

### Scheepvaart

De scheepvaart heeft nu al te maken met beperkin­gen aan de vaardiepte in een extreem droog jaar. De scheepvaart kan daar op inspelen door met minder vracht te varen. Omdat de lage afvoeren van de Rijn en Maas in het scenario W+ fors dalen, nemen de vaardieptebeperkingen op de Waal en IJssel in dit scenario toe. Op de Maas en de Nederrijn/Lek is de waterstand met stuwen op voldoende hoogte te houden, zodat daar geen problemen optreden. In 2050 zijn de vaardieptebeperkingen in W+ in een gemiddeld jaar ongeveer net zo groot als nu in een droog jaar, terwijl het aantal dagen met een vaardieptebeperking in een droog jaar zal verdub­belen. Ten opzichte van een gemiddeld jaar is de extra schade voor de scheepvaartsector in een droog of extreem droog jaar dan minder dan 3%,

zelfs in het W+ scenario. In scenario G verandert de situatie voor de scheepvaart niet, omdat de afvoeren gelijk blijven. Van vaarstops is überhaupt in geen van de klimaat­scenario's sprake. Een mogelijk groter effect dan klimaatverandering zijn de effecten van de bodemdaling/uitschuring van de rivierbodem. Kunstwerken en vaste grondlagen kunnen hierdoor als drempels gaan werken en daarmee de bevaarbaarheid beïnvloeden.

### 5.2.3. Regionale scenario's

De regionale scenario's voorzien verschillende veranderingen voor de zoetwatervoorziening en functies op lange termijn. Vooral in het deltasce­nario Stoom worden alle huidige knelpunten versterkt door:

- droge zomers (groter vochttekort bodems, meer interne verzilting, toename piekvraag);
- groei van economie en bevolking;
- lagere rivierafvoeren (hogere achtergrondconcentratie van chloride, langere overschrijding van de norm voor chloride bij de inlaatpunten);
- zeespiegelstijging (meer interne verzilting in kustzones, meer externe verzilting);
- verlaging grondwaterstanden (schade aan onder meer funderingen).

In de andere scenario's blijft min of meer een (afgedwongen) evenwicht tussen vraag en aanbod bestaan. In het scenario Rust is de vraag naar zoetwater het kleinst en het aanbod relatief gunstig. (Nb. vanuit landelijke analyses verwacht men wel een toename van knelpunten in Druk en Warm vanwege toename van de vraag).







# 6 Conclusies

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt dat zowel op korte als op lange termijn verschillende opgaven ontstaan voor de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening in de regio Rijnmond-Drechtsteden. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van deze opgaven en onderbouwt het belang van een tijdige Deltabeslissing.

## 6.1 Opgaven voor waterveiligheid

Hoofdstuk 4 gaat in op verschillende opgaven voor waterveiligheid in de regio Rijnmond-Drechtsteden (zie figuur 6.1). Op basis hiervan zijn binnen de regio drie verschillende gebieden te onderscheiden: gebieden met een meervoudige opgave voor waterveiligheid, gebieden met (met name) grote gevolgen van een overstroming en gebieden waar de opgave voor waterveiligheid beperkt is.

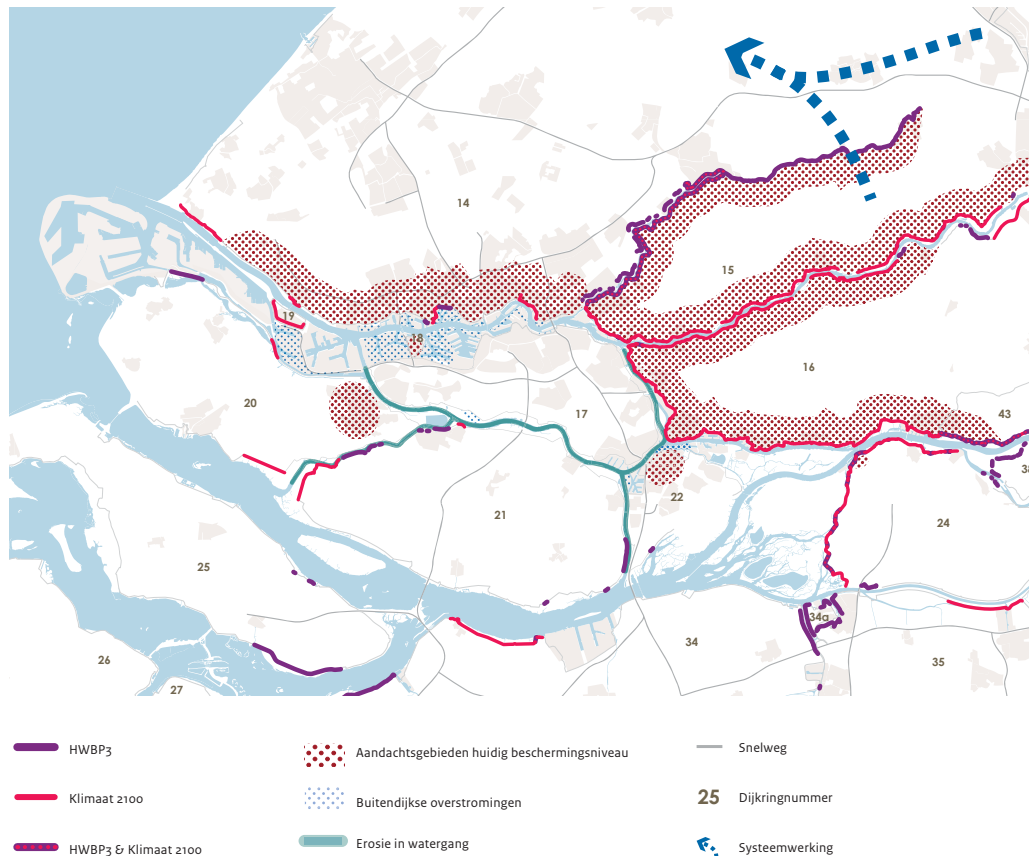
De beschrijving hieronder is gebaseerd op de werkelijke dijkhoogte en de deltasenarior's Warm en Stoom (klimaatscenario W+, sterkste klimaatverandering). In de deltasenarior's Druk en Rust zullen de opgaven later optreden (klimaatscenario G, minimale klimaatverandering).

### Gebieden met een meervoudige opgave voor waterveiligheid

De dijkringen Zuid-Holland Nieuwe Waterweg Oost, (14-3), Lopiker- en Krimpenerwaard (15) en Alblasserwaard en Vijfheerenlanden (16) hebben de grootste opgave voor waterveiligheid binnen Rijnmond-Drechtsteden. De opgave bestaat hier uit de kortetermijnopgave naar aanleiding van de derde toetsing, de opgave op basis van klimaatverandering en het vraagstuk van een mogelijk hoger beschermingsniveau. Daarnaast loopt Centraal Holland (dijkring 14) extra risico op overstroming door 'systeemwerking': in dat geval overstromen eerst de dijkringen 15 en 44, waarna het water vanuit deze dijkringen verder stroomt naar dijkkring 14.

Dijkring 15 en 16 zijn laag gelegen gebieden waar het water in korte tijd diep kan komen te staan. De dijkringen hebben een relatief grote kans op een overstroming, uitgaande van huidige veiligheidsnorm (1/2.000 per jaar). Langs de Noord, Beneden Merwede, Lek en Hollandse IJssel liggen plaatsen met veel inwoners en hoge economische waarden. Het gebied is bovendien lastig te evacueren. De A15 is de enige snelweg in het gebied. In 2050 zijn de dijken langs de Noord en de Beneden Merwede (onderdeel van dijkkring 16) niet hoog genoeg. Dit hoogtetekort neemt toe in 2100 en breidt zich uit

Figuur 6.1:  
Knelpuntenkaart  
waterveiligheid.  
Samenvatting van zowel  
korte- als langetermijn-  
opgaven. De klimaat-  
opgave geldt voor het  
klimaatscenario W+ in  
2100



voor de dijken langs beide zijden van de Lek en langs de Nieuwe Maas (onderdeel van dijkkring 15). Zetting van de dijken, die groot is voor deze dijkkringen, draagt hier voor een belangrijk deel aan bij. Veel dijken zijn hier lastig te versterken vanwege lintbebouwing met deels cultuurhistorische waarde en weinig ruimte buitendijks.

Dijkkring 14 heeft een kleine overstromingskans (veiligheidsnorm 1/10.000 per jaar). De gevolgen van een overstroming kunnen echter groot zijn, met name in een aantal dichtbevolkte en laaggelegen gebieden met grote economische waarden groot zijn (bijvoorbeeld 's-Gravenland of de Prins Alexanderpolder in Rotterdam). De dijken langs de Nieuwe Maas voldoen grotendeels aan de veiligheidsnorm. Naar aanleiding van de derde toetsing is er een opgave voor dijkversterking ter hoogte van de Merwe-Vierhavens, waar in het kader van Stadshavens ook gebiedsontwikkeling gepland is. In 2050 zijn de dijken op één traject na hoog genoeg. Dit traject ligt langs de Maasboulevard in Rotterdam. Vanaf 2100 ontstaat op meer trajecten

langs de Nieuwe Maas (Merwe-Vierhavens en Maasboulevard) een hoogtetekort. Langs het overgrote deel van de Hollandse IJssel voldoen de dijken op dit moment niet aan de veiligheidsnorm. Dit resultaat is te wijten aan het voor het eerst meenemen van de Hollandse IJssel inclusief gelijknamige kering in de derde toetsing.

### Aandachtsgebieden m.b.t. de gevolgen van overstromingen

In een aantal gebieden vragen met name de grote potentiële gevolgen van een overstroming aandacht. Relatief hoge schade- en slachtoffer-risico's zijn aanwezig in Voorne-Putten Oost (dijkkring 20-3; met name Spijkenisse), delen van IJsselmonde (17), Pernis (18) en het Eiland van Dordrecht (22; Voorstraat). Pernis is een kleine dijkkring waar in geval van een dijkdoorbraak snel grote waterdieptes ontstaan waardoor er veel slachtoffers kunnen vallen. De overstromingskans is echter klein. Tot aan 2100 heeft het merendeel van de dijken in deze gebieden nog voldoende hoogte voor de huidige norm. Uitzonderingen zijn de

dijken langs het Spui en de Dordtse Kil: deze zijn voor een deel afgekeurd in de derde toetsing. Hier speelt met name een morfologische probleem: structurele erosie wat de sterkte van de dijken kan ondermijnen. Voor een aantal trajecten is nog nader onderzoek nodig. De trajecten waar een opgave zit, zijn onbebouwd. Voor Voorne-Putten ontstaat vanaf 2050 op een klein traject een hoogtetekort.

### Gebieden met een beperkte opgave voor waterveiligheid

De dijken rond de Hoekse Waard (dijkring 21) hebben op een aantal trajecten onvoldoende sterkte vanuit de derde toetsing. De schade- en slachtoffer-risico's zijn klein en de dijken zijn op de meeste plaatsen ook op lange termijn hoog genoeg. Een groot traject van dijkring Rozenburg (19) vraagt nader onderzoek naar de huidige sterkte. In 2100 zal hoogtetekort ontstaan langs de zuidzijde van de dijkring. Het schade- en slachtoffer-risico is klein. Voor de dijkring Voorne-Putten West (20-1) heeft één traject onvoldoende sterkte vanuit de derde toetsing. Voor Voorne-Putten West (20-1) en Voorne-Putten Midden (20-2) is nader onderzoek nodig voor een aantal trajecten. De schade- en slachtoffer-risico's zijn klein en de dijken zijn op de meeste plaatsen ook op lange termijn hoog genoeg. De derde toetsing leidt tot een zeer beperkte opgave voor dijkversterking langs Goeree Overflakkee (dijkring 25-2, noordzijde) en voor een aantal trajecten nader onderzoek. De dijken zijn ook in 2100 hoog genoeg.

### Buitendijks gebied

In de buitendijks gebieden neemt de kans op overstroming toe als gevolg van klimaatverandering. Bij hoogwater overstromen allereerst de natuurgebieden langs het Haringvliet en Hollands Diep en de landbouwgebieden langs het Haringvliet, de Merwedens, Oude Maas en Lek. Deze gebieden zijn redelijk opgewassen tegen de overstroming en de schades zijn daardoor laag. Grote schades kunnen ontstaan in de relatief laag gelegen, oude stadsdelen (o.a. binnenstad van Dordrecht, Noordereiland, Kop van Feijenoord en Heijplaat in Rotterdam). Dit geldt zowel in het G+ als W scenario. Doordat daarnaast het ruimtegebruik van buitendijks gebieden intensificeert door herstructurering en uitbreiding van havenactiviteiten, nemen de gevolgen van een overstroming verder toe. Het potentieel aantal getroffen is in de oud- en dichtstedelijke gebieden groot. De kans op slachtoffers is echter beperkt door ondermeer de geringe waterdieptes en voorspelbaarheid van

optreden van het hoge water. Industriegebieden zoals het Rotterdams havengebied liggen relatief hoog waardoor de kans op overstroming gering is. De gevolgen van een overstroming kunnen hier echter wel weer substantieel zijn, mede vanwege de doorvoerfunctie van de haven (effecten blijven niet beperkt tot het overstroomde gebied). Uitval van vitale infrastructuur (electriciteit, gas, ICT) is in alle gebieden een aandachtspunt, aangezien de kabels/leidingen/kasten niet opgewassen zijn tegen hogere waterstanden.

### Ruimtelijke ontwikkeling

*Periode tot 2040*

Naar het zich laat aanzien hoeft het merendeel van de huidige ruimtelijke ordeningsplannen, beoogd voor de periode tot 2030-2040, geen belemmering te ondervinden van het waterveiligheidsvraagstuk. Eén van de redenen daarvoor is dat uitvoering van deze plannen op het schaalniveau van de dijkring slechts zal leiden tot een relatief kleine toevoeging van woningen, kantoren, bedrijfsterreinen aan de bestaande 'voorraad'. Wel zal bij de uitvoering van deze plannen rekening moeten worden gehouden met de gevolgen van eventuele overstromingen of wateroverlast. Dat geldt met name bij bebouwing van diepe polders en bij de stedelijke herstructurering van buitendijks gebieden.

#### Zuidplaspolder

Dit is onder meer aan de orde bij de inrichting van de Zuidplaspolder (tussen Rotterdam en Gouda en gelegen op ruim 6 meter beneden NAP). Tot 2020 zijn hier circa 7.000 woningen gepland, 100 ha bedrijfsterrein, 200 ha glastuinbouw en bijbehorende wegen en groen. Onderzocht wordt of een woningbouwprogramma van in totaal 11.000 - 15.000 woningen tot 2030 tot de mogelijkheden behoort. De inrichting van de eerste tranche is zodanig dat de woningen niet zullen worden getroffen door een eventuele overstroming. Bij de ruimtelijke uitwerking van de uitbreiding van het programma zal dit ook gebeuren of zullen de gevolgen van een eventuele overstroming worden beperkt.

#### Stadshavens

Een ander voorbeeld is de ontwikkeling van Stadshavens Rotterdam. Het gaat hierbij om 1600 ha buitendijks gelegen havengebied, dat voor herontwikkeling in aanmerking komt. Hier wordt een mix van wonen en bedrijvig-

heid gerealiseerd tot 2030. In de Structuurvisie Stadshavens wordt geconstateerd dat de gangbare aanpak (het ophogen van het maaiveld tot het uitgiftepeil) zeer kostbaar kan uitpakken en de variatie in functies en daaruit voortvloeiende variatie in gewenste beschermingsniveaus miskent. De structuurvisie bevat daarom op twee punten een andere aanpak: 1) differentiatie in beschermingsniveaus, 2) differentiatie in de wijze waarop beschermingsniveau' (o.m. adaptief bouwen) worden bereikt. Bij de uitwerking van de structuurvisie in bestemmingsplannen voor de verschillende deellocaties van Stadshavens zal dit verder worden uitgewerkt. Deze aanpak lijkt tevens mogelijkheden te bieden om te komen tot een duurzaam en kwalitatief hoogwaardig stedelijk woon- en leefklimaat.

#### *Periode na 2040*

Aangezien de sociaal-economische scenario's voor het gebied sterk uiteen gaan lopen vanaf 2040, zijn ook de gevolgen voor de waterveiligheid sterk verschillend. In gebieden die (bv in het Rust scenario) qua inwoneraantal krimpen, zullen de gevolgen (kans op slachtoffers) kleiner worden. In gebieden die juist groeien (zoals in het Stoom scenario) kunnen de gevolgen extreem groter worden, zeker wanneer de bevolking in bepaalde dijkringen verdubbelt. Bij het formuleren van oplossingsstrategieën zal rekening moeten worden gehouden met deze ruime bandbreedtes in de sociaal-economische ontwikkeling op de termijn vanaf 2040-2050.

#### **Aandachtspunten**

In de studies naar de waterveiligheid heeft een aantal onderwerpen een onvoldoende gedetailleerde invulling gekregen. Hierbij gaat het ondermeer om schadeberekeningen, het effect van morfologische veranderingen in de rivieren, evacuatiemogelijkheden, systeemwerking, bodemdaling, overhoogte, hersteltijden, vitale infrastructuur, milieueffecten. Nader inzicht in deze aspecten kan tot grotere opgaven leiden; alleen overhoogte en hogere evacuatiefracties kunnen in een lagere opgave resulteren. Meer kennis over deze onderwerpen is zeer noodzakelijk.

Kennis over waterkeringen zal in de toekomst blijven groeien. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld nieuwe aspecten worden onderkend of beter worden begrepen. Criteria voor het goedkeuren of

afkeuren van waterkeringen kunnen veranderen. In de afgelopen decennia heeft kennisontwikkeling over de faalmechanismen al geleid tot een grotere opgave voor waterkeringen. Maar anderzijds kan kennisontwikkeling ook inzichten en oplossingen binnen bereik brengen die nu nog ondenkbaar zijn.

## 6.2 Opgaven voor zoet water

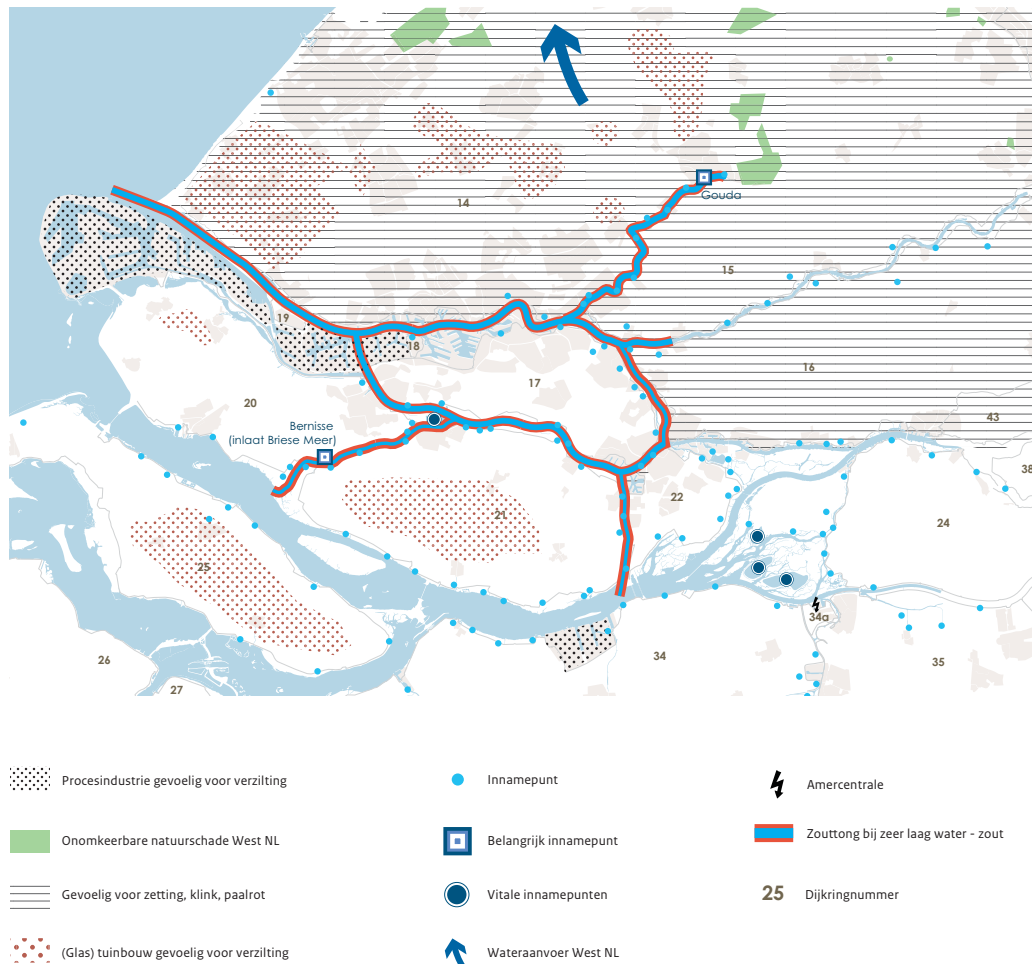
Hoofdstuk 5 geeft een beschrijving van de opgaven voor de zoetwatervoorziening in de regio Rijnmond-Drechtsteden. De knelpunten zijn weergegeven in figuur 6.2. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende (delta)scenario's.

In de huidige situatie is al regelmatig sprake van een tekort aan zoet water op bepaalde locaties of water van onvoldoende kwaliteit. In de toekomst zullen de bestaande knelpunten en gelijk blijven (scenario G) of toenemen (scenario W+). Zet aanbod van en de vraag naar zoetwater verschillen per scenario, afhankelijk van klimaatverandering en sociaal-economische veranderingen.

Het aanbod van zoetwater verschilt in de scenario's Druk en Rust (klimaatscenario G) nauwelijks van de huidige situatie. In de scenario's Warm en Stoom (klimaatscenario W+) neemt het aanbod sterk af, onder meer omdat de inlaat bij Gouda vaker niet beschikbaar is door een toename van de externe verzilting (wordt onbetrouwbaar). Dergelijke problemen ontstaan bij de inlaat Bernisse als in de periode 2050-2100, in scenario W+.

De regio Rijnmond-Drechtsteden ligt in twee zoetwaterregio's. De vraag naar zoet water ontwikkelt zich in deze twee regio's op heel verschillende manieren. In de Zuidwestelijke Delta is tot 2050 zelfs in het scenario Stoom nauwelijks een toename van de vraag te verwachten. In de regio West-Nederland zal de vraag tot 2050 mogelijk meer dan verdubbelen (scenario Stoom).

De vraag wordt om verschillende redenen groter. Zo vragen economische functies meer water voor de bedrijfsvoering. De grote watervragers zijn en blijven echter peilhandhaving en doorspoeling om zetting, klink en verzilting van watergangen te voorkomen. Vooral in het noordelijk deel van Rijnmond-Drechtsteden komt daar de instandhouding van veendijken bij. De opgave voor zoet water overlapt daarmee met de opgave voor de watervei-



Figuur 6.2: Knelpuntenkaart zoetwatervoorziening, samenvatting van potentiële knelpunten op korte en lange termijn

ligheid (van secundaire waterkeringen). Onder invloed van de klimaatverandering zullen in een W+ scenario vrijwel alle functies in het gebied rond 2050 knelpunten gaan ervaren, door tekort aan water (verdroging) of door te zout water (verzilting):

- Land- en tuinbouw: overal treedt grotere droogteschade op, lokaal ook zoutschade. Grootste schadeposten bij hoogwaardige grondgebonden tuinbouw (Boskoop, bollenteelt).
- Havenindustrie: leveringsproblemen vanuit Brielse meer kunnen ontstaan na 2050 in W+ scenario.
- Drinkwater en energie: enkele inlaatpunten voor drinkwater worden op termijn serieus bedreigd door verzilting (onder meer bij de mond van de Lek en de Noord), maar ook door te hoge temperaturen van het inlaatwater. Hoge temperaturen geven ook problemen voor de koeling van energiecentrales.
- Waterkeringen en veengronden: sterkte van de keringen wordt door verdroging bedreigd, zeker in

gebieden met veen(dijken). De huidige streefwaarden voor het zoutgehalte van het inlaatwater zijn voor waterkeringen eigenlijk niet van toepassing omdat waterkeringen hogere zoutgehalten kunnen verdragen. Inlaat van sulfaatrijk water om verdroging tegen te gaan, kan de oxidatie van veen versnellen en daarmee juist wel weer een bedreiging voor de waterkeringen vormen.

- Stedelijk gebied en recreatie: daling van de grondwaterstand vormt grote problemen voor funderingen en houten heipalen. Dit kan een grote schadepost worden. Daarnaast zullen vaker knelpunten optreden met leefbaarheid en recreatie door een slechte waterkwaliteit (onder meer door blauwalgenbloei).
- Natuur: vooral in het scenario W+ ontstaan problemen. In laagveenplassen en andere kwetsbare natuurgebieden kan onomkeerbare schade optreden. Overal kan op de lange termijn een verschuiving in soorten optreden, bij toename van verzilting. Ook eutrofiëring (voedselverrijking) kan problemen geven.

- Scheepvaart: vaardieptebeperkingen zullen vaker gaan voorkomen op ongestuwde rivieren als de Waal. Van vaarstops zal geen sprake zijn, omdat – indien nodig – met minder lading of kleinere schepen kan worden gevaren. Bodemdaling/uitschuring van het rivierbed kan grotere effecten op de bevaarbaarheid hebben dan de klimaatverandering.

### 6.3 Urgentie van een Deltabeslissing

Het tempo van de klimaatverandering is onzeker. Dat vraagt om flexibiliteit en uitstel van onomkeerbare (investerings)beslissingen. Aan de andere kant is het noodzakelijk om op korte termijn een koers uit te zetten in de vorm van een Deltabeslissing.

#### Opgaven voor de korte termijn verbinden aan opgave voor de lange termijn

Op korte termijn zijn maatregelen noodzakelijk om de waterveiligheidsopgave uit de derde toetsing aan te pakken. Dat vereist grote investeringen. Het is zaak deze investeringen zo goed mogelijk af te stemmen op de strategie voor de lange termijn, om misinvesteringen te voorkomen. Een eerste globale raming geeft aan dat de misinvesteringen voor dijkversterking in de regio tot 2100 kunnen oplopen tot € 600 miljoen, afhankelijk van het klimaatscenario (Rebel Group, 2011). Om zo snel mogelijk in te kunnen spelen op de langetermijnstrategie en geen maatregelen uit te voeren die achteraf onnodig blijken, is een Deltabeslissing urgent.

Werkzaamheden aan de stad, de haven en het landschap zijn vaak mee te koppelen met werkzaamheden voor veiligheid en zoetwatervoorziening. Die combinatie kan kosten en ruimte be-



sparen. Daarvoor kan het nodig zijn investeringen in veiligheid (sterk) naar voren te halen in de tijd. De toekomstige opgave voor waterveiligheid in het Vierhavengebied is bijvoorbeeld goed te koppelen aan de stedelijke herstructurering in het kader van Stadshavens. Een Deltabeslissing over de lange-termijnstrategie, ontwikkelpaden in de tijd, financiering en governance is hiervoor urgent.

### **Investeerders en overheden willen weten waar ze aan toe zijn**

Voor de voortgang van ruimtelijke ontwikkelingen in de regio is snel duidelijkheid nodig over de strategie voor de lange termijn. Voor buitendijkse ontwikkelingen is inzicht in (de bandbreedte van) waterpeilen noodzakelijk. Onzekerheid daarover kan de ontwikkeling van buitendijks gebied hinderen, omdat die in belangrijke mate afhankelijk is van particuliere investeringen. Een duidelijke koers en vertrouwen tussen burger, ondernemer en overheid zijn voor deze ontwikkeling onmisbaar.

### **Grote werken hebben een lange voorbereidings- en uitvoeringstijd**

De noodzakelijke maatregelen voor waterveiligheid en zoetwatervoorziening zijn grote werken. Voor de voorbereiding en de uitvoering is doorgaans geruime tijd nodig, waarbij een periode van twintig of dertig jaar geen uitzondering is. Gezien de aard van de opgaven is een besluit op korte termijn urgent. Daarbij kan de aanpak van opgaven in andere regio's afhankelijk zijn van keuzes in Rijnmond-Drechtsteden.

gebied (paragraaf 4.1.3) zoals evacuatiemogelijkheden, schadeberekeningen, overhoogte e.d.

De vraag is of deze aandachtspunten significante effecten hebben op de huidige uitkomsten van de analyses;

- De verdere interpretatie van de resultaten van de uitgevoerde Maatschappelijke kostenbaten analyse (MKBA) van de economisch optimale beschermingsniveaus voor de waterkeringen (zie bijlage 1; dit grijpt aan op het vraagstuk rond het wel/niet verhogen van de veiligheidsnorm in sommige gebieden);
- De (bandbreedte in de) sociaal-economische ontwikkelingen op lange termijn en de effecten daarvan op de wateropgaven. Deze probleem-analyse bevat een eerste verkenning. De effecten zullen vooral worden meegenomen in de uitwerking van de strategieën;
- De interactie tussen RO en water. Hiervoor wordt ook gewerkt aan een Kansanalyse die meer licht werpt op hoe RO en water verbonden kunnen worden;
- Schadegetallen in het buitendijks gebied. Resultaten van recent onderzoek moeten geverifieerd worden;
- Duidelijker onderscheid tussen de problemen m.b.t. zoet water in de huidige situatie en de effecten die de deltasenario's daar aanvullend op sorteren. Daarbij is het tevens zaak meer inzicht te verkrijgen in de gewenste of vereiste kwaliteit en kwantiteit van het zoete water voor de gebruiksfuncties, en de schades die op kunnen treden als kwaliteit/kwantiteit niet voldoet.

## **6.4 Vervolgproces**

Ten opzichte van de eerste probleemanalyse (2012) is deze tweede versie op veel punten aangescherpt en zijn de problemen veel meer toegeschreven naar de locaties, de functies en de momenten waarop problemen worden verwacht. Deze exercitie heeft daarmee meer kennis gebracht, maar ook weer vragen opgeworpen. Een deel van deze vragen zal in de volgende fase worden opgepakt, in een aanscherping van de probleemanalyse of bij de uitwerking van de strategieën die het hoofd kunnen bieden aan de problemen.

Enkele voorbeelden van (mogelijk) nader uit te werken of te beschouwen onderwerpen zijn:

- De aandachtspunten die zijn geplaatst bij de analyses van de opgaven voor het binnendijkse

# Literatuur

- Arcadis (2011). Ruimtelijke Ontwikkelingen in relatie tot waterveiligheid en zoetwater in de regio Rijnmond-Drechtsteden
- Bruggeman, W., Haasnoot, M., Hommes, S., Linde, A. te, Brugge, R. van der, Rijken, B., Dammers, E., Born, G.J. van den (2011). Deltascenario's: Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 –2012. Deltares/PBL, april 2011
- Deltares (2011a). Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21-ste eeuw
- Deltares (2011b). Analyse van slachtofferrisico's Waterveiligheid 21-ste eeuw
- Deltares (2012c). Effecten van mogelijke strategieën voor adaptatie aan klimaatverandering. Gebied Rijnmond-Drechtsteden
- Deltares (2012). Zoetwatervoorziening in Nederland, aangescherpte landelijke knelpuntenanalyse
- De Ruijter Strategie (2011). Regionale deltasenario's Rijnmond-Drechtsteden
- Huizinga J., (2011). Buitendijkse overstromingsrisico's in de regio Rijnmond-Drechtsteden bij klimaatverandering en hoekpunten van oplossingen. HKV, April 2011
- Kort, R. de (2012). Kwetsbaarheid in het buitendijkse gebied. Analyse van de gevolgen van overstroming op vitale infrastructuur en stedelijke functies in Rotterdam
- Lansen, A.J. en Jonkman, S.N. (2010). Flood risk in unembanked areas. Part D: vulnerability of port infrastructure. Kennis voor Klimaat
- Platform Zoetwater Regio West-Nederland (2012). Regionale knelpuntenanalyse zoetwater 2.0 en verkennde maatregelen- en effectbepaling
- Programmteam zoetwater (2011). Bestuurlijke Rapportage Deltaprogramma Zoetwater
- Syntheserapport zoetwater - concept april 2012)
- Van der Kraan (2012), Inventarisatie situatie primaire waterkeringen Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden
- Veerbeek, W., Zevenbergen, C., Gersonius, B., (2010). Flood risk in unembanked areas Part C Vulnerability assessment based on direct flood damages, Kennis voor Klimaat
- Witteveen&Bos & Visser waterbeheer (2012). 2<sup>e</sup> Fase lange termijn probleemanalyse zoetwater voor de Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden
- Zuidwestelijke Delta & Rijnmond-Drechtsteden (2012). 2<sup>e</sup> Fase Lange Termijn Probleemanalyse Zoetwatervoorziening. Regionale probleemanalyse Deltaprogramma Zoetwater



# Bijlage 1

## Inzichten waterveiligheid 21-ste eeuw

Om de waterveiligheidsnormen te actualiseren is een aantal jaren terug het beleidstrajet Waterveiligheid 21-ste eeuw in gang gezet. Inmiddels maakt de actualisering deel uit van het Deltaprogramma.

In december 2011 zijn onder meer de rapporten Maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) Waterveiligheid 21-ste eeuw en Analyse van slachtofferrisico's Waterveiligheid 21-ste eeuw gepresenteerd. In de rapporten zijn risicoberekeningen voor slachtoffers en economische schade gemaakt voor de primaire waterkeringen die dijkkringen beschermen tegen overstromingen. Hiermee zijn bouwstenen beschikbaar op weg naar een mogelijke actualisatie van de waterveiligheidsnormen. In hoofdstuk 4 van de probleemanalyse is gebruik gemaakt van deze bouwstenen.

In de Kamerbrief (Kamerstuk 31 710, nr. 22) over de stand van zaken van het waterveiligheidsbeleid van de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu is de regio Rijnmond-Drechtsteden genoemd als een van de aandachtsgebieden waar mogelijk een hoger beschermingsniveau gewenst is.

### Wat is onderzocht?

De analyse van slachtofferrisico's geeft inzicht in de overlijdenskansen voor individuen en groepen als gevolg van overstromingen. De kosten-batenanalyse (MKBA) richt zich op de kosten en baten van de bescherming tegen overstromingen.

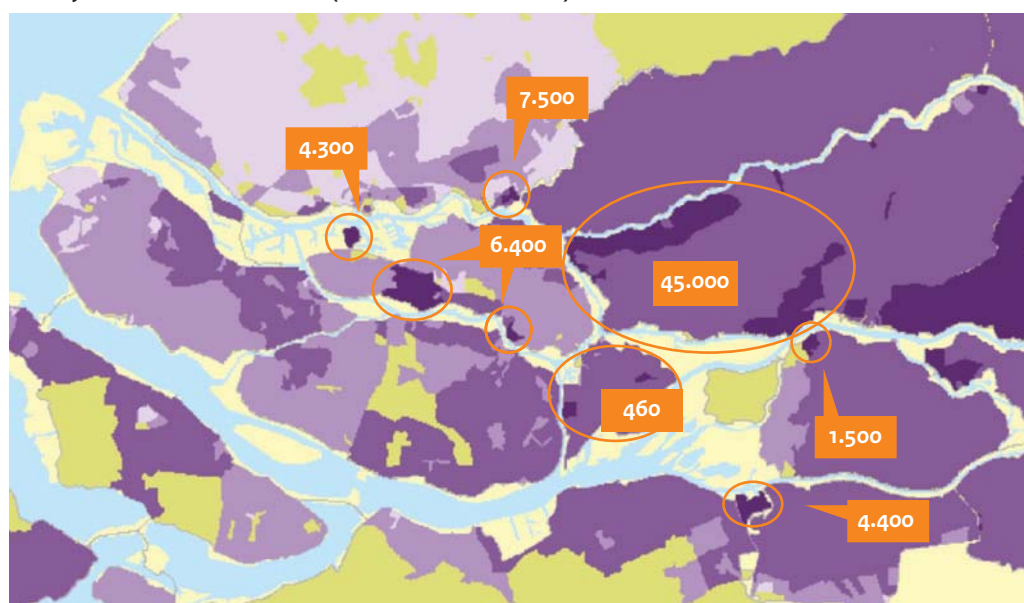
### Slachtofferrisico's

Bij slachtofferrisico's wordt gekeken naar het aantal dodelijke slachtoffers als direct gevolg van een overstroming. Slachtofferrisico's kunnen beschouwd worden vanuit het individuele perspectief (het Lokaal Individueel Risico) en het maatschappelijk perspectief (het Groepsrisico).

#### Lokaal Individueel risico

Het Lokaal Individueel Risico (LIR) is de jaarlijkse kans om te overlijden als gevolg van een overstroming op een bepaalde locatie, rekening houdend met evacuatiemogelijkheden. Een kaart met LIR-waardes kan gebruikt worden om de meer en minder risicovolle plekken te identificeren: locaties waar de kans om te overlijden door een overstroming groter is dan elders, zie figuur a.

### LIR Rijnmond-Drechtsteden (2<sup>e</sup> referentiesituatie)



Figuur a)  
Jaarlijkse kans om te overlijden als gevolg van een overstroming op een bepaalde locatie. In rood is het aantal inwoners aangegeven in een gebied met een overlijdenskans van 1/100.000 per jaar

Overlijdenskans per jaar

< 0,1 miljoenste	1 miljoenste - 1 honderduizendste	Potentieel overstrombaar gebied
0,1 - 1 miljoenste	> 1 honderduizendste	

#### Groepsrisico

Vanuit maatschappelijk perspectief is het van belang om te kijken naar de kans op een groot aantal slachtoffers in één keer. In gebieden waar veel mensen wonen of in één keer een groot gebied tegelijk kan overstromen, kunnen veel slachtoffers vallen. Een overstroming met een groot aantal slachtoffers kan leiden tot maatschappelijke ontwrichting en heeft een grotere impact dan vele kleine incidenten. Dit aspect komt tot uitdrukking in het groepsrisico.

In figuur 4.6 in de Probleemanalyse is de verwachtingswaarde voor de aantallen slachtoffers per hectare per jaar weergegeven. Deze verwachtingswaarde is verkregen door de de overlijdenskans uit figuur a te vermenigvuldigen met het aantal inwoners in een gebied en geeft een beeld van gebieden waar de kans op een groot aantal slachtoffers in één keer het grootst is.

Voor de dijkringen 15 en 16 en 14-3 leveren een grote bijdrage aan het groepsrisico. De eerste twee zijn dijkringen waarin veel slachtoffers kunnen vallen en die een relatief grote overstromingskans hebben. In dijkkringdeel 14-3 is de overstromingskans kleiner, maar het verwachte aantal slachtoffers in geval van overstroming is groot.

#### Maatschappelijke kostenbaten analyse (MKBA)

In de MKBA zijn de economisch optimale beschermingsniveaus voor de primaire waterkeringen berekend. De MKBA richt zich op de kosten en baten van bescherming tegen overstroming. De investeringen (kosten) ter versterking van de waterkeringen is afgezet tegen de baten (voorkomen van schade als gevolg van overstromingen). Het resultaat is

economisch optimale overstromingskansen per dijkkring(deel). Voor een aantal dijkringen in de regio Rijnmond-Drechtsteden komt uit de MKBA een overstromingskans naar voren die twee of meer keer zo groot is als de in de MKBA berekende economisch optimale overstromingskans. Dit is, afhankelijk van de referentiesituatie voor de huidige overstromingskans, het geval voor de dijkringen 15, 16, 17, 18, 20-3 en 22, zie tabel a. Deze gebieden zijn daarmee aandachtsgebied m.b.t. de huidige beschermingsniveaus.

De 2<sup>e</sup> referentie situatie vormt een *schatting van de verwachte* overstromingskansen na uitvoering van de lopende verbeterprojecten en –programma's (in 2015/2020) en houdt rekening met nieuwe inzichten (Deltares 2011, Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21-ste eeuw).

Dijkkring	Huidige norm	Overstromingskans (2 <sup>e</sup> referentie)	Economisch optimale overstromingskans
15 Lopiker- en Krimpenerwaard	1 / 2.000	1 / 1.000	1 / 8.900
16 Alblasserwaard en Vijfheerenlanden	1 / 2.000	1 / 1.000	1 / 5.200
17 IJsselmonde	1 / 4.000	1 / 2.000	1 / 4.200
18 Pernis	1 / 10.000	1 / 5.000	1 / 13.000
20-3 Voorne-Putten Oost	1 / 4.000	1 / 4.000	1 / 9.300
22 Eiland van Dordecht	1 / 2.000	1 / 1.000	1 / 2.500

Tabel a) Huidige norm, overstromingskans in de tweede referentie en de economisch optimale overstromingskans



## Deltaprogramma | Rijnmond-Drechtsteden

Het Deltaprogramma is een nationaal programma. Rijksoverheid, provincies, gemeenten en waterschappen werken hierin samen met inbreng van de maatschappelijke organisaties. Het doel is om Nederland ook voor de volgende generaties te beschermen tegen hoogwater en te zorgen voor voldoende zoetwater.

Het Deltaprogramma kent negen deelprogramma's:

- Veiligheid
- Zoetwater
- Nieuwbouw en herstructurering
- Rijnmond-Drechtsteden
- Zuidwestelijke Delta
- IJsselmeergebied
- Rivieren
- Kust
- Waddengebied

Het Deltaprogramma staat onder regie van de deltacommissaris, regeringscommissaris voor het Deltaprogramma.

[www.rijksoverheid.nl/deltaprogramma](http://www.rijksoverheid.nl/deltaprogramma)  
[www.delta-programmarijnmonddrechtsteden.nl](http://www.delta-programmarijnmonddrechtsteden.nl)

Dit is een uitgave van:

Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden

September 2012