

RAPPORT

Waterveiligheid Waal-Eemhaven

Een adaptatiestrategie voor een veilige haven – nu en in de toekomst

Klant: Havenbedrijf Rotterdam

Referentie: T&PBF4776R001F1.2

Versie: 1.2/Finale versie

Datum: 2 mei 2018



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB NIJMEGEN
Netherlands
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalHaskoning.com/documents **W**

Titel document: Waterveiligheid Waal-Eemhaven

Ondertitel: Waterveiligheid Waal-Eemhaven
Referentie: T&PBF4776R001F1.2
Versie: 1.2/Finale versie
Datum: 2 mei 2018
Projectnaam: Adaptatiestrategie Waal-Eemhaven
Projectnummer: BF4776
Auteur(s): Jarit van de Visch, Matthijs Bos en Alzira Schaap

Opgesteld door: Alzira Schaap

Gecontroleerd door: Jarit van de Visch

Goedgekeurd door: Jarit van de Visch

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of the client and/or HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. The client and HaskoningDHV Nederland B.V. accept no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The quality management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001.

Versie nummer	Datum	Opsteller (RHDHV)	Reviewer
D0.1	19-01-2018	Matthijs Bos, Jarit van de Visch en Alzira Schaap	Marc Eisma (HbR), Joost de Nooijer (HbR), Nick van Barneveld (Gemeente Rotterdam)
D0.2 / D0.3	07-02-2018	Matthijs Bos, Jarit van de Visch en Alzira Schaap	Voor interne kwaliteitscontrole
D0.4	15-02-2018	Matthijs Bos, Jarit van de Visch en Alzira Schaap	Marc Eisma (HbR), Joost de Nooijer (HbR), Nick van Barneveld (Gemeente Rotterdam)
F1.0	28-03-2018	Matthijs Bos, Jarit van de Visch	Marc Eisma (HbR), Joost de Nooijer (HbR), Nick van Barneveld (Gemeente Rotterdam)
F1.1	30-04-2018	Matthijs Bos, Jarit van de Visch	Marc Eisma (HbR), Joost de Nooijer (HbR)
F1.2	02-05-2018	Jarit van de Visch	

Inhoud

Managementsamenvatting	5
1 Inleiding	13
1.1 Doel van het formuleren van een adaptatiestrategie	13
1.2 Aanpak van het project	14
2 Overstromingsrisico's in beeld	15
2.1 Beknopte gebiedsbeschrijving en ontwikkelingen	15
2.2 Overstromingskansen in de Waal-Eemhaven	17
2.3 Gevolgen van een overstroming	21
2.4 Overstromingsrisico's in perspectief	27
3 Maatregelen om overstromingsrisico's te beheersen	32
3.1 Aanpak: trechteren van maatregelen	32
3.2 Preventie	34
3.3 Ruimtelijke adaptatie	35
3.4 Crisisbeheersing	37
4 Mogelijke adaptatiestrategieën voor een waterveilige Waal-Eemhaven	40
4.1 Selectie van maatregelen voor mogelijke adaptatiestrategieën	40
4.2 Adaptatiestrategie "Water buiten de deur"	41
4.3 Adaptatiestrategie "Leven met water"	43
4.4 Adaptatiestrategie "Voorbereid op de crisis"	46
5 Adaptief overstromingsrisico's beheersen in de Waal-Eemhaven	50
5.1 Een veelbelovende adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven	50
5.2 Voorgestelde maatregelen per deelgebied	52
5.3 Kanttekeningen en aanbevelingen voor het vervolg	55
Literatuurlijst	57

Tabellen

Tabel 1. Ontwikkeling waterdiepte in de tijd bij de KNMI klimaatscenario's W+ en G. Met kleuren is aangegeven wanneer de waterdiepte ongeveer gelijk is aan (geel) of hoger is dan (rood) het gemiddelde maaiveldniveau van de Waal-Eemhaven (3,6m +NAP). NB: De getallen bevatten een toeslagfactor van 10cm. 6

Tabel 2. Overzicht ontwikkeling economische schade door klimaatverandering in miljoenen Euro voor verschillende frequenties. 7

Tabel 3. Gehanteerde grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van totale economische schade.	7
Tabel 4. Verkenning grensniveaus met het afwegingskader per deelgebied in de Waal-Eemhaven (op basis van het W+ scenario) – groen betekent dat het grensniveau nog niet bereikt is, bij geel valt het risico binnen de bandbreedte van het grensniveau en bij rood wordt het grensniveau overschreden.	8
Tabel 5. Overzicht van maatregelen met per stap in rood (afgevallen) aangegeven tot waar een maatregel in het proces gekomen is.	9
Tabel 6. Ontwikkeling waterdiepte in de tijd (2015 tot 2100) gebruik makend van de KNMI klimaatscenario's W+ en G. Met de kleuren is aangegeven wanneer de waterdiepte ongeveer gelijk is aan (geel) of hoger is dan (rood) het gemiddelde maaiveldniveau van de Waal-Eemhaven (3,6m +NAP). NB: De getallen bevatten een toeslagfactor van 10cm, zie Bijlage 2 voor verdere toelichting.	20
Tabel 7. Kwalitatieve beschrijving van de gevolgen van een overstroming	22
Tabel 8. Ontwikkeling economische schade in de Waal-Eemhaven door klimaatverandering (W+ scenario) in miljoenen Euro	27
<i>Tabel 9. Gehanteerde grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade</i>	28
Tabel 10. Verkenning grensniveaus met het afwegingskader per deelgebied in de Waal-Eemhaven bij het klimaatscenario W+ – groen betekent dat het grensniveau nog niet bereikt is, bij geel valt het risico op het grensniveau en bij rood wordt het grensniveau overschreden.	30
Tabel 11. Verkenning grensniveaus met het afwegingskader per sector in de Waal-Eemhaven bij het W+ klimaatscenario – groen betekent dat het grensniveau nog niet bereikt is, bij geel valt het risico op het grensniveau en bij rood wordt het grensniveau overschreden.	31
Tabel 12. Overzicht maatregelen met per stap in rood aangegeven of en in welke stap een maatregel afgevallen is.	32
Tabel 13. Overzicht van de meest kansrijke, kosteneffectieve, maatregelen per deelgebied inclusief de contante waarde (CW) van de baten, kosten en kosten-batenverhouding van deze maatregelen.	53

Figuren

Figuur 1. Waalhaven (rechts) en Eemhaven (links) met de verschillende pieren. Rechtsonder is de locatie van de Waal-Eemhaven aangegeven in het rode vierkant.	5
Figuur 2. Waterdiepte Waal-Eemhaven bij een stormscenario op de Noordzee voor het zichtjaar 2015 en een kans van 1/1.000 per jaar (1/300 per jaar in 2050 en 1/100 per jaar in 2100 bij W+).	6
Figuur 3. Een veelbelovende adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven met een schatting van de timing van de maatregelen op basis van het W+ scenario en het afwegingskader.	10
Figuur 4. Begrenzing projectgebied: Waalhaven en Eemhaven. Globaal wordt dit gebied omsloten door de A15 in het zuiden, de Nieuwe Maas in het noorden, Pernis in het westen en Rotterdam Charlois in het oosten.	14
Figuur 5. Waal-Eemhaven gebied, opgedeeld in Pieren.	15
Figuur 6. Terreinhoogte Waal-Eemhaven.	16
Figuur 7. Landgebruikskaart Waal-Eemhaven.	16
Figuur 8. De Waal-Eemhaven en de gemiddelde overstromingskansen nu. In rood zijn waterkeringen voor het binnendijkse gebied weergegeven nabij het projectgebied. De blauwe pijlen geven aan waar de dreiging van hoogwater vandaan komt.	18

Figuur 9. Overstromingsbeelden voor de huidige situatie in de Waal-Eemhaven bij een kans van 1/100 jaar, 1/300 per jaar, 1/1.000 per jaar en 1/10.000 per jaar.	19
Figuur 10. Overstromingsbeelden in 2050 bij een kans van 1/100 jaar, 1/1.000 per jaar en 1/10.000 per jaar voor de Waal-Eemhaven voor het W+ klimaatscenario.	21
Figuur 11. Indicatie van de gevolgen van een hoogwater in het projectgebied bij een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 100 per jaar.	24
Figuur 12. Indicatie van de gevolgen van een hoogwater in het projectgebied bij een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 1.000 per jaar.	25
Figuur 13. Indicatie van de gevolgen van een hoogwater in het projectgebied bij een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 10.000 per jaar.	26
Figuur 14. Stappen in de systematiek van het afwegingskader	28
Figuur 15. Afweging van het overstromingsrisico bij een overstroming van 1/1.000 per jaar in 2015 met het afwegingskader voor het W+ en G klimaatscenario van het KNMI	29
Figuur 16. MLV met van onder naar boven preventie, ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing.	32
Figuur 17. kade waar schepen kunnen aanmeren (links in rode ellips), glooiing met steenbekleding (rechts in oranje ellips). Bron: Havenbedrijf Rotterdam.	35
Figuur 18. Illustratie van dry proofing	36
Figuur 19. Illustratie van wet proofing	37
Figuur 20. Voorbeelden van noodkeringen: Box Barrier (links), systeem gevuld met lucht (midden) en vrijstaand keermiddel (rechts).	39
Figuur 21 Adaptatiestrategie 1 - "Water buiten de deur"	41
Figuur 22. Adaptatiestrategie 2 "Leven met water"	44
Figuur 23. Adaptatiestrategie 3 "Voorbereid op de crisis"	47
Figuur 24. Een veelbelovende strategie met een schatting van de timing van de maatregelen op basis van het W+ scenario en het afwegingskader'	51

Managementsamenvatting

1. Werken aan waterveiligheid in het Rotterdamse havengebied

Als gevolg van klimaatverandering neemt het overstromingsrisico toe. Het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (DPRD, 2014) heeft daarom geadviseerd onderzoek te verrichten naar hoe bewoners en gebruikers van buitendijks gebied beschermd kunnen blijven. Op hoofdlijnen gaat het huidige beleid voor waterveiligheid in buitendijks gebied ervan uit dat gebruikers en bewoners van buitendijks gebied zelf verantwoordelijk zijn voor het nemen van maatregelen om schade als gevolg van overstroming te beperken. De overheid weegt bij nieuwe ontwikkelingen de risico's af en stelt indien nodig randvoorwaarden om deze risico's te beheersen. Ook is de overheid verantwoordelijk voor de communicatie over de risico's.

In het project 'Waterveiligheid Waal-Eemhaven' is onderzocht hoe overstromingsrisico's in de buitendijks gelegen Waalhaven en Eemhaven (hierna gerefereerd aan als Waal-Eemhaven) beheerst kunnen worden. In een proces van Joint Fact Finding hebben bedrijven en nutsbeheerders samen met het Havenbedrijf Rotterdam, de gemeente Rotterdam en andere overheden overstromingsrisico's verkend. De risico's zijn afgewogen in het licht van waterveiligheid binnendijks en mogelijke maatregelen zijn geïnventariseerd. De meest kansrijke maatregelen zijn gecombineerd in een adaptatiestrategie die past bij de kenmerken van en ontwikkelingen in het gebied en de voorkeursstrategie van het DPRD.



Figuur 1. Waalhaven (rechts) en Eemhaven (links) met de verschillende pieren. Rechtsonder is de locatie van de Waal-Eemhaven aangegeven in het rode vierkant.

2. Overstromingsrisico's in beeld

Kans op overstroming nu en in de toekomst

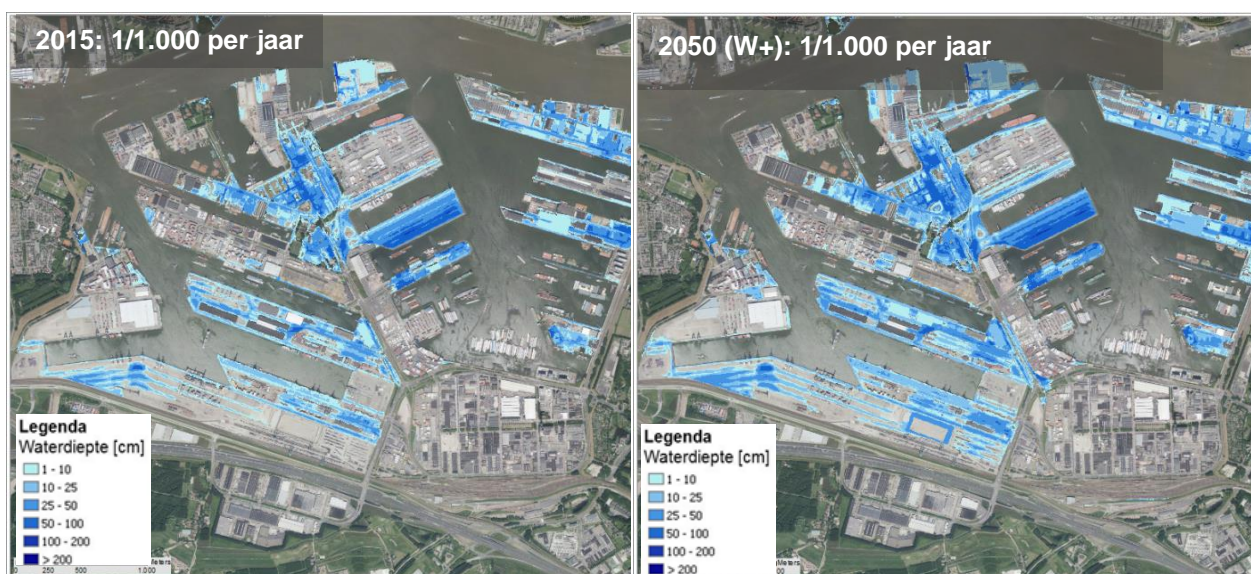
Op dit moment zal een overstroming met een kans van 1/3.000 jaar leiden tot water in een groot deel van het gebied. Ter vergelijking, de watersnoodramp van 1953 had een herhalingstijd van eens in de 300 jaar.

In de toekomst neemt de kans op overstromen toe door zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering. Om de toekomstige overstromingskans in te kunnen schatten, zijn twee klimaatscenario's van het KNMI en de daaraan gekoppelde verwachte zeespiegelstijging toegepast (Deltaprogramma Waterveiligheid, 2014): een snel (W+) en een langzaam (G) scenario. Bij W+ stijgt de zeespiegel met 35cm in 2050 en 85cm in 2100 (ten opzichte van 1990). Bij G blijft deze stijging beperkt tot 15cm in 2050 en 35cm in 2100 (ten opzichte van 1990). De zeespiegelstijging in het W+ scenario in 2050 treedt in het G scenario dus pas 50 jaar later op. Tabel 1 geeft de ontwikkeling weer van de waterdiepte in de tijd in de Waal-Eemhaven.

Tabel 1. Ontwikkeling waterdiepte in de tijd bij de KNMI klimaatscenario's W+ en G. Met kleuren is aangegeven wanneer de waterdiepte ongeveer gelijk is aan (geel) of hoger is dan (rood) het gemiddelde maaiveldniveau van de Waal-Eemhaven (3,6m +NAP). NB: De getallen bevatten een toeslagfactor van 10cm.

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	2015	2050 (W+) / 2100 (G)	2100 (W+)
10 jaar	3,0	3,1	3,3
100 jaar	3,2	3,3	3,4
300 jaar	3,3	3,4	3,5
1.000 jaar	3,4	3,5	3,7
3.000 jaar	3,5	3,6	4,0
10.000 jaar	3,6	3,9	4,3

Een zeespiegelstijging van 35cm vergroot de kans dat een overstroming leidt tot water in een groot deel van het gebied naar een herhalingstijd van eens in de 1.000 jaar. Bij een zeespiegelstijging van 85cm wordt dit eens in de 300 jaar. Het beeld van een overstroming van 1/1.000 jaar in 2015 is ongeveer vergelijkbaar met een overstroming van 1/300 jaar in 2050 en van 1/100 jaar in 2100 op basis van het W+ scenario. De overstromingskans neemt dus ongeveer met een factor 3 toe in 2050 en nog weer eens met een factor 3 richting 2100. Voor het G scenario geldt dat een overstroming met een frequentie van 1/300 jaar in 2100 een vergelijkbaar beeld oplevert als bij 1/1.000 jaar in de huidige situatie.



Figuur 2. Waterdiepte Waal-Eemhaven bij een stormscenario op de Noordzee voor het zichtjaar 2015 en een kans van 1/1.000 per jaar (1/300 per jaar in 2050 en 1/100 per jaar in 2100 bij W+).

Economische gevolgen van een overstroming

Een overstroming in de Waal-Eemhaven zal vooral tot economische schade leiden. De kans op overlijden en milieuschade is naar verwachting zeer klein in dit gebied. De economische schade kan significant zijn, zeker in de toekomst en/of bij gebeurtenissen met een kleine (1/1.000 per jaar) of zeer kleine (1/10.000 per jaar) kans op dit moment. Economische schade is de directe schade die optreedt aan gebouwen, installaties en andere voorzieningen. Ook de indirecte schade (omzetverlies door het stil komen liggen van de bedrijfsvoering en/of niet optimaal kunnen gebruiken van de aanwezige infrastructuur) valt hieronder. In Tabel 2 staat de geschatte totale economische schade bij verschillende overstromingen en zichtjaren.

Tabel 2. Overzicht ontwikkeling economische schade door klimaatverandering in miljoenen Euro voor verschillende frequenties.

Frequentie per jaar	2015	2050 (W+) / 2100 (G)	2100 (W+)
1:100	24	44	132
1:1.000	94	159	497
1:10.000	384	742	1.452

Overstromingsrisico's in perspectief

Uit onderzoek blijkt dat de Rotterdamse haven in vergelijking met diverse internationale havens relatief veilig is (de overstromingskansen in de Rotterdamse haven zijn gemiddeld een factor 1 tot 100 lager). Een ander perspectief om het buitendijkse overstromingsrisico's mee te vergelijken is het publieke kader voor binnendijkse waterveiligheid. Met een afwegingskader dat speciaal voor overstromingsrisico's in de buitendijkse Rotterdamse haven is ontwikkeld, is verkend tot waar overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven nog acceptabel zouden zijn gezien vanuit binnendijkse waterveiligheid. Tabel 3 presenteert de grensniveaus voor economische schade in dit afwegingskader. Deze zijn gebaseerd op het publieke kader voor waterveiligheid binnendijs. De categorieën slachtoffers en milieu zijn buiten het afwegingskader gevallen, omdat deze naar verwachting heel klein zijn en de risicoafweging niet zullen beïnvloeden.

Tabel 3. Gehanteerde grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van totale economische schade.

Totale economische schade in Waal-Eemhaven	Gehanteerde grensniveaus
24 miljoen Euro	1/100
240 miljoen Euro	1/1.000
2,4 miljard Euro	1/10.000
24 miljard Euro	1/100.000

Afwegingskader buitendijkse havengebieden Rotterdam

Met het afwegingskader voor buitendijkse havengebieden in Rotterdam kan een beeld gevormd worden hoe overstromingsrisico's zich ontwikkelen in een gebied of van een sector en of dit nog past binnen in Nederland gangbare publieke kaders. Het afwegingskader is geen nieuwe norm voor buitendijkse overstromingsrisico's. Het is bedoeld als kapstok voor het afwegen van overstromingsrisico's met meerdere belanghebbenden, die allemaal eigen afwegingscriteria hebben. Elke belanghebbende maakt uiteindelijk zijn of haar eigen afweging van het overstromingsrisico.

Het afwegingskader is gebaseerd op de kans op schade door overstromingen (faalkans) en grensniveaus voor de acceptabele faalkans. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de “bruikbaarheidsgrens” (waterdiepte waarbij schade begint te ontstaan) en “bezwijkgrens” (waterdiepte waarbij de schade significant groter wordt, bijvoorbeeld omdat een asset volledig afgeschreven moet worden). Onderliggende aannames beïnvloeden het resultaat: het moment dat de faalkans boven het grensniveau komt te liggen. Zo is de keuze voor de indeling van de grensniveaus sterk bepalend voor het resultaat en daarmee een belangrijke factor in de risicoafweging.

Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat er nog geen maatregelen nodig zijn om overstromingsrisico's te beheersen in vrijwel alle deelgebieden op dit moment. Alleen in Pier 7 zou nu al besloten kunnen worden om maatregelen te nemen indien het afwegingskader gevolgd wordt. Het afwegingskader zou bovendien tot een besluit voor het nemen van maatregelen kunnen leiden in het deelgebied Den Hamweg voor 2050. Voor de Pieren 1, 2, en 4 komt dit moment rond 2050. En pas richting 2100 zouden maatregelen gewenst voor de rest van het gebied indien de bruikbaarheidsgrens van het afwegingskader gevolgd wordt, op de Bunschotenweg en Streefwaalseweg na. Tabel 5 geeft de resultaten van deze verkenning per pier voor de Waal-Eemhaven bij het W+ klimaatscenario. Bij het gematigder klimaat scenario G schuiven de grensniveaus op naar de toekomst.

Het afwegingskader geeft een indicatie van de timing. Elke belanghebbende zal op basis van zijn of haar eigen risicoafweging bepalen of maatregelen gewenst zijn of niet. Een veel voorkomende afweging is dat het risico acceptabel is zolang de kosten van het nemen van een maatregel hoger zijn dan de te verwachten baten (schadereductie) van deze maatregel.

Tabel 4. Verkenning grensniveaus met het afwegingskader per deelgebied in de Waal-Eemhaven (op basis van het W+ scenario) – groen betekent dat het grensniveau nog niet bereikt is, bij geel valt het risico binnen de bandbreedte van het grensniveau en bij rood wordt het grensniveau overschreden.

Pieren	Bruikbaarheidsgrens			Bezwijkgrens		
	2015	2050	2100	2015	2050	2100
Sluisjesdijk	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow
Pier 1	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow
Pier 2	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow
Pier 4	Green	Yellow	Red	Green	Green	Green
Pier 6	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Pier 7	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red
Pier 8	Green	Green	Red	Green	Green	Green
RDM	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Eemhavenweg	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Bunschotenweg	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Den Hamweg	Yellow	Red	Red	Green	Green	Red
Eemnesweg	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Noord Vondelingenweg	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Streefwaalseweg	Green	Green	Green	Green	Green	Green

3. Selectie van maatregelen om overstromingsrisico's te beheersen

Met de belanghebbende bedrijven en beheerders in het gebied zijn mogelijke maatregelen geselecteerd waarmee overstromingsrisico's beheerst kunnen worden. De uitkomsten zijn terug te vinden in Tabel 5. Het selectieproces kan versimpeld weergegeven worden aan de hand van drie stappen:

- **Stap 1:** De eerste selectie is gebaseerd op het realiteits- en haalbaarheidsgehalte en is uitgevoerd op basis van expert judgement. In deze stap zijn de maatregelen *verlaging faalkans Maeslantkering* en *waterberging* afgevallen vanwege respectievelijk het beperkte effect op de overstromingskans in de Waal-Eemhaven en ruimtegebrek.
- **Stap 2:** In dialoog met belanghebbenden zijn de maatregelen gecombineerd in mogelijke adaptatiestrategieën. Aan de basis van deze indeling ligt een gezamenlijke kwalitatieve beoordeling van de maatregelen op effectiviteit, uitvoerbaarheid en tijd/flexibiliteit. De maatregelen *wet proofing* en het *verplaatsen van activiteiten en voorzieningen* vallen af omdat de bedrijventerreinen hier geen mogelijkheid toe bieden en producten van de betreffende bedrijven veelal niet geschikt zijn om met water in contact te komen. Ook de maatregel om *nooddijken en noodkeringen in te zetten* is komen te vervallen, omdat hier onvoldoende vertrouwen in is door betrokkenen en er twijfels zijn over de uitvoerbaarheid.
- **Stap 3:** Na de kwalitatieve beoordeling zijn ook de kosten en baten van de maatregelen in de mogelijke adaptatiestrategieën geanalyseerd. In deze stap is de *afsluitbaar-openkering in beide openingen* van de Waal-Eemhaven afgevallen, omdat de kosten niet in verhouding staan tot de verwachte reductie in de schade.

Tabel 5. Overzicht van maatregelen met per stap in rood (afgevallen) aangegeven tot waar een maatregel in het proces gekomen is.

Maatregelen	Stap 1 Literatuurstudie	Stap 2 Kwalitatief	Stap 3 Kwantitatief
Laag 1: Preventie			
Verlagen faalkans Maeslantkering			
Kades en glooiingen ophogen			
Compartmenteren (alleen i.c.m. kades ophogen)			
Afsluitbaar-openkering in openingen van Waal-Eemhaven			
Laag 2: Ruimtelijke adaptatie			
Waterberging			
Ophogen deelgebieden / terreinen			
Functiewijziging deelgebieden / terreinen			
Verplaatsen activiteiten en voorzieningen			
Dry proofing			
Wet proofing			
Laag 3: Crisisbeheersing			
Nood- en herstelplannen			
Noodvoorzieningen			
Nooddijken / -keringen			
Crisisbeheerplan			

4. Aanbeveling voor een adaptatiestrategie in de Waal-Eemhaven

Door de geselecteerde kansrijke maatregelen uit te zetten in de tijd ontstaat een veelbelovende adaptatiestrategie. De adaptatiestrategie die voor de Waal-Eemhaven wordt aanbevolen combineert *glooiingen ophogen op natuurlijke vervangingsmomenten* (preventie); *waterrobuust maken van terreinen en individuele assets* (ruimtelijke adaptatie); en *het opstellen van nood-, herstel en crisisbeheerplannen en het voorbereiden van noodvoorzieningen* (crisisbeheersing), zie Figuur 3.

De timing van de maatregelen is gebaseerd op de verkenning van het acceptabele overstromingsrisico met het (publieke) afwegingskader. Er is onderscheid tussen korte termijn (nu), middellange termijn (tus-

sen nu en 2050) en lange termijn (tussen 2050 en 2100). Diverse bedrijven geven echter aan dat hun eigen afweging kan leiden tot een andere timing. Dit verschilt per bedrijfstype, geografische ligging, etc.



Figuur 3. Een veelbelovende adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven met een schatting van de timing van de maatregelen op basis van het W+ scenario en het afwegingskader.

Preventie

Bij preventieve maatregelen gaat het om het realiseren van permanente fysieke maatregelen die ervoor zorgen dat de kans op overstromen, in een of meerdere deelgebieden, omlaag gaat. Het gaat dan om maatregelen die de kans op overstromen verlagen, zoals het ophogen van kades en glooiingen. In de Waal-Eemhaven lijkt het vooral kansrijk en kosteneffectief om de glooiingen op te hogen bij vervangings- en/of onderhoudsmomenten vanaf nu tot aan 2050 op (delen van) Pier 4 en Pier 7. Voor kades zijn de vervangingsmomenten veel minder frequent (na 100 jaar of langer). Vervangingsmomenten komen daarvoor mogelijk pas later in de tijd dan wanneer een maatregel nodig is. Voor Pier 7 zou bijvoorbeeld, zolang de situatie zich niet voordoet dat de kade vervangen dient te worden, op termijn ruimtelijke adaptatie kansrijker en kosteneffectiever kunnen zijn.

Ruimtelijke adaptatie

In dit project vallen fysieke maatregelen op het gebied van ruimtelijke ontwikkeling met een permanent karakter onder ruimtelijke adaptatie. Een aanbeveling in deze strategie is het gebied geleidelijk waterrobuust te maken in de komende decennia – het gaat dan om ophogen van het terrein en/of dry proofing van de assets en/of een functiewijziging van het gebied op termijn, afhankelijk van wat het meest kosteneffectief is voor een specifiek deelgebied. Zo is in het deelgebied Den Hamweg dry proofing in combinatie met het ophogen van de laagst gelegen terreinen interessant vanuit kosten-batenoogpunt. Voor Pier 1 is alleen dry proofing kosteneffectief, terwijl het ophogen van het terrein het meest kosteneffectief is in de

deelgebieden Sluisjesdijk, Pier 2 en Pier 4 (de laatste in combinatie met het ophogen van glooiingen). Functiewijziging met inachtneming van overstromingsrisico's is mogelijk interessant voor deelgebieden die in transitie zijn. Waterveiligheid kan dan meegenomen worden in de toekenning van functies in een gebied. Voor Pier 7 is het ophogen van het terrein ook een kosteneffectieve maatregel en mogelijk beter uitvoerbaar dan het ophogen van de kade gezien de vervangingstermijn van de kade.

Het wordt aanbevolen dat belanghebbenden (publieke en private partijen) in het gebied het waterrobuust maken van terreinen en assets meekoppelen met vervangingsopgaven van huidige assets en ophogementen die zich aandienen bij functiewijzigingen.

Crisisbeheersing

Crisisbeheersing gaat over het treffen van maatregelen om het restrisico te ondervangen en zo goed als mogelijk gesteld te staan wanneer het gebied onverhoopt toch overstroomt. Waar nodig dient de omgang met overstromingsrisico's zoals het treffen van noodvoorzieningen in individuele noodplannen te worden geïmplementeerd om sneller te kunnen opstarten na de overstroming. Denk bijvoorbeeld aan het verplaatsen (omhoog of naar een andere locatie) van kritische en kapitaalintensieve producten en verrijden van rollend materieel. Maar ook aan het open zetten van lege containers om drijven te voorkomen en het realiseren van noodstroomvoorziening om het wegvallen van elektriciteit op te kunnen vangen.

Een aanbeveling is om, in aanvulling op individuele noodplannen, een noodplan per pier op te stellen indien meerdere bedrijven op een pier gevestigd zijn. Een piernoodplan dient ertoe om de individuele noodplannen van belanghebbende bedrijven en beheerders op elkaar af te stemmen. Denk hierbij aan het op orde brengen van ketenafhankelijkheden (wie is waarvan afhankelijk en wie is daar verantwoordelijk voor), afspraken te maken over wie, wat, wanneer doet in geval van een (dreigende) overstroming en dit regelmatig te oefenen.

Ten slotte is een algemeen crisisbeheerplan van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond een maatregel die onderdeel uitmaakt van de aanbevolen adaptatiestrategie. Dit plan zet de volgorde van acties voor crisisbeheersing uiteen en maakt het bijvoorbeeld inzichtelijk hoe toegangswegen dienen te functioneren, hoe om te gaan met het afsluiten van energievoorzieningen en wat te doen bij het uitslaan van brand door kortsluiting.

5. Aanbevelingen voor het vervolg

Het proces van Joint Fact Finding heeft geleid tot bewustwording van de overstromingsrisico's bij belanghebbenden. Op de meeste pieren is het risico nog acceptabel vanuit het perspectief van waterveiligheid binnendijks. Voor de langere termijn heeft de gezamenlijke dialoog de basis gelegd voor draagvlak voor kansrijke maatregelen uit de adaptatiestrategie. Bovendien zijn enkele bedrijven al begonnen met het opstellen van een noodplan. Voor het implementeren van fysieke maatregelen, zoals het ophogen glooiingen en het waterrobuust maken van terreinen en assets, is er meer tijd in termen van voorbereiding.

Het wordt aanbevolen dat huidige gebruikers en aseteigenaren (publiek en privaat) in de Waal-Eemhaven de overstromingsrisico's zelf afwegen om helder te krijgen of en wanneer maatregelen gewenst zouden zijn. Bovendien maakt het inzichtelijk of en wanneer waterveiligheid mee te nemen in de besluitvorming rond (vervangings)investeringen. Een vervolgstap is dat deze afweging en wensen met betrekking tot maatregelen met elkaar gedeeld wordt. Op deze manier ontstaat inzicht in en afstemming over de gewenste timing en type maatregelen op een pier.

Het is tevens van belang dat (conform het huidige beleid) initiatiefnemers voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in de haven geadviseerd worden over overstromingsrisico's (nu en in de toekomst) en de moge-



lijke beheersmaatregelen. Adviezen hierover komen van het Havenbedrijf Rotterdam in overleg met gemeente Rotterdam. Op deze manier kan een duurzame ontwikkeling op de lange termijn worden geborgd.

Voor buitendijkse gebieden zijn crisisbeheermaatregelen extra belangrijk, omdat de focus van veiligheidsdiensten bij zeer ernstige stormsituaties en dreigende dijkdoorbraken vooral op binnendijkse gebieden gericht zal zijn. Het uitwerken van storm-/overstromingssituaties in noodplannen van en noodmaatregelen door gebruikers van het gebied in samenwerking met de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond is daarom een aanbevolen ontwikkeling.

Ten slotte wordt aanbevolen om de relatie te leggen met de voorkeursstrategie van het DPRD (DPRD, 2014) en de strategische adaptatieagenda buitendijks, door de resultaten van het project naast die van de pilots en eerder uitgevoerde projecten te leggen. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij het Havenbedrijf Rotterdam, Rijkswaterstaat en de gemeente Rotterdam.

1 Inleiding

In de regio Rijnmond-Drechtsteden bevindt zich een groot areaal buitendijks gebied. Voor deze gebieden zijn er geen wettelijke normen voor de bescherming tegen een overstroming. Op hoofdlijnen gaat het huidige beleid voor waterveiligheid in buitendijks gebied ervan uit dat gebruikers en bewoners van buitendijks gebied zelf verantwoordelijk zijn voor het nemen van maatregelen om schade als gevolg van overstroming te beperken. De overheid weegt bij nieuwe ontwikkelingen de risico's af en stelt indien nodig randvoorwaarden om deze risico's te beheersen. Denk bijvoorbeeld aan het uitgiftepeilenbeleid van de gemeente Rotterdam en het beleid voor nieuwbouw van de provincie, dat gericht is op het voorkomen van slachtoffers op basis van het lokaal individueel risico (LIR). Ook is de overheid verantwoordelijk voor de communicatie over de risico's.

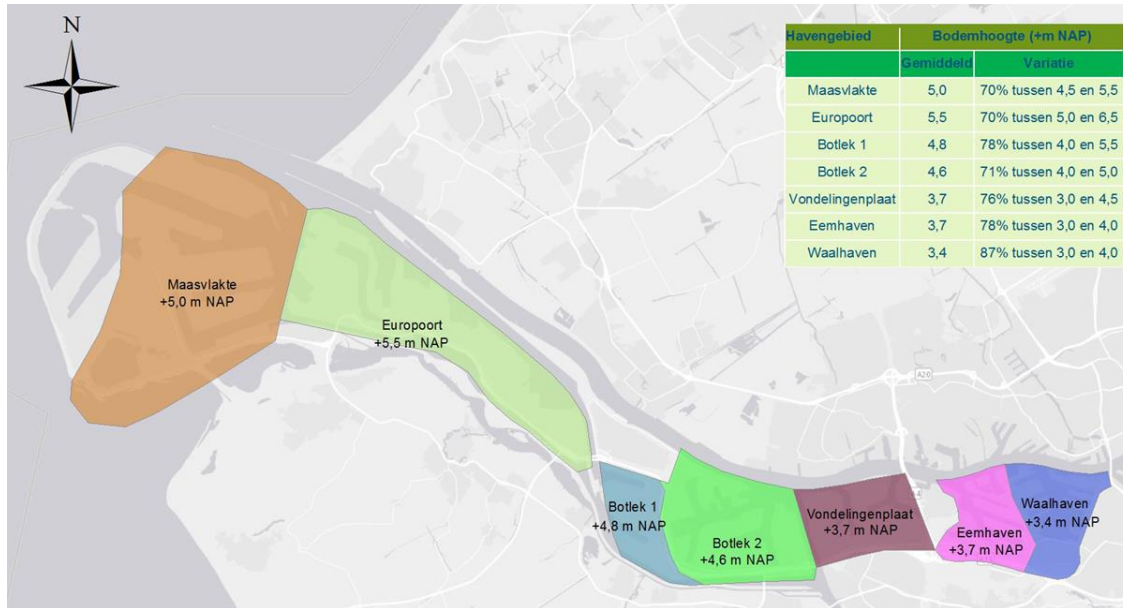
Het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (DPRD, 2014) geeft aan dat in het buitendijks gebied sprake moet zijn van een acceptabel risiconiveau. De voorkeursstrategie van het DPRD stelt voor om een 'Strategische adaptatieagenda Buitendijks' te ontwikkelen met specifieke aandacht voor het buitendijks gelegen havengebied. Gezien de aanwezige productieprocessen en bijbehorende infrastructuur die van belang zijn voor het functioneren van het havencluster en het stedelijk gebied, is hier meer kans op grote economische schade en mogelijke milieuschade. In eerste instantie is een adaptatiestrategie geformuleerd voor de Botlek en Vondelingenplaat in de pilot Waterveiligheid Botlek. De Waalhaven en de Eemhaven, hierna gerefereerd aan als Waal-Eemhaven, is het tweede gebied.

Voor het formuleren van een adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven wordt gebruik gemaakt van de kennis en ervaringen uit de pilot Waterveiligheid Botlek. De gezamenlijke startnotitie van het Havenbedrijf Rotterdam (HbR) en de gemeente Rotterdam is gebruikt als startpunt voor het project (Nooijer et al., 2017).

1.1 Doel van het formuleren van een adaptatiestrategie

Het economische belang van de Rotterdamse haven is groot (regionaal, nationaal en internationaal) en er is vitale en kwetsbare infrastructuur aanwezig. De haventerreinen zijn weliswaar relatief hoog boven zee-niveau aangelegd en worden (deels) beschermd door bestaande keringen/kades, maar er is een kans dat het gebied bij een zeer zware storm op zee overstroomt. Door klimaatverandering en de daaraan gerelateerde zeespiegelstijging neemt de kans op een overstroming toe.

In dit project zijn de overstromingskansen en -gevolgen voor de Waal-Eemhaven onderzocht ten einde een adaptatiestrategie te kunnen formuleren. De adaptatiestrategie betreft maatregelen waarmee de overstromingsrisico's kunnen worden beheerst op een acceptabel niveau. De Waal-Eemhaven ligt ten oosten van de Botlek en ten westen van Rotterdam en ligt geheel buitendijks, zie Figuur 4.



Figuur 4. Begrenzing projectgebied: Waalhaven en Eemhaven. Globaal wordt dit gebied omsloten door de A15 in het zuiden, de Nieuwe Maas in het noorden, Pernis in het westen en Rotterdam Charlois in het oosten.

1.2 Aanpak van het project

In het project hebben HbR en de gemeente Rotterdam intensief samengewerkt. Ook belanghebbenden binnen het projectgebied, zoals bedrijven, Deltalinqs, Rijkswaterstaat, Stedin, de veiligheidsregio en DCMR, zijn betrokken in een proces van *Joint Fact Finding* en dialogen over de formulering van een adaptatiestrategie. In bijlage 1 is een overzicht van de betrokken partijen opgenomen.

Het project is gestart met het analyseren van de overstromingskansen van het gebied en de hierbij behorende waterdiepten. Deze analyses zijn uitgevoerd voor verschillende zichtjaren. Paragraaf 2.2 presenteert de belangrijkste bevindingen. De analyse van de overstromingskansen vormt de basis voor het onderzoek naar de economische schade, het dominante gevolg van een overstroming. Er is onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte economische schade. De resultaten zijn in werksessies met belanghebbenden in het gebied besproken, getoetst en verrijkt. Dit proces van Joint Fact Finding heeft in een aantal iteratieslagen geresulteerd in een aangescherpt en gedeeld beeld van de overstromingsrisico's. Paragraaf 2.3 beschrijft de resultaten van deze analyse.

Met een afwegingskader dat in de Pilot Waterveiligheid Botlek is ontwikkeld voor het buitendijkse havengebied, is inzicht verkregen in de vraag hoe de overstromingsrisico's in de buitendijks gelegen Waal-Eemhaven zich verhouden tot overstromingsrisico's in binnendijks gebied. Naast deze vergelijking met een 'publieke bril' is samen met de belanghebbenden ook met een 'private bril' naar de risico's gekeken; in hoeverre accepteren de individuele bedrijven de risico's. Het beschouwen van de risico's met een publieke en private bril heeft geresulteerd in een eerste beeld van een mogelijk acceptabel risiconiveau voor dit buitendijkse gebied. De uitkomsten van deze analyse worden in paragraaf 2.4 gegeven.

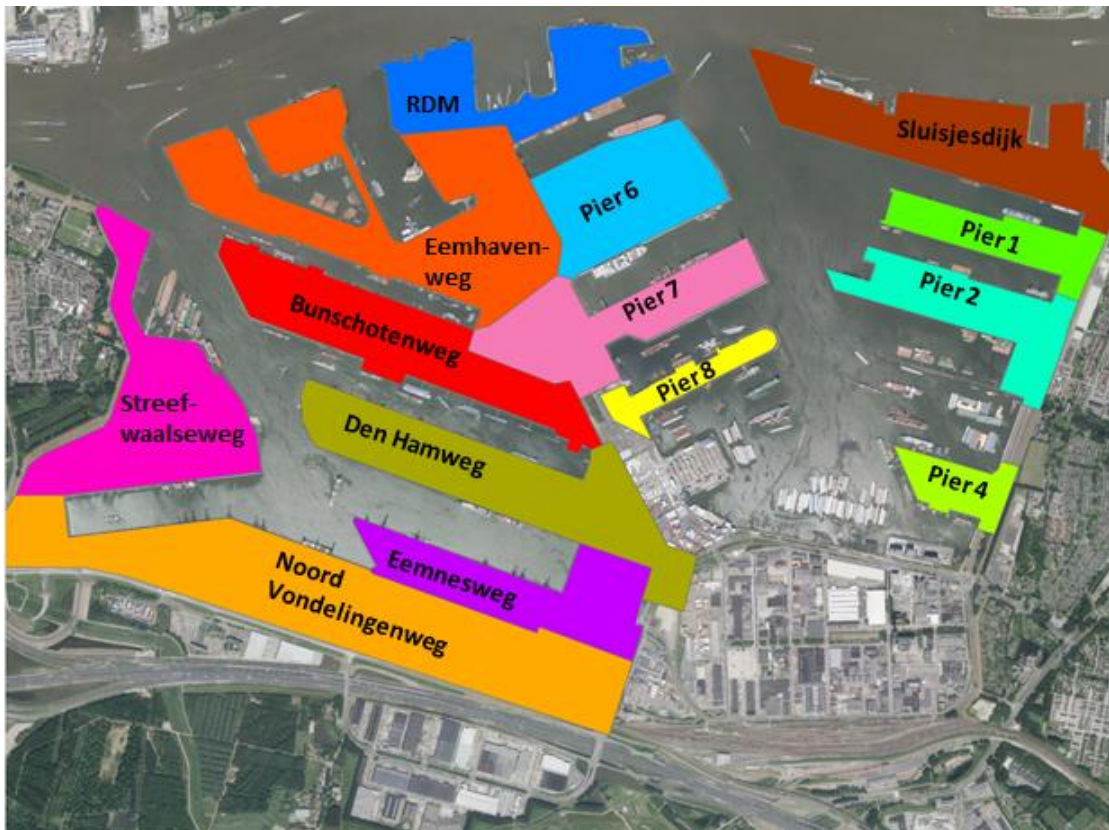
Op basis van deze analyses zijn adaptatiestrategieën geformuleerd. Deze zijn tot stand gekomen in drie stappen in dialoog met belanghebbenden. Stap 1: mogelijke maatregelen zijn geïnventariseerd en beoordeeld op kansrijkheid (zie hoofdstuk 3). Stap 2: de maatregelen zijn vertaald naar mogelijke, samenhangende gebiedsstrategieën. Deze mogelijke strategieën zijn beoordeeld op tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid (hoofdstuk 4). Stap 3: op basis van deze beoordeling en een kosten-batenanalyse is een aanbeveling voor een adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven geformuleerd (hoofdstuk 5).

2 Overstromingsrisico's in beeld

De eerste stap in de ontwikkeling van een adaptatiestrategie is het vormen van een goed beeld van huidige en toekomstige overstromingsrisico in de Waal-Eemhaven. Bij de beeldvorming zijn twee elementen van belang: de kans van optreden en de gevolgen van een overstromingsszenario. Dit hoofdstuk vat belangrijke karakteristieken van het gebied (§2.1) samen. De overstromingsituaties bij verschillende herhalingstijden (§2.2) en de gevolgen daarvan (§2.3) worden gepresenteerd. De laatste paragraaf (§2.4) plaatst de kansen en gevolgen in het perspectief van een aantal kaders.

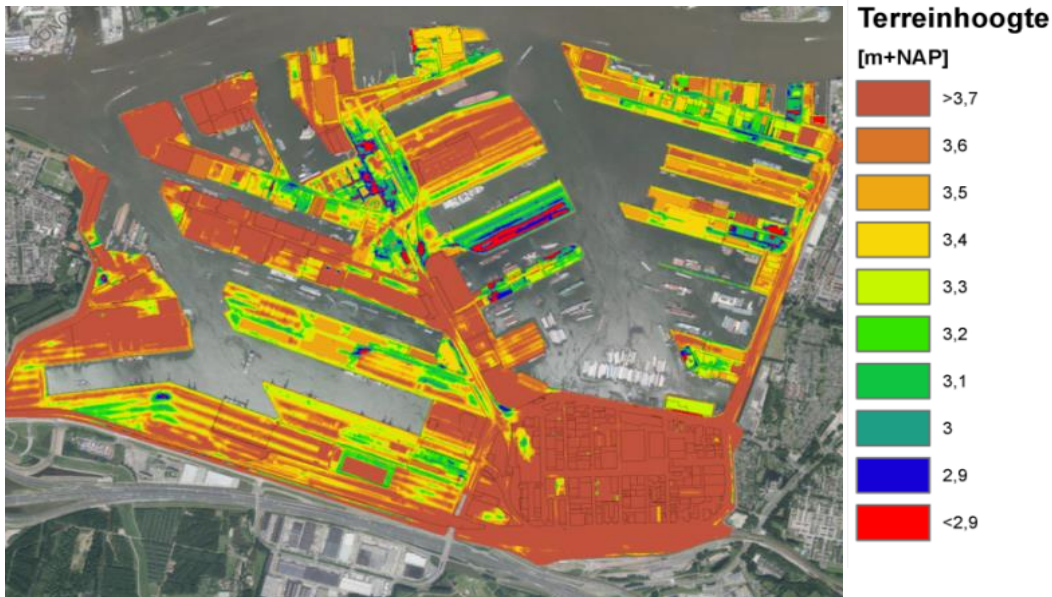
2.1 Beknopte gebiedsbeschrijving en ontwikkelingen

De Waal-Eemhaven beslaat ongeveer 800 ha en bestaat uit meerdere afzonderlijke pieren (zie Figuur 5). Alleen het haventerrein (555 ha) is meegenomen in de analyse. Het woongebied, Heijlplaat, valt buiten de scope van dit project.



Figuur 5. Waal-Eemhaven gebied, opgedeeld in Pieren.

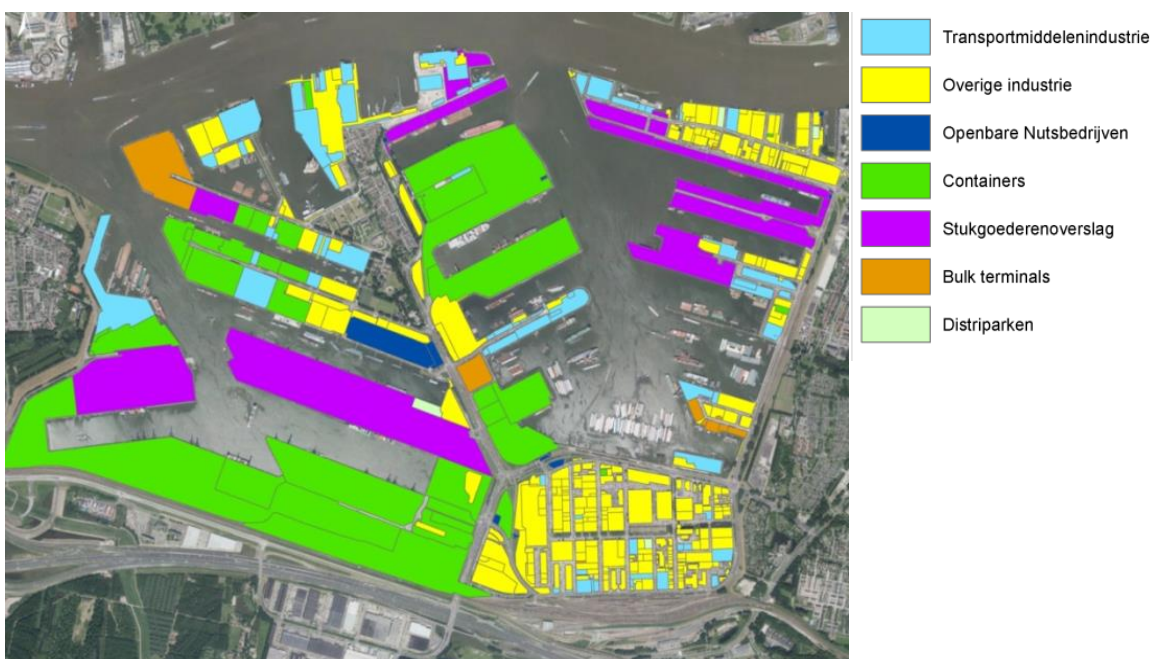
Het gebied ligt gemiddeld 3,6 meter boven NAP. Enkele van de pieren liggen aanzienlijk lager dan 3,6m+NAP. Zo liggen delen van Pier 2, 7 en 8 en de Eemhavenweg onder 3m+NAP (zie Figuur 6).



Figuur 6. Terreinhoogte Waal-Eemhaven.

Bedrijvigheid in de Waal-Eemhaven

De belangrijkste activiteiten in de Waal-Eemhaven qua oppervlakte zijn containerterminals (40% van het oppervlak), stukgoederenoverslag (20% van het oppervlak) en dienstverlening (onderdeel van overige industrie dat 23% van het oppervlak inneemt). Dienstverlening betreft vooral maritieme dienstverlening (o.a. loodsen en scheepsreparatiebedrijven) en havengerelateerde bedrijvigheid (bedrijven die producten of diensten leveren aan havenbedrijven uit andere segmenten). In mindere mate komen ook bulkterminals, transportmiddelenindustrie en distriparken voor (samen 14% van het oppervlak). En er ligt een hoogspanningsstation in het gebied evenals meerdere midden- en laagspanningsstations. Figuur 7 geeft een overzicht van de activiteiten in het gebied.



Figuur 7. Landgebruikskaat Waal-Eemhaven.

Geplande en autonome ontwikkelingen

Geplande en autonome ontwikkelingen kunnen de kansen op en gevolgen van een eventuele overstroming in de Waal-Eemhaven veranderen tussen nu en 2100. Klimaatverandering en de daaraan gekoppelde zeespiegelstijging zijn als uitgangspunt gehanteerd in de ontwikkeling van de adaptatiestrategie. Andere ontwikkelingen die het overstromingsrisicoprofiel mogelijk kunnen beïnvloeden zijn niet meegenomen in het waterveiligheidsbeeld. Wel zijn de maatregelen kwalitatief beoordeeld op robuustheid: in hoeverre zijn maatregelen voor het beheersen van overstromingsrisico's aanpasbaar in het licht van een onzekere toekomst. De onderstaande alinea's lichten een aantal van deze ontwikkelingen toe.

Een ontwikkeling die de kans op een overstroming in de Waal-Eemhaven kan beïnvloeden is de vervanging van de Maeslantkering op lange termijn. Naar verwachting in 2070 bij het W+ scenario (60cm zeespiegelstijging) of bij het einde van de levensduur in 2100 wordt de Maeslantkering vervangen. De vervanging kan invloed hebben op het overstromingsrisico in de Waal-Eemhaven indien afgeweken wordt van de huidige voorkeur voor het handhaven van het open-dichtprincipe. Indien afgeweken wordt van het open-dichtprincipe en wordt gekozen voor een dichte variant, worden de waterstanden in het gebied integraal gereguleerd en laag gehouden.

In de nabije toekomst staan diverse ontwikkelingen gepland die effect hebben op de economische activiteiten in de Waal-Eemhaven. In het bestemmingsplan (Stadsontwikkeling Rotterdam, 2016) zijn ontwikkelingen vastgelegd die voor de komende 10 jaar worden verwacht. De Waal-Eemhaven maakt onderdeel uit van het programma Stadshavens. Centraal in het nieuwe bestemmingsplan staat een goede balans tussen werken in de Waal-Eemhaven en wonen in het gebied eromheen. De verwachting is dat de Waal-Eemhaven zich de komende jaren blijft vernieuwen en moderniseren en dat er een intensivering van de bestaande bedrijvigheid zal plaatsvinden. Binnen het deel van het gebied dat bij de haven hoort is 50% aangeduid als een veranderlocatie (o.a. een deel van het RDM-terrein, een deel van Sluisjesdijk, een deel van Pier 2, heel Pier 6 en 7, vrijwel de hele Den Hamweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg, en een deel van de Eemhaven-, Bunschoten- en Streefwaalseweg). De *deep sea* overslag maakt plaats voor nieuwe activiteiten: de nadruk hiervan komt te liggen op *short sea* containeropslag en de ontwikkeling van kantoren en maritieme dienstverlening (bijvoorbeeld in de Waalhaven Zuid en Oost en het RDM-terrein).

In 2011 is de beleidsnotitie 'Verkenning Drijvend Bouwen in buitendijks Rotterdam' vastgesteld. In deze beleidsnotitie is een aantal locaties in de Waal-Eemhaven onderzocht als mogelijke locaties voor drijvend bouwen. De Dokhaven en de ruimte tussen Pier 3 en 4 zijn hiervoor geschikt gevonden. De experimenteerlocatie Aqua Dock in de Dokhaven bestaat uit een drijvende bouwsteiger met daaraan waterkavels voor verschillende experimenten. Te denken valt aan een testlocatie voor drijfsystemen, drijvende kerin- gen, groene kades en drijvende kassen.

2.2 Overstromingskansen in de Waal-Eemhaven

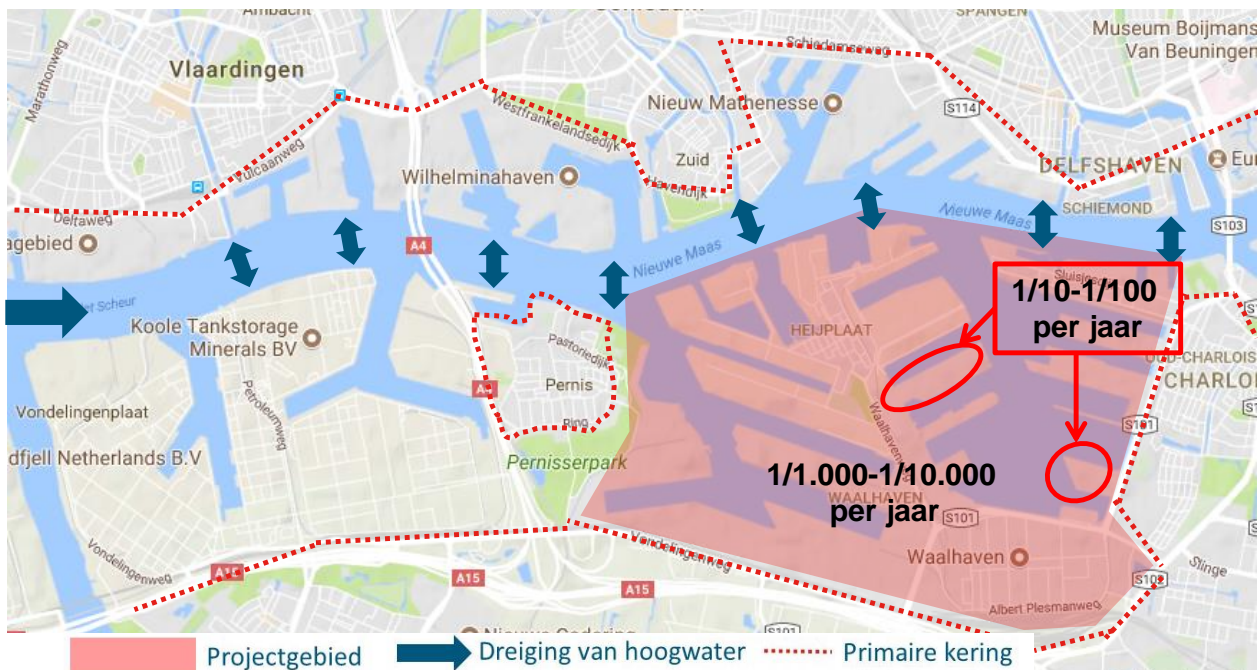
De Waal-Eemhaven is zogenaamd "buitendijks" gebied. Dat betekent niet dat het gebied volledig onbeschermd is (zie ook bijv. Konter, 2013). Zo zijn in het verleden de havengebieden relatief hoog aangelegd om de kans op overstromen te beperken. Naast de hoogteligging profiteert het gebied van de Maeslantkering, al is de kering daar formeel niet voor bedoeld. Sluiting van de Maeslantkering zorgt ervoor dat de waterstand in de Nieuwe Maas in de huidige situatie niet hoger dan ca. 3,4m – 3,6m¹+NAP komt. Hierin is verdisconteerd dat de Maeslantkering een faalkans heeft van 1/100 op dit moment. Dit betekent dat bij

¹ Bij Rotterdam in de Nieuwe Maas MHW 3.6m+NAP 1/10.000, bij Maassluis in de Nieuwe Waterweg 3.4m+NAP 1/10.000. [https://staticresources.rijkswaterstaat.nl/binaries/Referentiewaarden%20waterstanden_tcm174-326696_tcm21-24223.pdf]

100 sluitingen de kering statistisch gezien gemiddeld één keer niet zal sluiten, bijvoorbeeld vanwege een technisch mankement. De Maeslantkering biedt ook geen volledige bescherming, vanwege de opstuwung van het rivierwater bij sluiting van de kering. Het rivierwater kan dan immers niet meer afvloeien naar zee.

Huidige overstromingskansen

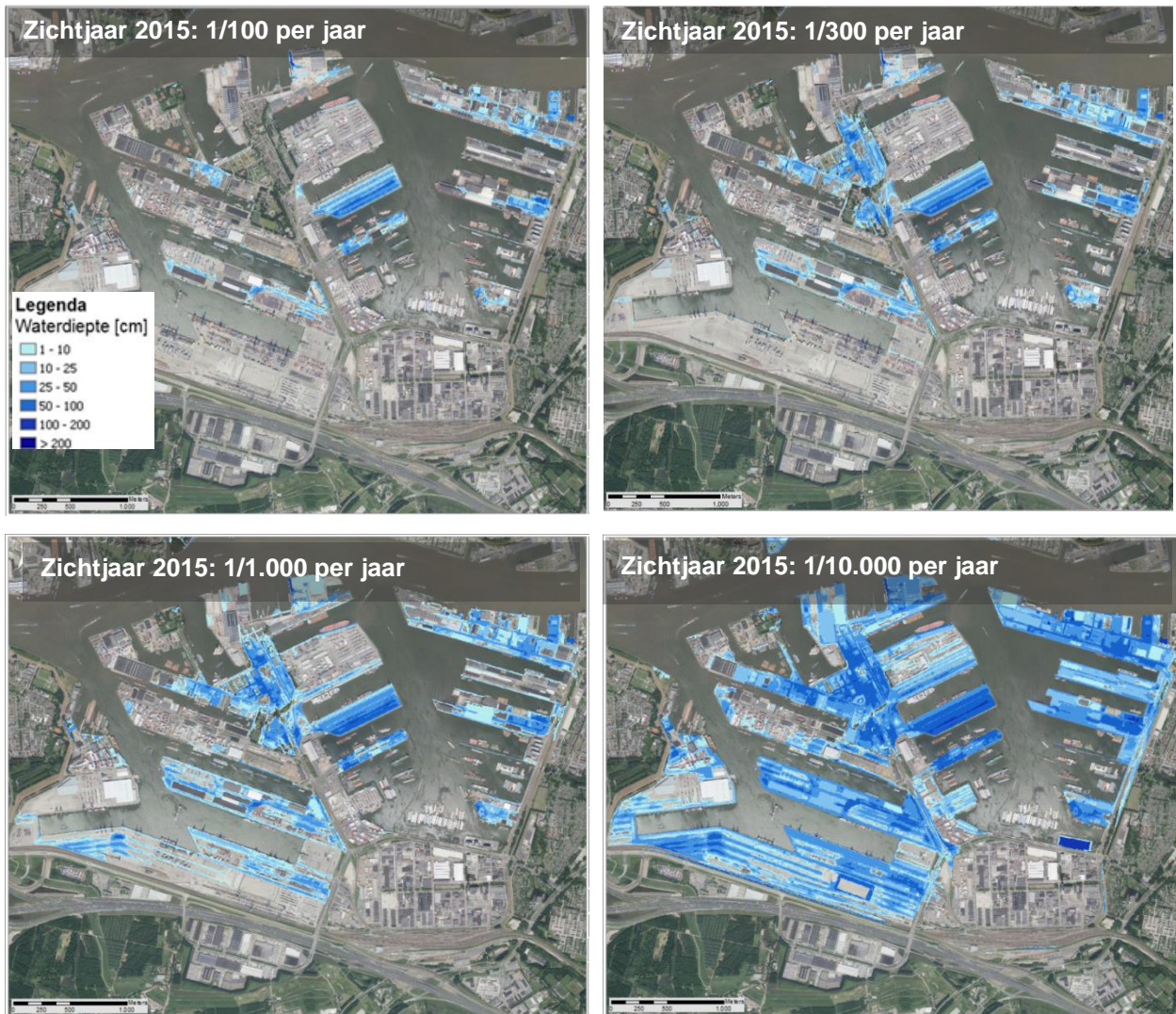
Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming in het studiegebied. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat, weliswaar met een kleine kans, een deel van de Waal-Eemhaven te maken kan krijgen met water in het gebied vanwege een overstroming vanuit de Noordzee. Figuur 8 geeft de huidige waterveiligheidssituatie in het gebied weer.



Figuur 8. De Waal-Eemhaven en de gemiddelde overstromingskans nu. In rood zijn waterkeringen voor het binnendijkse gebied weergegeven nabij het projectgebied. De blauwe pijlen geven aan waar de dreiging van hoogwater vandaan komt.

Uit de berekeningen blijkt dat er een kleine kans (1/1.000-1/10.000 per jaar) is dat een groot gedeelte van de Waal-Eemhaven te maken krijgt met water, vanwege een overstroming vanuit de Noordzee. Op een aantal plekken is de kans echter groter (1/10-1/100 per jaar, zie Figuur 8). Er is sprake van een overstroming wanneer de waterstand boven de terreinhoogte, van gemiddeld 3,6m+NAP, uitkomt. De verwachting is dat een dergelijke overstroming veroorzaakt wordt door een zeer zware Noordwesterstorm, met windkrachtpieken van 11 of 12 (Beaufort). Een dergelijke storm is ca. 2 dagen van tevoren met enige nauwkeurigheid te voorspellen. In het geval van een overstroming door het falen (niet sluiten) van de Maeslantkering, zal de reactietijd veel korter zijn. Het (zoute) water staat maximaal 1-2 dagen in het gebied.

Figuur 9 geeft een indicatie van de waterdiepte in 2015 bij vier verschillende frequenties: 1/100 per jaar, 1/300 per jaar, 1/1.000 per jaar en 1/10.000 per jaar. De achtergrond van deze kaarten is toegelicht in bijlage 2. De waterdiepte varieert tussen de 1cm en 1m bij een overstroming die eens in de 100 jaar voorkomt, maar dit betreft een beperkt gebied. Bij een overstroming die eens in 10.000 jaar voorkomt, een gebeurtenis met grote impact, zal het overgrote deel van de Waal-Eemhaven overstromen en loopt de waterstand op tot meer dan 2m op bepaalde laaggelegen plekken.



Figuur 9. Overstromingsbeelden voor de huidige situatie in de Waal-Eemhaven bij een kans van 1/100 jaar, 1/300 per jaar, 1/1.000 per jaar en 1/10.000 per jaar.

Overstromingskansen in de toekomst

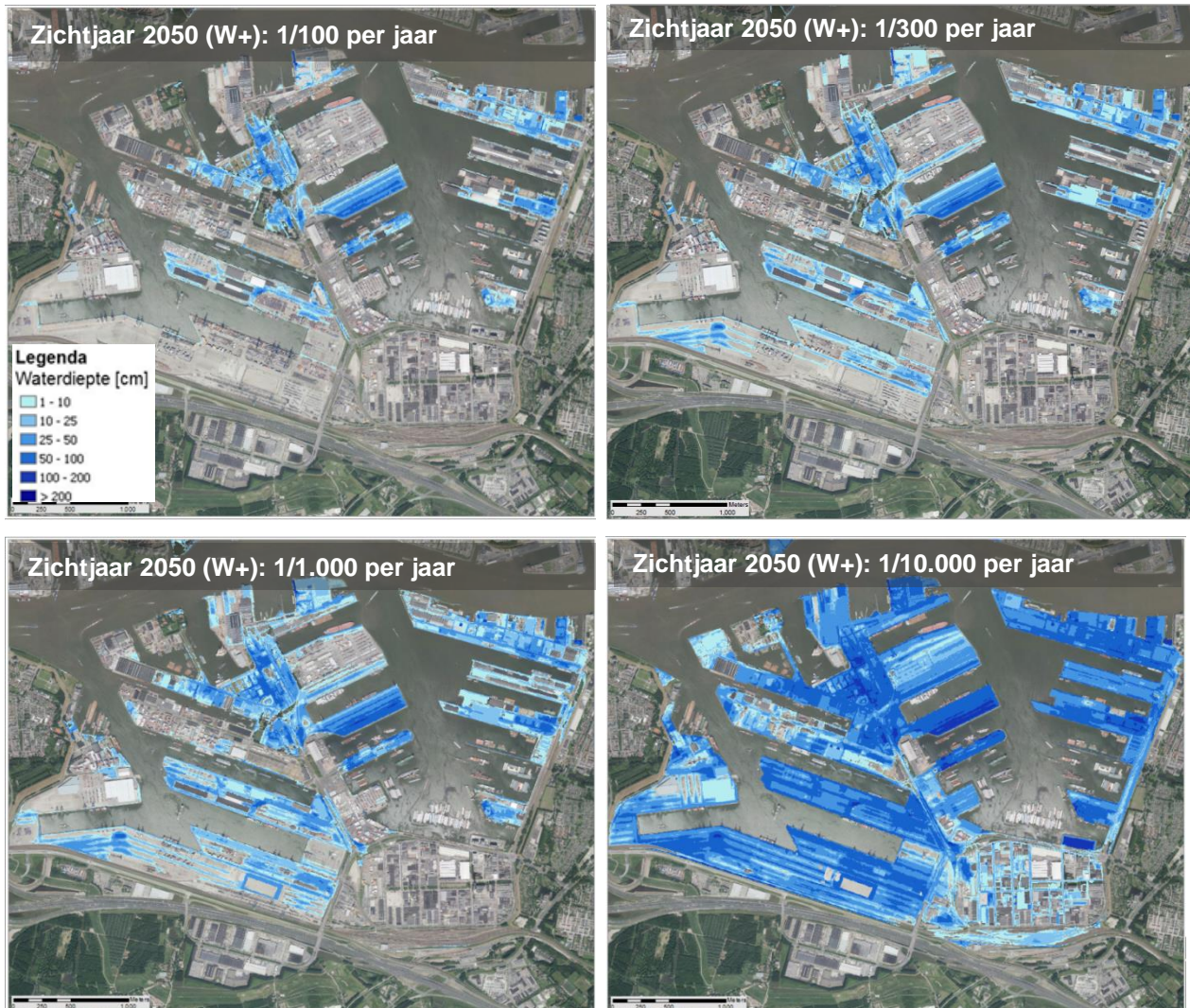
In de toekomst neemt de kans op overstromen toe door zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering. Om de toekomstige overstromingskansen in te kunnen schatten, zijn de klimaatscenario's van het KNMI en de daaraan gekoppelde verwachte zeespiegelstijging toegepast. Er zijn twee klimaatscenario's toegepast (Deltaprogramma Waterveiligheid, 2014): een snel (W+) en een langzaam (G) scenario. Bij W+ stijgt de zeespiegel met +35cm in 2050 en +85cm in 2100 (ten opzichte van 1990). Bij G blijft deze stijging beperkt tot +15cm in 2050 en +35cm in 2100 (ten opzichte van 1990). De zeespiegelstijging in het W+ scenario in 2050 treedt in het G scenario dus pas 50 jaar later op. Tabel 6 geeft de ontwikkeling weer van de waterdiepte in de tijd in de Waal-Eemhaven.

Tabel 6. Ontwikkeling waterdiepte in de tijd (2015 tot 2100) gebruik makend van de KNMI klimaatscenario's W+ en G. Met de kleuren is aangegeven wanneer de waterdiepte ongeveer gelijk is aan (geel) of hoger is dan (rood) het gemiddelde maaiveldniveau van de Waal-Eemhaven (3,6m +NAP). NB: De getallen bevatten een toeslagfactor van 10cm, zie Bijlage 2 voor verdere toelichting.

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	2015	2050 (W+) / 2100 (G)	2100 (W+)
10 jaar	3,0	3,1	3,3
100 jaar	3,2	3,3	3,4
300 jaar	3,3	3,4	3,5
1.000 jaar	3,4	3,5	3,7
3.000 jaar	3,5	3,6	4,0
10.000 jaar	3,6	3,9	4,3

De zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. Op dit moment krijgt een groot deel van het gebied te maken met water bij een overstroming met een herhalingstijd van eens in de 3.000 jaar. Ter vergelijking, de watersnoodramp van 1953 had een herhalingstijd van eens in de 300 jaar. In de toekomst vergroot de kans naar een herhalingstijd van eens in de 1.000 jaar bij een zeespiegelstijging van 35cm en eens in de 300 jaar bij een zeespiegelstijging van 85cm. Het beeld van een overstroming van 1/1.000 jaar in 2015 is ongeveer vergelijkbaar met een overstroming van 1/300 jaar in 2050 en van 1/100 jaar in 2100 op basis van het W+ scenario. De overstromingskans neemt dus ongeveer met een factor 3 toe in 2050 en nog weer eens met een factor 3 richting 2100 in het W+ klimaatscenario. Voor het G scenario geldt dat een overstroming met een frequentie van 1/300 jaar in 2100 een vergelijkbaar beeld oplevert als bij 1/1.000 jaar in de huidige situatie.

Figuur 10 laat zien hoe de overstromingskansen per deelgebied zich ontwikkelen in 2050. De figuur geeft een indicatie van de waterdiepte in 2050 bij vier verschillende frequenties: 1/100 per jaar, 1/300 per jaar 1/1.000 per jaar en 1/10.000 per jaar, op basis van het W+ klimaatscenario. In dit geval betekent een grote overstroming die eens in de 10.000 jaar voor komt, een overstroming van het gehele gebied, met over het algemeen waterstanden van een halve meter tot meer dan twee meter.



Figuur 10. Overstromingsbeelden in 2050 bij een kans van 1/100 jaar, 1/1.000 per jaar en 1/10.000 per jaar voor de Waal-Eemhaven voor het W+ klimaatscenario.

2.3 Gevolgen van een overstroming

Uit de analyse van de economische schade, milieuschade en (dodelijke) slachtoffers in de Pilot Waterveiligheid Botlek blijkt dat een overstroming in het havengebied vooral tot economische schade leidt. Zo is uit de Pilot Waterveiligheid Botlek naar voren gekomen dat in het havengebied de kans op overlijden gegeven een overstroming beperkt is, omdat de mensen die (nog) in het gebied aanwezig zullen zijn waarschijnlijk zelfredzaam zijn (geen zieken of ouderen). Ook zullen de aanwezige mensen niet overvallen worden door de storm. Als het gaat om milieuschade hebben de experts in de Pilot Waterveiligheid Botlek aangegeven dat de impact van milieuschade in de Botlek en Vondelingenplaat met veel BRZO-bedrijven naar verwachting verwaarloosbaar is ten opzichte van de economische schade. In de Waal-Eemhaven is naar verwachting de milieuschade nog beperkter dan in de Botlek, omdat het hier om gebruiksfuncties gaat met weinig milieueffecten. Om die reden zijn beide gevolgcategorieën niet nader geanalyseerd.

De (economische) gevolgen van een overstroming zijn samen met de gebruikers per bedrijfscategorie in beeld gebracht, zie Tabel 7.

Tabel 7. Kwalitatieve beschrijving van de gevolgen van een overstroming

Stukgoederenoverslag	
10-20cm water	<ul style="list-style-type: none"> • Schade aan laag gelegen verdeelkasten • Schade aan vorkheftrucks • Schade aan producten opgeslagen op/ vlak boven de grond • Schade aan hoger opgeslagen producten in verpakking die gevoelig is voor water
50cm water	<ul style="list-style-type: none"> • Schade aan hoger gelegen verdeelkasten • Schade aan hijskranen • Schade aan hoger opgeslagen producten (doortrekken tot ca. 2m)
Containers	
10-20cm water	<ul style="list-style-type: none"> • Schade aan pompen • Schade aan kraanputten • Schade aan kasten voor digitaal netwerk • Schade aan elektronica • Schade aan glasvezelverbindingen
50cm water	<ul style="list-style-type: none"> • Schade aan rollend materieel • Schade aan hijskranen • Schade aan reefercontainers • Schade aan hoger opgeslagen producten in containers
Bulkterminals	
10-20cm water	<ul style="list-style-type: none"> • Schade aan vorkheftrucks • Schade aan producten opgeslagen op/ vlak boven de grond
50cm water	<ul style="list-style-type: none"> • Schade aan hoger opgeslagen producten (doortrekken tot ca. 2m) • Schade aan elektrische installaties

Uitval van elektra kan voor schade in de keten zorgen, omdat bedrijfsprocessen dan stil kunnen komen te liggen. In de Waal-Eemhaven is een hoogspanningsstation aanwezig en meerdere midden- en laagspanningsstations. Uit de analyse uitgevoerd door Stedin blijkt dat naar verwachting het hoogspanningsstation niet zal falen, omdat er een behoorlijke waterdiepte bereikt moet worden (100 cm water) voordat dit het geval is. De kans op falen van de midden- en laagspanningsstations is groter (vanaf 30 cm water), maar de gevolgen daarvan zijn lokaal en zeer beperkt. Zo is het bij laagspanningsstations mogelijk om een uitgevallen station uit te kunnen sluiten, zodat de levering van de elektriciteit alleen stopt voor de afnemers van het uitgevallen laagspanningsstation. Het overstromingsrisico is de komende jaren voor de netwerkbeheerder dan ook nog acceptabel. Wat betreft het afschakelen van de elektriciteit, dit besluit wordt zo laat mogelijk genomen en in onderling overleg tussen diverse leveranciers en afnemers, zodat bedrijven nog over kunnen gaan tot een gecontroleerde 'shutdown' (Van der Zwet, pers.comm.).

De economische schade is bovendien kwantitatief geïnventariseerd. De analyse van de economische schade laat zien dat deze significant kan zijn in dit gebied, zeker in de toekomst en/of bij extremere gebeurtenissen met een kleine (1/1.000 per jaar) of zeer kleine (1/10.000 per jaar) kans op dit moment. In de analyse is onderscheid gemaakt tussen de directe schade die optreedt aan gebouwen, installaties en andere voorzieningen en de indirecte schade vanwege het stil komen te liggen van de bedrijfsvoering en/of het niet optimaal kunnen gebruiken van de aanwezige infrastructuur met als gevolg omzetverlies. De schadefuncties zijn opgesteld door Tebodin (Snuverink et al., 1998), verfijnd door HKV/VU (Nicolai, 2016b) in de Pilot Waterveiligheid Botlek en vervolgens toegepast om de directe economische schade te

berekenen. In deze studie is gekozen voor een praktische aanpak voor het bepalen van de indirecte schade. De indirecte schade is geschat met een opslagfactor op de directe schade (100% bovenop de directe schade). Deze factor is afgeleid op basis van de resultaten uit de Pilot Waterveiligheid Botlek en literatuur. De opslagfactor is constant gehouden per schadecategorie en per herhalingstijd om schijn-nauwkeurigheid te voorkomen. In de bijlage 3 is de gebruikte methode terug te vinden.

Een belangrijk uitgangspunt bij de bepaling van de gevolgen is dat is uitgegaan van een “standstil”, dat wil zeggen dat het huidige investeringsniveau en de huidige activiteiten van nu ook voor 2050 en 2100 gelden.

Huidige overstromingsrisico's

Overstromingsrisico's zijn een combinatie van kansen (op een overstroming) en gevolgen. Aan de hand van drie gebeurtenissen met verschillende overstromingskansen, worden de gevolgen van een overstroming nader toegelicht².

1. Een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 1/100 per jaar

Het gaat hier om een zware storm. Alleen de laag gelegen gebieden overstromen, denk aan Pier 7 en Pier 8, meestal met een geringe waterdiepte (10-20cm). Een beperkt aantal bedrijven (circa 2% van het totaal aantal bedrijven) krijgt te maken met een waterdiepte van meer dan 0,5m. De kritische assets zijn vorkheftrucks, pompen en kraanputten. Een klein beetje water op het maaiveld is al voldoende voor schade, omdat deze assets dan falen. Ook kwetsbaar zijn kasten voor het digitale netwerk, verdeelkasten, elektronica en glasvezelverbindingen. Bij een beperkte waterdiepte vallen deze uit. Producten opgeslagen op of vlak boven de grond en/of producten die hoger opgeslagen zijn met watergevoelige verpakkingen kunnen ook schade oplopen door het zoute zeewater.

Bij deze gebeurtenis is de verwachting dat de totale schade op circa 24 miljoen Euro in 2015 uitkomt. Figuur 11 geeft een indicatie van de gevolgen in termen van economische schade per deelgebied van deze gebeurtenis.

² Algemeen uitgangspunt bij de uitwerking van de gebeurtenissen is dat bedrijven door tijdige waarschuwing in staat zijn om – zo nodig – over te gaan tot een gecontroleerde shutdown. Het is echter niet uit te sluiten dat een ongecontroleerde shutdown optreedt.

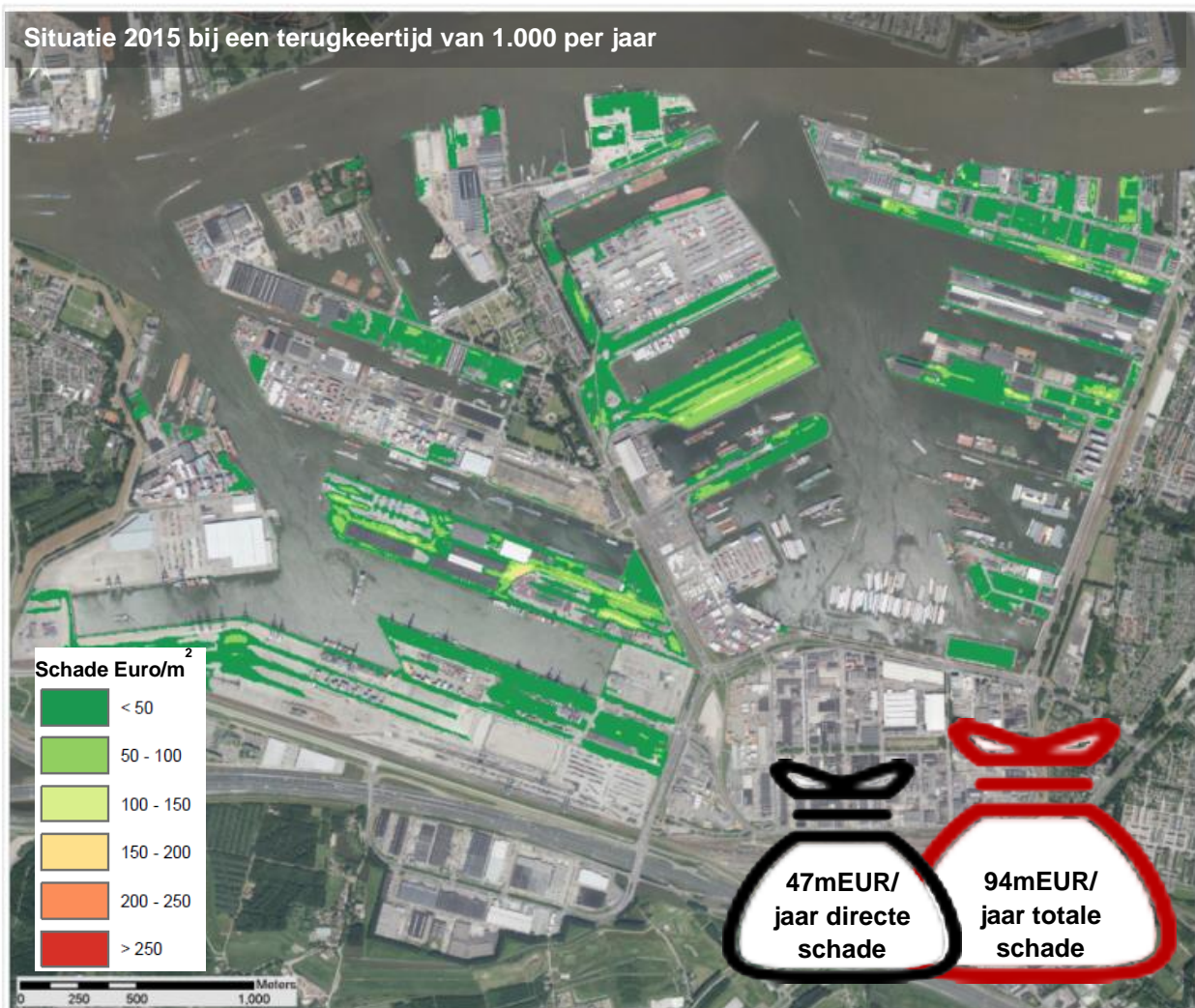


Figuur 11. Indicatie van de gevolgen van een hoogwater in het projectgebied bij een overstrooming in 2015 met een terugkeertijd van 100 per jaar.

2. Een overstrooming in 2015 met een frequentie van 1/1.000 per jaar

Deze overstrooming heeft een kleine kans, maar leidt er wel toe dat ongeveer de helft van Waal-Eemhaven onder water komt te staan. Ter vergelijking, de watersnoodramp van 1953 had een herhalingsstijd van eens in de 300 jaar. Bij deze gebeurtenis is er sprake van een zeer zware noordwesterstorm met een windkracht die tijdens de piek zeer zwaar zal zijn (Beaufort 11 en hoger). Op beperkte schaal krijgt de Waal-Eemhaven te maken met een waterdiepte van meer dan een 0,5m, vooral bij containerbedrijven en stukgoederenoverslag. Bij meer dan een halve meter water ontstaat er schade aan hijskranen, rollend materieel, hoger gelegen verdeelkasten en reefercontainers.

Deze gebeurtenis resulteert naar verwachting in een totale schade van circa 94 miljoen Euro in 2015. Figuur 12 geeft een indicatie van de gevolgen in termen van economische schade per deelgebied van deze gebeurtenis.



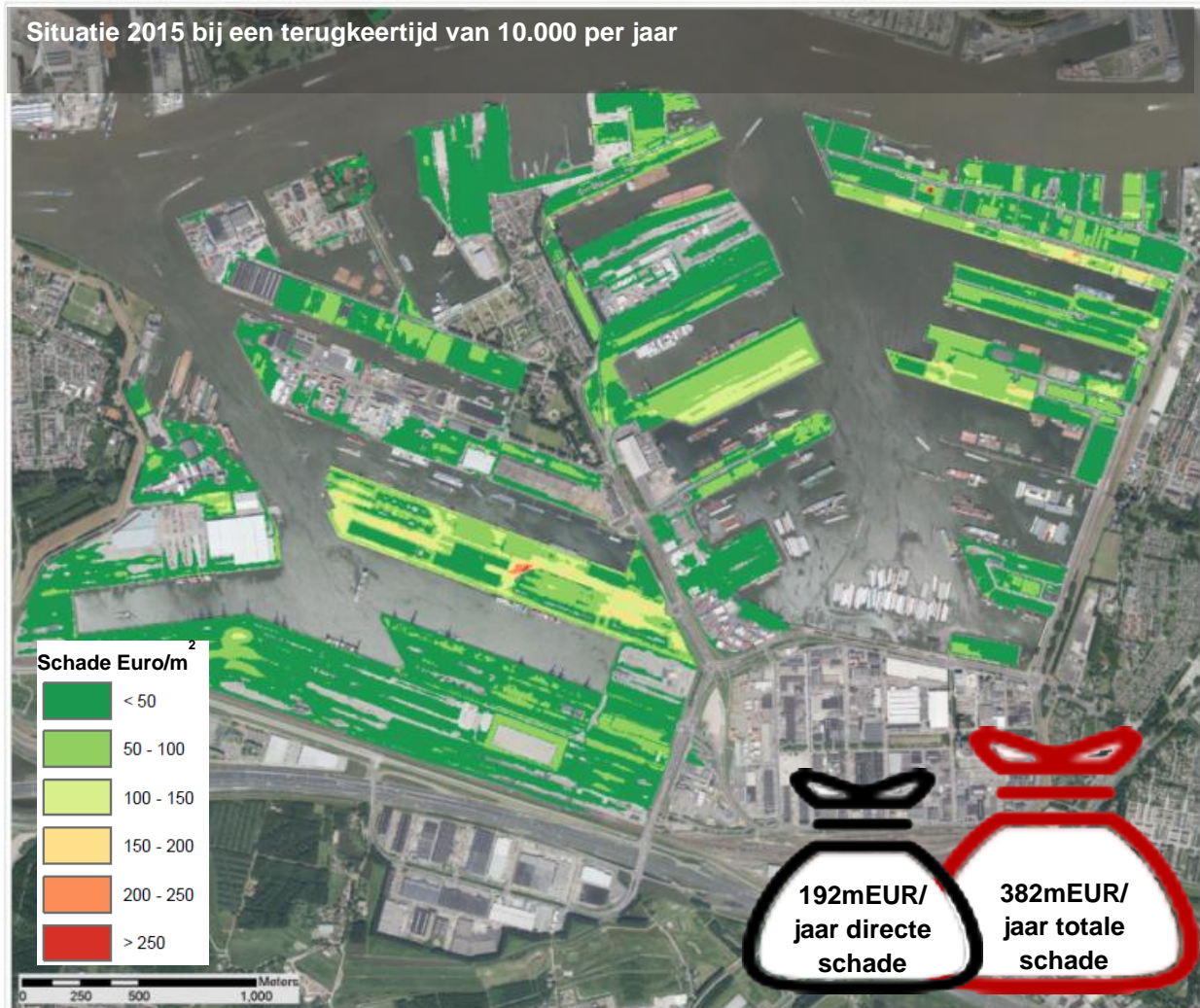
Figuur 12. Indicatie van de gevolgen van een hoogwater in het projectgebied bij een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 1.000 per jaar.

3. Een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 1/10.000 per jaar

Een overstroming met een terugkeertijd van 1/10.000 per jaar is een gebeurtenis met een zeer kleine kans, maar met grote gevolgen. Bijna de hele Waal-Eemhaven krijgt te maken met water, met voor een groot deel waterstanden tussen 0,5m - 1m boven het maaiveld. In dit geval ondervinden ook bulkterminals en elektriciteitsvoorzieningen schade. De schade kan bij bulkterminals erg groot zijn, afhankelijk van de waarde van de producten die er opgeslagen zijn. Het is ook voor te stellen dat er producten opgeslagen liggen die de afnemer nodig heeft tijdens of direct nadat de overstroming plaats heeft gevonden. Schade aan die producten kan dan ook het productieproces van de afnemer hinderen.

Schade aan de elektriciteitsvoorziening en toegangswegen kan resulteren in de stillegging van de bedrijfsvoering. De toegangswegen liggen in dit gebied lager dan de omliggende percelen. Hoewel water snel weer wegstroomt wordt alsnog verwacht dat de wegen langere tijd onbruikbaar zijn, omdat deze gereserveerd zijn voor crisisbeheersing. Ook eventuele reparaties aan de weg kunnen lange tijd zorgen voor een beperkte toegang tot het gebied. De hoogspanningsstations blijven echter ook bij deze gebeurtenis droog boven het water.

De directe schade stijgt naar verwachting naar circa 192 miljoen Euro in 2015 en de totale economische schade is twee keer zo hoog. Figuur 13 geeft een indicatie van de gevolgen in termen van economische schade per deelgebied van deze gebeurtenis.



Figuur 13. Indicatie van de gevolgen van een hoogwater in het projectgebied bij een overstroming in 2015 met een terugkeertijd van 10.000 per jaar.

Ontwikkeling overstromingsrisico's

Als gevolg van klimaatverandering stijgt de zeespiegel waardoor de kans op overstromen en daarmee de economische schade toeneemt. Tabel 8 laat een schatting van de ontwikkeling van de economische schade zien op basis van modelberekeningen. De tabel geeft voor verschillende herhalingsstijden (1/100 tot 1/10.000 per jaar) de directe, indirecte en totale schadebedragen. De verwachte jaarlijkse schade (ook wel: het risico) in deze tabel is de som van de kans van voorkomen en de gevolgschade van de gebeurtenissen met verschillende herhalingsstijden. Dit bedrag geeft het risico weer dat op jaarbasis optreedt als gevolg van de dreiging van hoogwater. Deze verwachte jaarlijkse schade wordt later gebruikt in de kosten-batenanalyse (zie hoofdstuk 3 en verder). De theorie achter het bepalen van de baten wordt uitgelegd in Bijlage 6.

Tabel 8. Ontwikkeling economische schade in de Waal-Eemhaven door klimaatverandering (W+ scenario) in miljoenen Euro

Herhalingstijd	Directe schade (mEUR)			Indirecte schade (mEUR)			Totale schade (mEUR)		
	2015	2050	2100	2015	2050	2100	2015	2050	2100
1/10 jaar	3	4	19	3	4	19	5	8	37
1/100 jaar	12	22	66	12	22	66	24	44	132
1/300 jaar	22	43	113	22	43	113	45	86	227
1/1.000 jaar	47	80	248	47	80	248	94	159	497
1/3.000 jaar	84	153	464	84	153	464	167	305	929
1/10.000 jaar	192	371	726	192	371	726	384	742	1.452
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [EUR/jaar] ³	1,2	2,1	7,2	1,2	2,1	7,2	2,4	4,3	14,3
Contante Waarde VJS [EUR]	41,6	73,4	247,2	41,6	73,4	247,2	83,2	146,7	494,4

De schadebepaling in Tabel 8 laat zien dat de directe schade toeneemt van 1,2 miljoen Euro per jaar in 2015 naar 2,1 in 2050 tot 7,2 miljoen Euro per jaar in 2100 (W+ scenario). Met de aanname dat de indirecte schade even groot is als de directe schade, is de totale schade twee keer zo groot als de directe schade.

2.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Maatregelen om overstromingsrisico's te beheersen zijn gewenst zodra een risico niet meer als acceptabel beschouwd wordt. Wat als een 'acceptabel risiconiveau' beschouwd kan of mag worden is in geval van buitendijks gebied geen uitgemaakte zaak. Voor buitendijkse gebieden zijn er geen wettelijke normen voor bescherming tegen een overstroming. Om toch een beeld te vormen van de overstromingsrisico's die toenemen als gevolg van de stijgende zeespiegel zijn deze in perspectief van een aantal kaders geplaatst. Ten eerste zijn de overstromingsrisico's in internationaal perspectief geplaatst, dat wil zeggen de overstromingskans is vergeleken met de overstromingskansen in andere zeehavens. En ten tweede is in de pilot Waterveiligheid Botlek een afwegingskader opgesteld om overstromingsrisico's in het perspectief te plaatsen van publieke kaders voor overstromingsrisico's in binnendijks gebied. Dat afwegingskader is ook in dit project gebruikt.

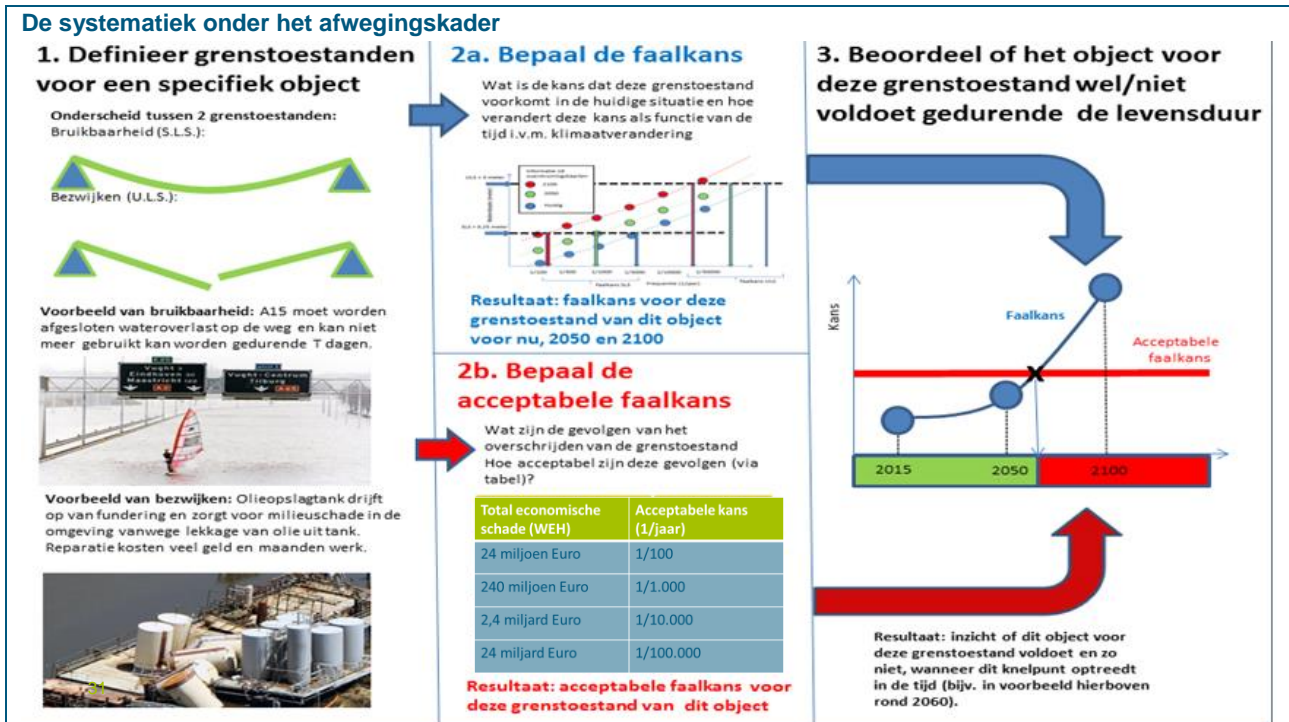
Overstromingsrisico's in internationaal perspectief

Tretjakova (2012) heeft op globaal niveau een vergelijking gemaakt tussen overstromingskansen in diverse internationale grote zeehavens (Hamburg, Londen, Melbourne, New York, Ho Chi Minh, etc.). De overstromingskans van de internationale zeehavens in Engeland, Duitsland, de VS ligt in de range van 1/100 – 1/1.000 jaar. Hieruit blijkt dat de Rotterdamse haven in vergelijking met deze havens relatief veilig is (de overstromingskansen in de Rotterdamse haven zijn gemiddeld een factor 1 tot 100 lager).

³ De verwachte jaarlijkse schade is de som van de schades bij de verschillende overstromingsevents waarin de kans van voorkomen van het desbetreffende event is verdisconteerd.

Overstromingsrisico's in perspectief van andere publieke kaders

In de pilot Waterveiligheid Botlek is een afwegingskader ontwikkeld om overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied af te wegen. Dit afwegingskader is gebruikt om de overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven in perspectief te plaatsen van nationale veiligheidskaders. Het onderstaande kader vat dit afwegingskader samen. In bijlage 4 wordt een nadere toelichting gepresenteerd.



Figuur 14. Stappen in de systematiek van het afwegingskader

Stap 1. De eerste stap analyseert wanneer, dat wil zeggen bij welke waterdiepte, een object niet meer bruikbaar is met onderscheid tussen SLS, de beperkte bruikbaarheid van een object (functioneel falen), en ULS, het bezijken van een object.

Stap 2a. Stap 2a bepaalt bij de waterdiepten voor SLS en ULS wat de faalkans is voor verschillende jaren (2015, 2050 en 2100).

Stap 2b. Stap 2b analyseert de gevolgen van het falen in termen van economische schade in het licht van waterveiligheidsnormen voor binnendijkse gebieden. Aangezien in de pilot Waterveiligheid Botlek bleek dat economische schade bepalend is voor de risicoafweging (de kans op slachtoffers en milieuschade is naar verwachting klein), zijn milieuschade en slachtoffers niet meegenomen. Deze analyse heeft geleid tot het bepalen van grensniveaus voor acceptabele faalkansen (zie onderstaande tabel).

Tabel 9. Gehanteerde grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totale economische schade in Waal-Eemhaven	Gehanteerde grensniveaus
24 miljoen Euro	1/100
240 miljoen Euro	1/1.000
2,4 miljard Euro	1/10.000
24 miljard Euro	1/100.000

Stap 3. De laatste stap vergelijkt de kans dat het object overstroomt met een bepaalde waterstand (2a) met de acceptabele kans van optreden (2b). Het eindbeeld geeft inzicht of en wanneer de faalkans van een object een in het afwegingskader gehanteerd grensniveau overschrijdt in de loop van de tijd. Het overschrijden van het grensniveau geeft input voor het bepalen of een zekere faalkans nog acceptabel geacht zou kunnen worden: de afweging van het risico.

Kanttekeningen bij het afwegingskader

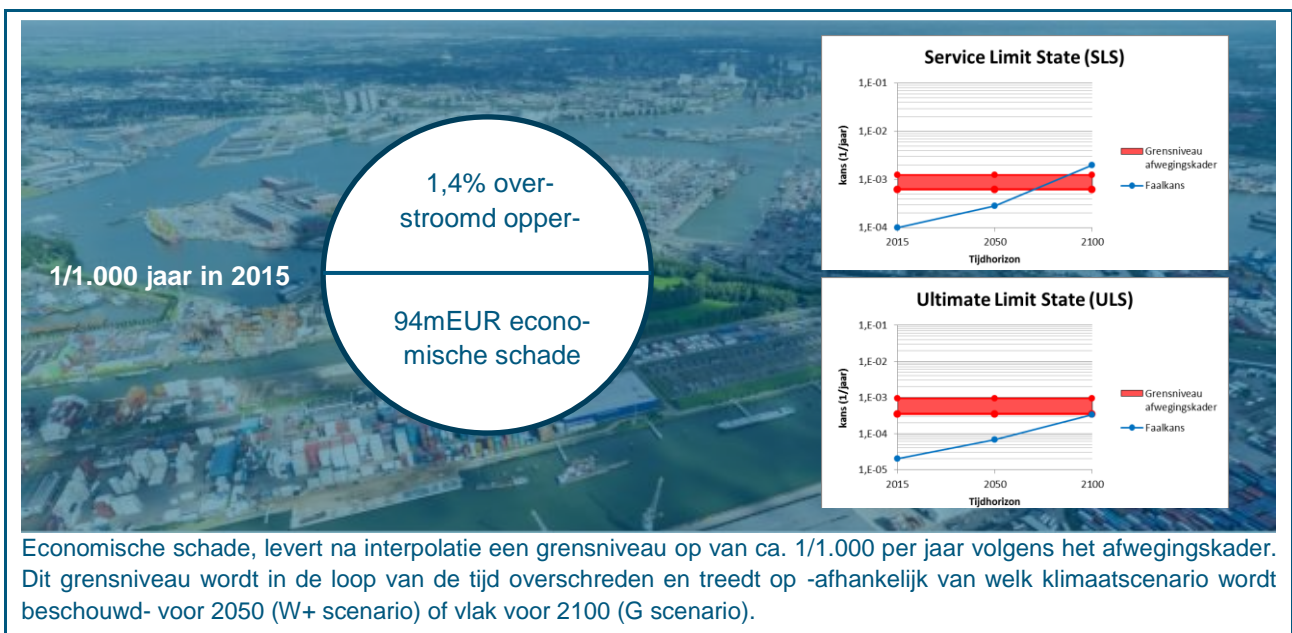
Er zijn twee belangrijke kanttekeningen bij het afwegingskader. Ten eerste zijn de gekozen grenzen voor het acceptabel risico geen vast gegeven. Ze hebben een bandbreedte. Dit komt omdat het gekozen grensniveau van het economische risico in het binnendijkse gebied niet 1-op-1 te vertalen is naar het buitendijkse gebied. Er zijn diverse aannames gemaakt om hier een richtgetal voor af te leiden. Daarnaast zal per partij verschillen wat een acceptabel risico is in buitendijks gebied. Dit is afhankelijk van hun eigen beleid.

De resultaten van het afwegingskader zijn gevoelig voor de keuzes die zijn gemaakt voor de grensniveaus. Als voorbeeld wordt hier de timing besproken waarop het grensniveau wordt overschreden, omdat deze resultaten zijn gebruikt om maatregelen in de tijd te plaatsen. Stel dat het economische risico in 2050 het grensniveau bereikt. Een keuze voor een 2x zo hoog (of 2x zo laag) acceptabel economisch risico zorgt ervoor dat dit moment verschuift naar 2080 (of 2020). Dit voorbeeld laat zien dat de timing gevoelig is voor de keuze van het grensniveau. De hieronder gepresenteerde resultaten moeten in dit licht met de nodige marge geïnterpreteerd worden.

Het is van belang om te realiseren dat, gelet op de onzekerheden en aannames (zie kader), dit afwegingskader een indicatie oplevert van de timing waarop het grensniveau wordt bereikt. Verschillende partijen maken bijvoorbeeld verschillende keuzes over wat voor hen een acceptabel risiconiveau is. Een andere keuze voor het acceptabele risiconiveau, resulteert in een ander moment dat de grens daarvan overschreden wordt.

Gebiedsgerichte afweging van overstromingsrisico's met het afwegingskader

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van de Waal-Eemhaven zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Figuur 15 licht de risicoafweging voor de Waal-Eemhaven toe voor een overstroming met een frequentie van 1/1.000 per jaar in 2015.



Economische schade, levert na interpolatie een grensniveau op van ca. 1/1.000 per jaar volgens het afwegingskader. Dit grensniveau wordt in de loop van de tijd overschreden en treedt op -afhankelijk van welk klimaatscenario wordt beschouwd- voor 2050 (W+ scenario) of vlak voor 2100 (G scenario).

Figuur 15. Afweging van het overstromingsrisico bij een overstroming van 1/1.000 per jaar in 2015 met het afwegingskader voor het W+ en G klimaatscenario van het KNMI

Per pier ziet de afweging er anders uit. Zowel de overstromingskans als de gevolgen verschillen immers per gebied. Tabel 10 presenteert het resultaat van de verkenning van de grensniveaus per deelgebied met het afwegingskader bij het klimaatscenario W+. De grensniveaus verschuiven naar de toekomst bij het gematigder klimaatscenario G. In de tabel zijn de volgende kleurcodes gebruikt:

- Groen: onder grensniveau (acceptabele faalkans) van het afwegingskader.
- Geel: acceptabele faalkans en faalkans vallen ongeveer samen.
- Rood: boven grensniveau/ acceptabele faalkans van het afwegingskader.

Tabel 10. Verkenning grensniveaus met het afwegingskader per deelgebied in de Waal-Eemhaven bij het klimaatscenario W+—groen betekent dat het grensniveau nog niet bereikt is, bij geel valt het risico op het grensniveau en bij rood wordt het grensniveau overschreden.

Deelgebieden	Bruikbaarheidsgrens			Bezwijkgrens		
	2015	2050	2100	2015	2050	2100
Waal-Eemhaven	Green	Green	Red	Green	Green	Yellow
Sluisjesdijk	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow
Pier 1	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow
Pier 2	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow
Pier 4	Green	Yellow	Red	Green	Green	Green
Pier 6	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Pier 7	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red
Pier 8	Green	Green	Red	Green	Green	Green
RDM	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Eemhavenweg	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Bunschotenweg	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Den Hamweg	Yellow	Red	Red	Green	Green	Red
Eemnesweg	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Noord Vondelingenweg	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Streefwaalseweg	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Uit deze verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat in grote delen van de Waalhaven, vanaf 2050 maatregelen gewenst zouden zijn als de bruikbaarheidsgrens niet overschreden mag worden. Voor grote delen van de Eemhaven komt dat moment pas in 2100. Voor de bezwijkgrens ligt de grens voor alle gebieden veel hoger: in 2100 of zelfs nog verder in de tijd.

Het gebruikte afwegingskader geeft alleen een indicatie van de timing. Een aantal bedrijven in de Waal-Eemhaven concludeert bijvoorbeeld op grond van hun eigen risicoafwegingen dat maatregelen op korte termijn gewenst zijn of juist nog lang niet. De reden om maatregelen uit te stellen is gebaseerd op de kosten van het nemen van een maatregel in relatie tot de verwachte schadereductie van deze maatregel, de baten. Het risico is acceptabel zolang de kosten van het nemen van een maatregel hoger zijn dan de te verwachte baten.

Sectorgerichte afweging van overstromingsrisico's met het afwegingskader

Het afwegingskader is ook gebruikt om een afweging te maken van de overstromingsrisico's voor afzonderlijke sectoren. Het moment waarop een sector faalt door een bepaalde waterdiepte is afgezet tegen de

grensniveaus van het afwegingskader (gelijk aan de gebiedsgerichte afweging). Tabel 11 geeft de verkenning van de risicoafweging voor de verschillende sectoren weer (de complete analyse is te vinden in bijlage 5)⁴ bij het klimaatscenario W+. De grensniveaus verschuiven naar de toekomst bij het gematigder klimaatscenario G. In de tabel zijn de volgende kleurcodes gebruikt:

- Groen: onder grensniveau (acceptabele faalkans) van het afwegingskader.
- Geel: acceptabele faalkans en faalkans vallen ongeveer samen.
- Rood: boven grensniveau/ acceptabele faalkans van het afwegingskader.

Tabel 11. Verkenning grensniveaus met het afwegingskader per sector in de Waal-Eemhaven bij het W+ klimaatscenario – groen betekent dat het grensniveau nog niet bereikt is, bij geel valt het risico op het grensniveau en bij rood wordt het grensniveau overschreden.

Sectoren	Bruikbaarheidsgrens			Bezwijkgrens		
	2015	2050	2100	2015	2050	2100
Bulkterminals	Green	Yellow	Red	Green	Green	Green
Containerbedrijven	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Nutsbedrijven	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Overige industrie	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Stukgoederenoverslag	Green	Yellow	Red	Green	Green	Red
Transportmiddelenindustrie	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
Distriparken	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green

Tabel 11 geeft weer dat in de huidige situatie (2015) de overstromingsrisico's voor alle sectoren onder het grensniveau van het afwegingskader liggen. In de toekomst nemen de risico's als gevolg van zeespiegelstijging toe. Hierdoor komen de kansen op schade voor bulkterminals en stukstukgoederenopslag vanaf 2050 ongeveer op het grensniveau te liggen. Vanaf 2100 wordt de bruikbaarheidsgrens bereikt voor de meeste categorieën en overschreden voor containers en stukgoederenopslag. Ten slotte geeft deze analyse, net als bij de gebiedsgerichte afweging, weer dat het niet-bruikbaar zijn (SLS) voor afzonderlijke sectoren in alle gevallen een meer maatgevende situatie is dan bezwijken (ULS). De combinatie van de kans op niet-bruikbaar zijn (SLS) en de daarmee gepaard gaande schade is blijkbaar groter dan in het geval van bezwijken (ULS).

Op individueel bedrijfsniveau kan de hierboven beschreven situatie heel anders liggen, bijvoorbeeld omdat de geografische ligging van een specifiek bedrijf binnen een sector gunstiger of ongunstiger is dan het gemiddelde.

⁴ Merk op dat deze grenstoestanden vaak zodanig zijn gekozen dat er sprake is van begin van falen en niet per definitie integraal falen. Bijvoorbeeld: gemiddeld 10 centimeter water op het overstroomde deel van het terrein kan tot stopzetten van een deel van de activiteiten leiden, maar zal de site niet compleet onbruikbaar maken. Hetzelfde kan gezegd worden voor de grenstoestand bezwijken (ULS).

3 Maatregelen om overstromingsrisico's te beheersen

Voor het verkennen van mogelijke maatregelen om overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven te beheersen is het concept Meerlaagsveiligheid (MLV) gebruikt. Ondanks dat MLV in het Nationaal Waterplan 2009-2015 betrekking had op de bescherming van binnendijs gebied, bleek uit de pilot Waterveiligheid Botlek dat de lagenindeling ook goed toepasbaar is in buitendijs gebied. Echter, net als het Botlekgebied, is ook de Waal-Eemhaven uniek als buitendijs gebied, omdat het gedeeltelijk wordt beschermd door de Maeslantkering.

Soms laten maatregelen voor buitendijs gebied zich moeilijk in het MLV kader plaatsen, afhankelijk van de precieze definitie. De volgende definitie van de lagen van MLV is gebruikt in dit rapport:

1. **Preventie:** gericht op het verlagen van de kans op een overstroming door het implementeren van een structurele maatregel in een deelgebied (Waalhaven, Eemhaven of een pier). Denk bijvoorbeeld aan kade ophoging, dijken en stormvloedkeringen.
2. **Ruimtelijke adaptatie:** gericht op het beheersen van overstromingsrisico's door een duurzame ruimtelijke inrichting van het gebied. Denk bijvoorbeeld aan bouwcodes, waterrobuust maken van gebouwen en ophogen van sites.
3. **Crisisbeheersing:** gericht op het beheersen van overstromingsrisico's door een betere voorbereiding op en herstellen van schade na een overstroming met tijdelijke maatregelen (denk aan evacuatieplannen, noodmaatregelen zoals zandzakken of geavanceerde nooddijken, etc.).



Figuur 16. MLV met van onder naar boven preventie, ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing.

3.1 Aanpak: trechteren van maatregelen

In eerste instantie zijn de mogelijke maatregelen breed geïnteriseerd. Vanuit dit brede overzicht is getrechterd naar maatregelen die kansrijk zijn om een veelbelovende adaptatiestrategie op te stellen. De inventarisatie is uitgevoerd op basis van de maatregeleninventarisatie uit de pilot Waterveiligheid Botlek (gebaseerd op het Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden 2014, notitie van Konter, J. 2013, het onderzoek van Leede, R. de en Veen, P. 2014) en expert judgement.

In verschillende stappen zijn de naar verwachting meest kansrijke maatregelen geselecteerd. Het selectieproces kan versimpeld, aan de hand van drie stappen, weergegeven worden. Deze worden hieronder kort beschreven. Tabel 12 geeft met rode vlakken weer of en in welke stap maatregelen zijn afgevallen. In dit hoofdstuk en in hoofdstuk 4 worden de maatregelen en de analyse nader beschreven.

Tabel 12. Overzicht maatregelen met per stap in rood aangegeven of en in welke stap een maatregel afgevallen is.

Maatregelen	Stap 1 (Literatuurstudie – H.3)	Stap 2 (Kwalitatief in workshop – H.4)	Stap 3 (Kwantitatief – H.4)
Laag 1: Preventie			
Faalkansverlaging Maeslantkering			
Ophoging van kades en glooiingen			
Compartmentering (alleen i.c.m. kades ophogen)			
Afsluitbaar-openkering in openingen van Waal-Eemhaven			

Maatregelen	Stap 1 (Literatuurstudie – H.3)	Stap 2 (Kwalitatief in workshop – H.4)	Stap 3 (Kwantitatief – H.4)
Laag 2: Ruimtelijke adaptatie			
Waterberging			
Ophoging van deelgebieden / terreinen			
Functiewijziging van deelgebieden / terreinen			
Verplaatsing van activiteiten en voorzieningen			
Dry proofing			
Wet proofing			
Laag 3: Crisisbeheersing			
Nood- en/of herstelplannen			
Noodvoorzieningen			
Nooddijken / -keringen			
Crisisbeheerplan			

Stap 1 – Mogelijke maatregelen

Op basis van literatuuronderzoek en expert judgement zijn mogelijke maatregelen om overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven te beheersen geïnventariseerd. Expert judgement heeft geleid tot een eerste selectie op basis van het realiteits- en haalbaarheidsgehalte van een maatregel. Het *verlagen van de faalkans van de Maeslantkering* is in dit stadium afgefallen. Het effect van deze maatregel op overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven is namelijk zeer beperkt, omdat deze maatregel vooral effect heeft op overstromingen met lage herhalingstijden. De Waal-Eemhaven overstroomt echter al bij hogere herhalingstijden (vanaf 1/100-1/3.000), in tegenstelling tot het hoger gelegen Vondelingenplaat. De Vondelingenplaat overstroomt alleen bij lage herhalingstijden (1/3.000 en 1/10.000 jaar), waardoor het verlagen van de faalkans van de Maeslantkering daar wel een effectieve maatregel lijkt. Een uitgebreidere analyse met schade- en risicogetallen is opgenomen in bijlage 6. Ook *waterberging* is in deze stap afgefallen, omdat er onvoldoende ruimte is om deze maatregel te implementeren.

Stap 2 – Maatregelen voor mogelijke adaptatiestrategieën kwalitatief beoordeeld in de workshop

In dialoog met belanghebbenden (zie bijlage 1 voor de deelnemende partijen) zijn de maatregelen ingedeeld bij mogelijke adaptatiestrategieën. Aan de basis van deze indeling ligt een gezamenlijke kwalitatieve beoordeling van de maatregelen op effectiviteit, uitvoerbaarheid en tijd/flexibiliteit. *Wet proofing van assets* en het *verplaatsen van activiteiten en voorzieningen* vallen af, omdat de bedrijventerreinen hier geen mogelijkheid toe bieden en de producten van de betreffende bedrijven niet geschikt zijn om met water in contact te komen. Ook de maatregel om *nooddijken en noodkeringen* in te zetten is komen te vervallen, omdat hier onvoldoende vertrouwen in is door betrokkenen en er twijfels zijn over de uitvoerbaarheid. De kwalitatieve beoordeling komt in hoofdstuk 4 aan bod en wordt in bijlage 6 nader toegelicht.

Stap 3 – Maatregelen voor mogelijke adaptatiestrategieën kwantitatief beoordeeld

Na de kwalitatieve beoordeling met belanghebbenden zijn ook de kosten en baten van de maatregelen in de mogelijke adaptatiestrategieën geanalyseerd. In deze stap zijn de *afsluitbaar-openkeringen in beide openingen* van de Waal-Eemhaven afgefallen, omdat de kosten niet in verhouding staan tot de verwachte schadereductie. Deze kwantitatieve beoordeling komt in hoofdstuk 4 aan bod en wordt in bijlage 6 nader toegelicht.

Dit selectieproces heeft geleid tot een aanbeveling voor een adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven. Deze strategie bestaat uit de meest kansrijke maatregelen uit de verschillende mogelijke adaptatiestrategieën. In hoofdstuk 5 wordt de aanbevolen adaptatiestrategie beschreven.

De volgende paragrafen beschrijven per laag uit het concept MLV de maatregelen die in samenspraak met de belanghebbenden geïnteriseerd zijn voor mogelijke strategieën om overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven te beheersen (de maatregelen die meegenomen zijn naar stap 2): preventie (§3.2), ruimtelijke adaptatie (§3.3) en crisisbeheersing (§3.4). Alle maatregelen zijn zodanig gedimensioneerd dat ze de overstromingsrisico's naar een acceptabel risiconiveau brengen volgens de resultaten van het afwegingskader per deelgebied.

3.2 Preventie

Bij preventieve maatregelen gaat het om het realiseren van permanente fysieke maatregelen die ervoor zorgen dat de kans op overstromen, in één of meerdere deelgebieden, omlaag gaat. Het gaat dan om maatregelen die de kans op overstromen verlagen (bijv. door hogere en sterkere dijken) of door het verlagen van hydraulische belastingen (lagere waterstanden en/of lagere golven).

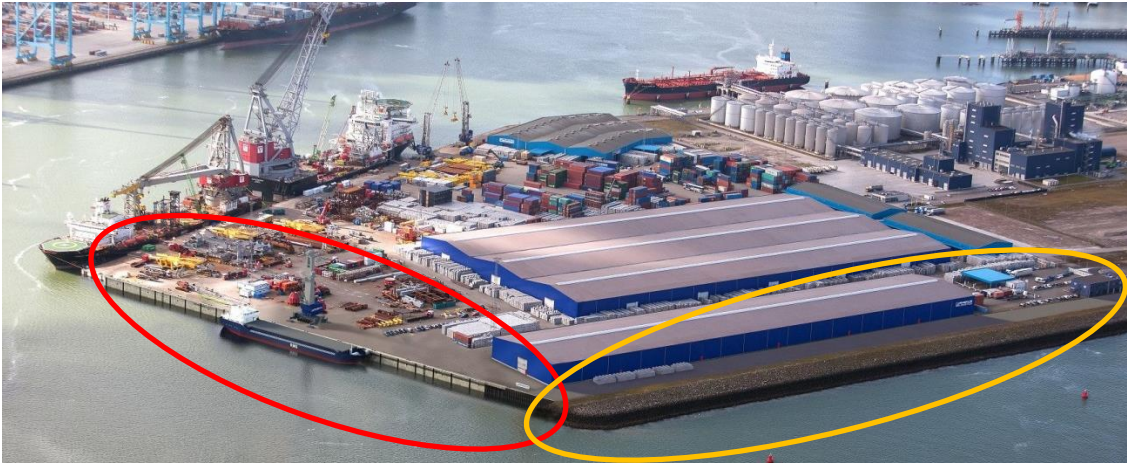
Mogelijke preventieve maatregelen voor het beheersen van overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven zijn:

1. Kades en glooiingen ophogen in deelgebieden;
2. Compartimenteren (alleen effectief in combinatie met kades ophogen);
3. Aanleggen afsluitbaar-openkering in beide openingen van de Waal-Eemhaven.

1. Kades en glooiingen ophogen in deelgebieden

De scheiding tussen land en water op haventerreinen kenmerken zich in twee varianten, namelijk: kades (kademuren) en glooiingen. Figuur 17 laat het onderscheid zien tussen een kade en een glooiing. Bij het ophogen (en versterken) van kades en glooiingen wordt er voor gezorgd dat deelgebieden pas kunnen overstromen als een ontwerpwaterstand wordt overschreden.

- Kades onderscheiden zich doordat hier schepen kunnen aanmeren langs de verticale muur. Bij kades dient de verticale wand (kade muur) inclusief achterliggend laad- en loosterrein op juiste hoogte te worden gebracht en de verticale muur dient indien nodig versterkt te worden (bijvoorbeeld door extra verankering aan te brengen).
- Glooiingen liggen onder een helling en zijn bekleed met stortsteen en of gras. Schepen kunnen hier niet direct aanmeren. Bij het ophogen van glooiingen geldt dat een grondverzet wordt aangebracht en de stenen bekleding omhoog wordt doorgetrokken. De ophoging wordt afgedekt met een kleilaag met een grasbekleding er bovenop.



Figuur 17. kade waar schepen kunnen aanmeren (links in rode ellips), glooiing met steenbekleding (rechts in oranje ellips). Bron: Havenbedrijf Rotterdam.

2. Compartimenteren van deelgebieden

Om er voor te zorgen dat overstromingen niet doorwerken naar andere deelgebieden, kunnen gebieden van elkaar worden gescheiden met behulp van compartimenteringswerken. Gebieden met hoge economische waarden die een overstromingskans hebben, kunnen hiermee bijvoorbeeld afgescheiden worden van gebieden met lage economische waarden die niet kosteneffectief beschermd kunnen worden. Een compartimenteringwerk kan dan juist erg kosteneffectief zijn.

3. Afsluitbaar-openkering in beide openingen van de Waal-Eemhaven

Afsluitbaar-openkeringen in beide openingen van de Waal-Eemhaven kunnen het overstromingsrisico beheersen in combinatie met aanvullende preventieve maatregelen voor het tussenliggende (RDM-terrein en Eemhavenweg) en aangrenzende gebied (Streefwaalseweg en Sluisjesdijk). Het concept afsluitbaar-open houdt in dat de Waalhaven en Eemhaven tijdens normale omstandigheden bereikbaar zijn voor scheepvaart en tijdens extreme condities wordt afgesloten, zodat hoogwater niet het gebied in kan treden en kades niet kunnen overstromen. Dit is in het klein het concept dat voor de Maeslantkering wordt gehanteerd.

3.3 Ruimtelijke adaptatie

In dit project vallen fysieke maatregelen op het gebied van ruimtelijke ontwikkeling met een permanent karakter onder ruimtelijke adaptatie. In de Verenigde Staten en Groot Brittannië is het waterrobuust maken van assets bijvoorbeeld een beproefde methode om schade door overstromingen te verminderen (dry en wet proofing). Om tot bescherming te komen voor het hele gebied met alleen ruimtelijke maatregelen, is het noodzakelijk dat deze maatregelen genomen worden op alle potentieel door overstromingen bedreigde sites en openbare ruimten. Echter, in plaats van voor de bescherming te gaan voor het hele gebied, lijkt het logisch en realistischer dat alleen specifieke deelgebieden (bijv. met de grootste risico's en/of meest kritieke assets) aangepakt worden.

Mogelijke ruimtelijke maatregelen voor overstromingsrisicobeheersing in de Waal-Eemhaven zijn:

1. Ophogen van deelgebieden / terreinen;
2. Functie wijzigen van deelgebieden / terreinen;
3. Verplaatsen activiteiten en voorzieningen;
4. Dry proofing;
5. Wet proofing.

1. Ophogen van deelgebieden / terreinen

De hoogte van het maaiveld op een site bepaalt de waterdiepte en daarmee voor een belangrijk deel de gevolgen van een overstroming. Het ophogen van terreinen verlaagt de waterdiepten tijdens een overstroming en is daarmee een mogelijke maatregel om de gevolgen van overstromingen te reduceren. Dit principe is in het buitendijkse havengebied van Rotterdam door de jaren heen altijd toegepast om de risico's van een overstroming te beperken en om lokale bodemdaling te compenseren. Zo ligt de Waal-Eemhaven op een hoogte van gemiddeld 3,6m+NAP.

Ophogen is alleen realistisch voor grote open haventerreinen en/of voor specifieke percelen waar installaties nieuw gebouwd of vervangen worden. Ook kan bij ophogen gedacht worden aan specifieke voorzieningen, zoals toegangswegen om het gebied toegankelijk te houden tijdens en vlak na een overstroming. Voor bestaande terreinen met complexe en kapitaalintensieve installaties, is ophogen van het terrein niet realistisch vanwege de kapitaalvernietiging en/of kosten voor het opnieuw aanleggen van dergelijke installaties.

2. Functie wijzigen van deelgebieden / terreinen

Functiewijziging met inachtneming van overstromingsrisico's is interessant voor deelgebieden die in transitie zijn. Verwachte nieuwe ontwikkelingen voor de komende 10 jaar worden vastgelegd in het bestemmingplan. Ook bij de Waal-Eemhaven is hier sprake van: 50% is aangeduid als een veranderlocatie. Het toewijzen van een functie die weinig gevoelig is voor overstromingen (bijv. weinig economische schade) is een maatregel om de gevolgen van een overstroming te beperken.

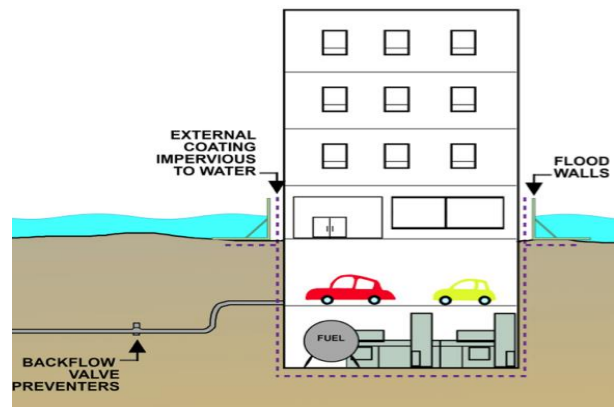
3. Verplaatsen van activiteiten en voorzieningen

In geval van overstromingsrisicobeheersing gaat het bij verplaatsen om het fysieke verplaatsen van activiteiten en voorzieningen naar beschikbare hoger gelegen gebieden om schade te voorkomen. Denk hierbij aan het verplaatsen van kapitaalintensieve en/of kritieke deelactiviteiten en vitale voorzieningen zoals elektra, telecom en ICT.

Verplaatsing van activiteiten en voorzieningen is maar beperkt haalbaar, omdat hoger gelegen gebieden niet altijd beschikbaar zijn binnen een haventerrein of deelgebied. Verplaatsen van vitale voorzieningen is ook niet altijd mogelijk omdat deze voorzieningen ter plaatse noodzakelijk zijn. Ophoging van deze activiteit of voorziening kan dan uitkomst bieden. Tijdelijke verplaatsing kan wel relevant zijn tijdens een crisissituatie (zie §3.4. Crisisbeheersing).

4. Dry proofing

Dry proofing houdt in dat een asset (gebouw, installatie, etc.) aan de buitenzijde volledig waterdicht wordt gemaakt zodat er geen water in de asset komt. Bovendien wordt de buitenzijde versterkt om de waterdruk te kunnen weerstaan. Gebouwen krijgen bijvoorbeeld speciale waterdichte muren, ramen en deuren tot een bepaald niveau. De muren worden verstevigd om waterdruk te weerstaan. Flood panels of verticale liftdeuren houden het water buiten. Bij dry proofing is het ook noodzakelijk om leidingen (bijvoorbeeld riolsystemen, etc.) af te sluiten, zodat het water niet via deze weg naar binnen stroomt.



Figuur 18. Illustratie van dry proofing

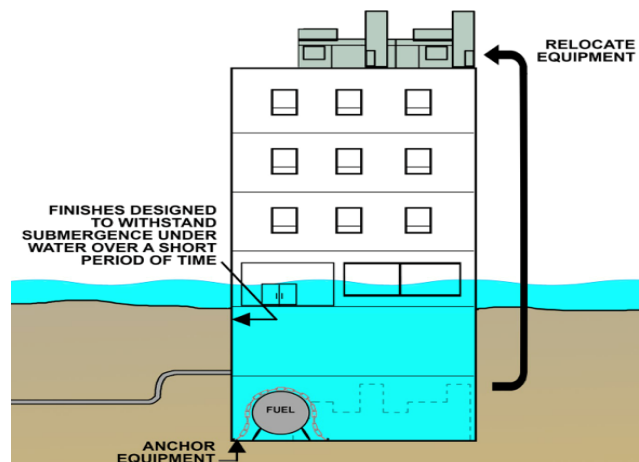
Dry proofing is in de praktijk realistisch tot circa 1m waterdiepte vanwege de krachten op muren, deuren, etc. In geval van een dreigende overstroming zullen handelingen verricht moeten worden zoals het sluiten van deuren, ramen en riool. Bovendien vereist het een zeer gedetailleerde analyse om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk schade optreedt.



Foto. Voorbeelden van 'Dry proofing' met panelen om een gebouw waterdicht te maken (links) en waterdichte deuren die gesloten kunnen worden (rechts).

5. Wet proofing

Wet proofing houdt in dat de asset volledig geschikt gemaakt wordt om het water te ontvangen binnen de asset. Bij een overstroming staat het water binnen dus even hoog als buiten de asset. Alle utiliteiten (elektriciteit, gasleidingen etc.) worden op hoogte gebracht tot boven het maatgevende waterpeil. Onder het maatgevende waterpeil worden alle delen van de asset bestand gemaakt tegen water, bijvoorbeeld door het gebruik van speciale materialen. Daarnaast moeten er openingen gecreëerd worden zodat het water binnen kan stromen en in goede banen geleid wordt. Het vastzetten van onderdelen zorgt ervoor dat ze niet gaan schuiven zodra het water binnen stroomt.



Figuur 19. Illustratie van wet proofing

Wet proofing kan tot waterdiepten van maximaal 3m worden toegepast. Een belangrijk nadeel van wet proofing is dat – ondanks de vermeden schade aan de asset – er nog steeds water in de asset komt. Na afloop van de overstroming zal op zijn minst een grote schoonmaakactie nodig zijn om de asset weer in gebruik te kunnen nemen.

3.4 Crisisbeheersing

Crisisbeheersing gaat over de (organisatorische) voorbereiding op (en herstel na) een overstroming. Dit omvat alle handelingen die vlak voor of tijdens een overstroming worden genomen. In dit project zijn de volgende mogelijke maatregelen nader verkend:

1. Opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen;
2. Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen;
3. Plaatsen van nooddijken / -keringen;

4. Opstellen, beheren en oefenen van een crisisbeheerplan door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR).

1. Opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen

Door het opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen blijft de gevolgschade beperkt en/of kan er sneller opgestart worden na een overstroming. Brzo-bedrijven⁵ zijn verplicht om op siteniveau een noodplan te hebben voor calamiteiten, inclusief de calamiteit 'overstroming'. In de Waal-Eemhaven zitten voornamelijk niet-Brzo bedrijven. Maar bedrijven in de Waal-Eemhaven die in laag gelegen gebieden liggen zouden ook nood- en herstelplannen kunnen opstellen voor overstromingsrisico's en/of overstromingsrisico's kunnen meenemen in bestaande plannen. Deze plannen voorzien in het tijdig afschakelen van elektriciteit en het treffen van voorzieningen om sneller te herstellen na de overstroming. Uit de verzekeringswereld is bekend dat een goed noodplan een substantiële reductie in directe schade en het weer sneller opstarten na een calamiteit kan betekenen (zie bijvoorbeeld FM Global, 2003).

Naast nood- en herstelplannen voor individuele bedrijven, kan een noodplan voor een hele pier bijdragen aan schadereductie. Indien er verschillende bedrijven op een laag gelegen pier gevestigd zijn, is het treffen van noodvoorzieningen effectiever in geval van onderlinge samenhang. In deze zogenaamde pier-noodplannen zouden ook de nutsbedrijven en andere leveranciers van vitale voorzieningen betrokken moeten worden. Door vooraf na te denken over bijvoorbeeld de volgorde van afschakelen van bedrijven, kunnen nadelige effecten worden beperkt.

2. Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen

Onder noodvoorzieningen vallen maatregelen op de site die ervoor zorgen dat bedrijven de schade kunnen beperken tijdens een overstroming en/of sneller kunnen opstarten na de overstroming. Deze maatregelen hangen nauw samen met de nood- en herstelplannen van de betreffende bedrijven. Noodvoorzieningen die getroffen kunnen worden zijn bijvoorbeeld:

- Lege containers open zetten zodat deze zich vullen om drijven te voorkomen;
- Kritische en kapitaalintensieve producten tijdelijk hoger/ elders opslaan;
- Klanten vragen om producten eerder af te nemen;
- Rollend materieel verrijden naar een hoger gelegen plek;
- Samen met andere bedrijven in het gebied de beste tijdelijke opslaglocaties selecteren en benutten;
- Gebruiken van containers als barrière tegen hoogwater;
- Noodstroomvoorziening realiseren om het wegvallen van elektriciteit op te kunnen vangen.

3. Plaatsen van nooddijken/ -keringen

Noodkeringen zijn tijdelijke keringen die direct voor een eventuele overstroming geplaatst kunnen worden om ervoor te zorgen dat het water niet in het gebied komt. Het gaat om systemen die tijdelijk geplaatst worden en weer weggehaald kunnen worden (zonder dat er iets achterblijft in de omgeving). Traditioneel wordt hierbij aan zandzakken gedacht om een tijdelijke waterkering te maken en/of de bestaande waterkering te verhogen. Tegenwoordig bestaan er ook verschillende mobiele keringen van ander materiaalsoorten waarmee snel een tijdelijke waterkering gemaakt kan worden (zie Figuur 20 voor voorbeelden).

⁵ Bedrijven waar grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen aanwezig zijn bóven een bepaalde drempelwaarde, vallen onder de werking van het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (BRZO-2015).



Figuur 20. Voorbeelden van noodkeringen: Box Barrier (links), systeem gevuld met lucht (midden) en vrijstaand keermiddel (rechts).

Noodkeringen zijn er in allerlei soorten en maten. Sommige bieden bescherming tegen situaties met beperkte waterdiepte en relatief weinig golven (vanwege het ontbreken van een echte fundering), andere kunnen tot meer dan één of twee meter water keren. Cruciaal bij het succesvol toepassen van een noodkering is de organisatie rondom het mobiliseren, sluiten en bewaken van de kering net voor en tijdens hoogwater. Er is voldoende tijd en capaciteit nodig om een noodkering op te zetten voorafgaand aan een overstroming. Een gedetailleerd draaiboek en frequent trainen zijn noodzakelijk. Het kan in eigen beheer worden gedaan, maar er zijn ook mogelijkheden om dit uit te besteden.

4. Opstellen, beheren en oefenen van crisisbeheerplan door VRR

Het crisisbeheerplan betreft het opstellen en oefenen van het plan waardoor gevolgschade beperkt blijft en/of er sneller opgestart kan worden. Het crisisbeheerplan wordt opgesteld, beheerd en geoefend door de VRR. Het plan zet de volgorde van acties uiteen. Daarnaast maakt het bijvoorbeeld inzichtelijk hoe toegangswegen dienen te functioneren, hoe om te gaan met het afsluiten van energievoorzieningen en wat te doen bij het uitslaan van brand door kortsluiting.

4 Mogelijke adaptatiestrategieën voor een waterveilige Waal-Eemhaven

Uit de mogelijke maatregelen zijn de meest kansrijke maatregelen geselecteerd op basis van tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid (§4.1) Met deze geselecteerde maatregelen zijn combinaties gemaakt waarmee overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven beheerst kunnen worden, uitgaande van een continuering van de huidige bedrijfsactiviteiten. De combinaties hebben geleid tot drie mogelijke adaptatiestrategieën. Elk van deze strategieën focust op een bepaald thema: water buiten de deur (§4.2), leven met water (§4.3) en voorbereid op de crisis (§4.4).

Bij de diverse adaptatiestrategieën is het tijdsaspect van belang. Met het afwegingskader in hoofdstuk 2 is verkend wanneer maatregelen gewenst zijn om de risico's te beheersen. Om het tijdsaspect helder te maken zijn de mogelijke maatregelen, als onderdeel van de adaptatiestrategieën, voor de verschillende deelgebieden in de tijd geplaatst.

4.1 Selectie van maatregelen voor mogelijke adaptatiestrategieën

In dialoog met belanghebbenden zijn mogelijke adaptatiestrategieën geformuleerd met de maatregelen uit stap 1. Alle maatregelen uit stap 1 zijn kwalitatief beoordeeld op tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid. Deze beoordeling heeft geleid tot een selectie van de meest kansrijke maatregelen voor een adaptatiestrategie – de tweede stap in het selectieproces. De maatregelen uit de mogelijke strategieën zijn daarna kwantitatief beoordeeld op kosten en baten. Alleen de maatregelen met een positieve kosten-batenverhouding zijn vervolgens geselecteerd voor een adaptatiestrategie – de derde stap in het selectieproces. In dit hoofdstuk zijn de adaptatiestrategieën met geselecteerde maatregelen terug te vinden. In bijlage is een beschrijving te vinden van de beoordeling van de maatregelen.

De volgende maatregelen uit de maatregelinventarisatie (zie hoofdstuk 3) zijn in stap 2 en stap 3 afgeval- len en komen daarom niet terug in één van de adaptatiestrategieën.

Stap 2. Afgeval- len maatregelen op basis van kwalitatieve beoordeling:

- Verplaatsen activiteiten en voorzieningen: het structureel anders werken (bijv. containers en stukgoederen structureel zodanig plaatsen dat de overstromingsschade gereduceerd wordt) is niet haalbaar, omdat het gaat om onbetaalde extra handelingen en de faciliteiten (o.a. hoger gelegen gebieden) hiervoor niet aanwezig zijn op de bedrijventerreinen.
- Wet proofing: de aard van de bedrijvigheid is zodanig dat het niet wenselijk is om water toe te laten. De spullen in de loodsen en containers zijn namelijk niet bestand tegen het water, waardoor verwacht wordt dat de schadereductie te beperkt zal zijn.
- Nooddijken/ noodkeringen: noodkeringen zijn alleen effectief als alle bedrijven in een deelgebied een noodkering plaatsen. Bovendien hebben de betrokken bedrijven twijfels over de uitvoerbaarheid.

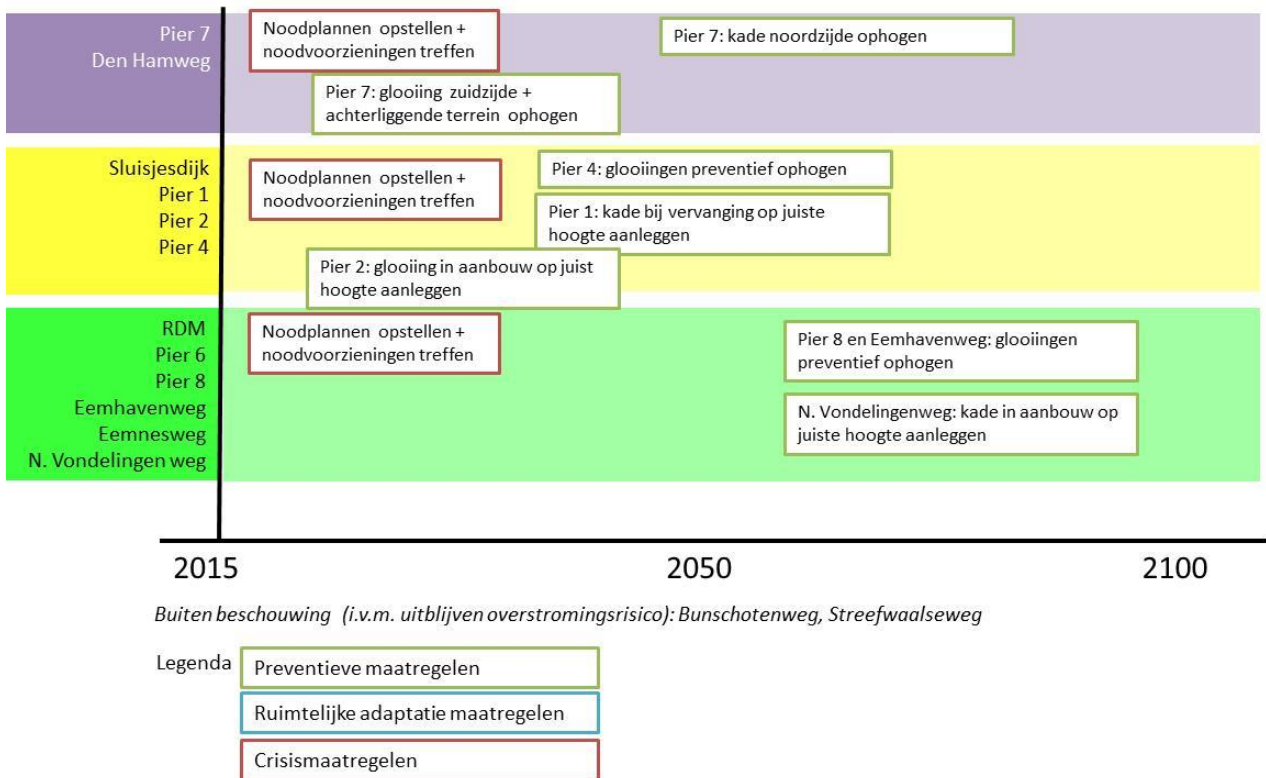
Stap 3. Afgeval- len maatregelen op basis van kwantitatieve beoordeling:

- Afsluitbaar-openkeringen: een mogelijke maatregel om het water buiten de deur te houden is het plaatsen van afsluitbaar-openkeringen in de openingen van de Waal-Eemhaven. Dit is echter een erg dure maatregel en bovendien blijft er een faalkans bestaan. De ruimtelijke inpassing is daarnaast erg lastig. Ten slotte zijn deze keringen alleen effectief voor het gehele gebied in combinatie met het op- hogen van de kades op de terreinen grenzend aan de Nieuwe Maas.

4.2 Adaptatiestrategie “Water buiten de deur”

Figuur 21 verbeeldt een combinatie van maatregelen per deelgebied, waarbij gefocust is op het buiten de deur houden van het water door middel van preventieve permanente maatregelen in combinatie met nood- en herstelplannen om het restrisico te beheersen. Indien de bruikbaarheidsgrens uit het afwegingskader in hoofdstuk 2 gevolgd wordt, zijn voor Pier 7 en Den Hamweg direct maatregelen gewenst om de risico's te beheersen tot een acceptabel niveau. Voor Pier 1, 2 en 4 zijn maatregelen gewenst in het tijdvak 2015-2050. In het tijdvak 2050-2100 zijn ook maatregelen gewenst voor Pier 6, Eemhavenweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg. Maatregelen voor de Bunschotenweg en Streefwaalseweg komen pas na 2100 in beeld.

Adaptatiestrategie “Water buiten de deur”



Figuur 21 Adaptatiestrategie 1 - “Water buiten de deur”

Maatregelen in de adaptatiestrategie

De maatregelen die aanbevolen worden bij deze strategie bestaan uit het ophogen van kades en glooiingen in deelgebieden in combinatie met nood- en herstelplannen en noodvoorzieningen (zie 4.4) om het restrisico af te dekken.

Ophogen van kades en glooiingen

Het wordt aanbevolen om de kades en glooiingen op te hogen bij natuurlijke vervangings- / onderhoudsmomenten vanaf nu tot aan 2100, te beginnen bij de meest laag gelegen gebieden. Glooiingen worden ongeveer elke 40 jaar vervangen of er wordt groot onderhoud aan gepleegd waarbij de mogelijkheid tot ophoging bestaat. Voor kades zijn de vervangingsmomenten minder frequent (na 100 jaar of langer) en ook diffuser en complexer. Er wordt bovendien veel onderzoek verricht naar het verlengen van de technische levensduur van kades vanwege de hoge kosten van vervanging en de overlast voor de bedrijfsvoering.

ring tijdens de werkzaamheden. Daarnaast is het lang niet altijd nodig om aan het einde van de levensduur van een kade, deze volledig te vervangen. Door het vergroten van de bovenbelasting is het daarnaast vaak niet 1-op-1 mogelijk om de kade op te hogen. In veel gevallen zijn versterkende maatregelen noodzakelijk (bijvoorbeeld extra verankering) om te compenseren voor extra bovenbelasting.

Bij het ophogen van een kade moet het terrein achter de kade ook worden opgehoogd ten behoeve van de bedrijfsvoering. Anders is er een hoogteverschil tussen kademuur en terrein.

Per deelgebied ziet de maatregel er als volgt uit:

- Pier 7 en Den Hamweg (nu): Het ophogen van de glooiing aan de zuidzijde van Pier 7 reduceert het overstromingsrisico in dit gebied alleen indien de kade aan de noordkant van Pier 7 ook opgehoogd wordt. Deze is niet eenvoudig op te hogen, omdat de operatie dan een tijd lang (ca. 1 jaar) stil komt te liggen. Aan het einde van de levensduur van kademuren ontstaat mogelijk wel een meekoppelkans om ze zo hoog aan te leggen dat het overstromingsrisico beheerst blijft. Ophogen van de kades bij Den Hamweg lijkt niet kosteneffectief (vermeden schade is kleiner dan de kosten voor ophoging). De Den Hamweg heeft namelijk alleen kades, deze zijn niet met een dijk of talud op te hogen. Het ophogen van een kade is vele malen duurder dan een dijk/talud.
- Sluisjesdijk, Pier 1, 2 en 4 (2015-2050): Voor Pier 2 geldt dat de kades in aanbouw, gepland voor 2050 (tijdvak 1), direct op juiste hoogte aangelegd kunnen worden. De ophoging van de glooiing aan de voet van Pier 1 is gepland op korte termijn en past goed als maatregel. Voor Pier 4 geldt dat preventief ophogen van de glooiing kosteneffectief is. Er hoeven bij Pier 4 namelijk geen kades opgehoogd te worden. Kadeophoging voor Sluisjesdijk is niet kosteneffectief gebleken door de lange lengtes die opgehoogd dienen te worden.
- Pier 6 en 8, RDM, Eemhavenweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg (2050-2100): Voor deze gebieden geldt dat er voor 2050 geen maatregelen nodig zijn, afgaande op de verkenning van de overstromingsrisico's met het afwegingskader. De aanbouw van de kade bij de Noord Vondelingenweg, gepland voor 2050, kan direct op de juiste hoogte worden aangelegd. Voor Pier 8 en de Eemhavenweg geldt dat preventief ophogen van de glooiingen kosteneffectief is. Hiervoor geldt dat er geen kades opgehoogd dienen te worden. Voor RDM, Pier 6 en de Eemnesweg blijkt preventief ophogen niet kosteneffectief, dit zal dus alleen gedaan worden wanneer het samengaat met natuurlijke vervangingsopgaven. Die zijn nu nog niet in beeld.
- Bunschotenweg en Streefwaalseweg: Voor de overige twee deelgebieden geldt dat er voor 2100 geen maatregelen nodig zijn, afgaande op de verkenning van de overstromingsrisico's met het afwegingskader. Preventieve maatregelen zijn niet voorzien. Geen-spijt maatregelen kunnen getroffen worden om enkele betrekkelijk kleine laaggeleden plekken op te hogen. Dit kan gedaan worden afgaande op de waterstandskarten die in dit project zijn geproduceerd. De gebruikers van de terreinen kunnen hiervoor zelf een afweging maken of dit kosteneffectief is.

Beoordeling op tijd / flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid

Om het overstromingsrisico te beheersen met het ophogen van de kades en glooiingen moeten wel alle kades en glooiingen in een deelgebied aangepakt worden. Pas als alle kades en glooiingen in een deelgebied (compartiment) opgehoogd zijn is er sprake van volledige schadereductie.

Glooiingen worden gemiddeld 1/40 jaar vervangen en of opgehoogd, dit kan betrekkelijk eenvoudig zo lang er voldoende ruimte is. Voor het ophogen van de kades geldt een lange doorlooptijd, zeker er als er gewacht wordt op natuurlijke vervangingsmomenten. Aangezien een bedrijf circa één jaar uit de operatie is bij het ophogen van een kade, hebben bedrijven sterk de voorkeur voor deze natuurlijke vervangingsmo-

menten. Bovendien maakt het meekoppelen met natuurlijk vervanging de maatregel kosteneffectiever. Kades hebben een lange levensduur (> 100 jaar), zijn kostbaar en worden over het algemeen niet vervangen of aangepakt als de levensduur nog niet voorbij is. Vaak blijkt het ook lastig een kade op te hogen, doordat de kade niet bestand is tegen hogere belastingen die worden veroorzaakt door de ophoging.

Door de hoge kosten van het ophogen van kades resulteert dit zelden in een positieve kosten-batenratio. Voor Pier 4 en de Eemhavenweg, waar enkel glooiingen opgehoogd dienen te worden, zijn de baten door schadereductie groter dan de kosten. Voor de overige pieren wordt het ophogen van kades of glooiingen op de (middel)lange termijn (2050-2100) interessant op het moment dat een kade/glooiing vervangen of een terrein opnieuw uitgegeven wordt.

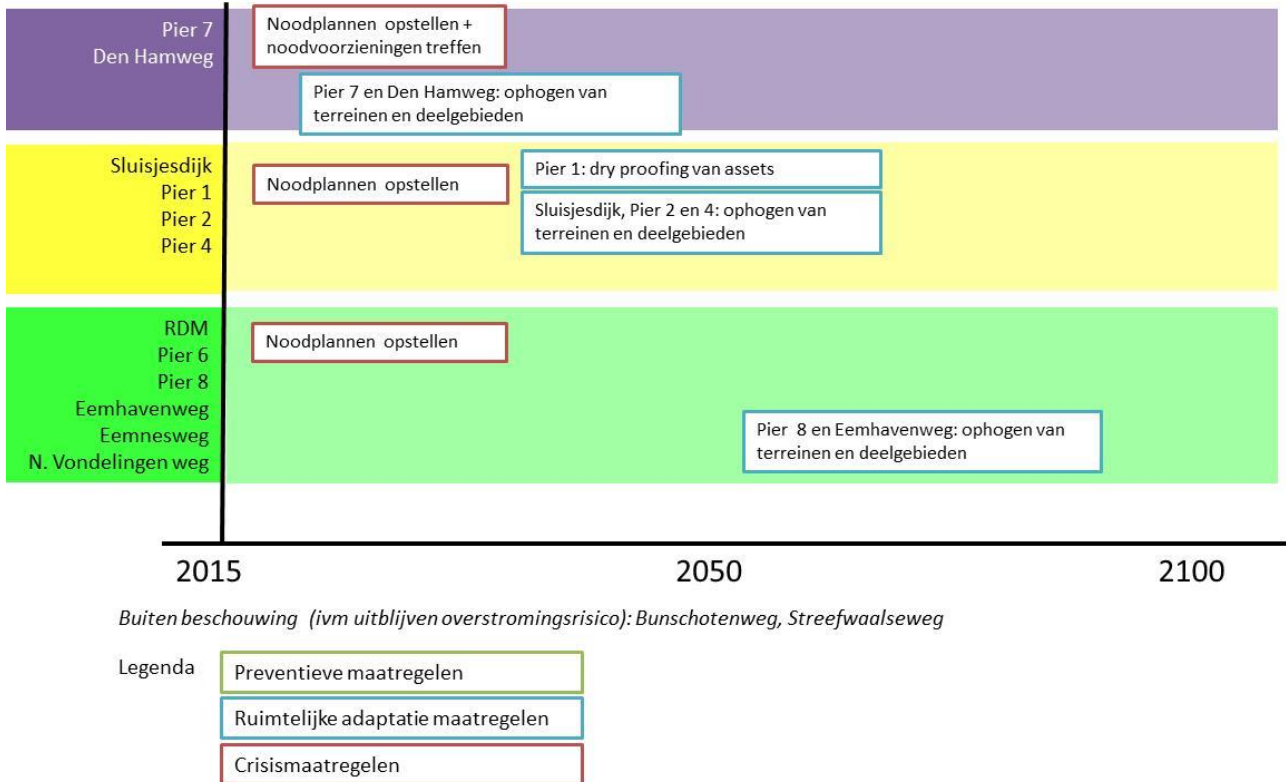
Voor het restrisico geldt dat er al op korte termijn kan worden begonnen met het opstellen van noodplannen en het treffen van noodvoorzieningen. Deze maatregelen hebben naar verwachting een korte doorlooptijd en zijn flexibel, omdat deze relatief eenvoudig aangepast kunnen worden aan het verloop van klimaatverandering en/of veranderende activiteiten in het gebied.

Een uitgebreide beoordeling per maatregel is terug te vinden in bijlage 6.

4.3 Adaptatiestrategie “Leven met water”

Figuur 22 verbeeldt een combinatie van maatregelen per deelgebied gericht op ruimtelijke adaptatie. Dit varieert van het ophogen van individuele terreinen of faciliteiten tot dry proofing van gebouwen en/of installaties. Voor ieder individueel terrein en/of asset zal het de vraag zijn welke mix van maatregelen precies genomen kan worden en effectief is in termen van kosten en baten. Qua timing van de maatregelen geldt ook hier dat de bruikbaarheidsgrens uit de afweging van de grensniveaus met het afwegingskader als uitgangspunt is genomen. Dit betekent dat nu maatregelen voorgesteld worden voor Pier 7 en Den Hamweg, tussen 2015-2050 maatregelen voor Pier 1, 2 en 4 voorgesteld worden, en tussen 2050-2100 maatregelen voor Pier 6, Eemhavenweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg. Maatregelen voor de Bunschotenweg en Streefwaalseweg komen pas na 2100 in beeld.

Adaptatiestrategie “Leven met water”



Figuur 22. Adaptatiestrategie 2 “Leven met water”

Maatregelen in de adaptatiestrategie

De maatregelen die aanbevolen worden bij deze strategie bestaan uit het ophogen van deelgebieden / terreinen, functiewijziging en dry proofing. Nood- en herstelplannen en noodvoorzieningen zijn toegevoegd om het restrisico af te dekken. De maatregelen worden op de (middel)lange termijn (2050-2100) interessant op het moment dat een asset (bijv. gebouw, loods, trafohuisje) vervangen wordt of een terrein opnieuw uitgegeven.

Ophogen van deelgebieden / terreinen

Het wordt aanbevolen om toegangswegen op te hogen bij natuurlijke vervangingsmomenten, zodat deze wegen toegankelijk blijven bij noodsituaties (o.a. Reeweg, Heijplaatweg, Waalhavenweg, Waalhaven Oostzijde, Waalhaven Zuidzijde). Wel zal goed gekeken moeten worden naar mogelijke belemmeringen van bedrijfsprocessen door een te groot hoogteverschil tussen weg en bedrijf. Meekoppelen met natuurlijke vervangingsmomenten vertraagt de implementatie van deze maatregel aanzienlijk, omdat een deel van de wegen recent zijn aangepast naar tweebaanswegen en het riool vorig jaar is aangepakt.

Naast het ophogen van de toegangswegen, gaat deze strategie uit van het verhoogd aanleggen van elektriciteitsvoorzieningen in laag gelegen gebieden bij vervangingsmomenten. Daarbij gaat het om elektrische installaties en elektra van assets van de netbeheerder en de bedrijven in het gebied.

Ten slotte beveelt deze strategie aan om nieuwe loodsen hoger te plaatsen (zonder laadkuil) bij een vervangingsmoment. Dit maakt het mogelijk om goederen structureel verhoogd op te slaan op de laadhoogte van een vrachtwagen (1,4m). Vloeren in loodsen moeten eens in de zoveel tijd worden opgehoogd van

wege verzakking, dit zijn echter geen structurele ophogingen. Structurele ophoging is voor bedrijven alleen kosteneffectief bij de aanleg van nieuwe loodsen. Bij groot onderhoud en/of vervanging van de silo's voor bulkgoederen wordt aanbevolen om deze meteen te verplaatsen naar hoger gelegen gebieden op de pier. Daarnaast kan deze maatregel meekoppelen wanneer er natuurlijke ophoogmomenten zijn in verband met compensatie van autonome bodemdaling.

Functiewijziging van deelgebieden / terreinen

Indien een functiewijziging wordt voorzien, is het raadzaam om met het bepalen van de functie rekening te houden met het overstromingsrisico (bijvoorbeeld een functie waarbij hoogwater tot weinig of geen schade leidt).

Dry proofing

Voor monumenten en nieuwbouw wordt dry proofing aanbevolen, bijvoorbeeld het waterdicht maken van muren (de onderste meter) en deuren afsluitbaar maken met schotten. Voor de muren van loodsen is dry proofing minder geschikt, omdat er kans is op schade door het kapot rijden van deze muren tijdens de bedrijfsvoering.

Per deelgebied zien de maatregelen (ophogen dan wel dry proofing) er als volgt uit:

- Pier 7 en Den Hamweg (nu): In deze deelgebieden liggen vooral de containerterreinen laag. Om deze reden is dry proofing niet werkbaar voor Pier 7. Het ophogen van de containerterreinen lijkt wel werkbaar en is voor zowel Pier 7 als de Den Hamweg kosteneffectief. Op de Den Hamweg kan dry proofing toegepast worden op individuele gebouwen in combinatie met ophogen van de rest van het gebied.
- Sluisjesdijk, Pier 1, 2 en 4 (2015-2050): Ophogen van Pier 2 en 4 is kosteneffectief. Ophogen van Pier 1 blijkt niet kosteneffectief, doordat met name de baten relatief laag zijn (de vermeden schade is beperkt). Dry proofing van assets is voor Pier 1 wel kosteneffectief, omdat alleen een gedeelte aan de voet van de pier waterrobuust gemaakt hoeft te worden. De rest van de pier ligt hoger. Dry proofing voor Sluisjesdijk is niet geadviseerd, er staan veel gebouwen op relatief laag liggend terrein. Ophogen van dit terrein is kansrijk bij een eventuele transitie.
- Pier 6 en 8, RDM, Eemhavenweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg (2050-2100): Voor deze gebieden geldt dat er voor 2050 geen maatregelen nodig zijn, afgaande op de verkenning van de overstromingsrisico's met het afwegingskader. In tijdvak 2050- 2100 kunnen maatregelen uitgewerkt worden wanneer dit kosteffectief blijkt. Het ophogen van Pier 8 en Eemhavenweg is kosteneffectief door relatief hoge baten (vermeden schade). Echter, voor Pier 6, RDM-terrein, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg is ophogen van het gehele gebied niet kosteneffectief, omdat de baten (vermeden schade) beperkt zijn en de investeringskosten hoog. Dry proofing is om dezelfde reden niet kosteneffectief. Voor het RDM-terrein geldt bovendien dat een deel van het gebied monumentaal is, waardoor er niet zomaar aanpassingen gedaan mogen worden.
- Bunschotenweg en Streefwaalseweg: Voor deze twee deelgebieden geldt dat er voor 2100 geen maatregelen nodig zijn, afgaande op de verkenning van de overstromingsrisico's met het afwegingskader.

Beoordeling op tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid

Deze strategie bestaat uit maatregelen die in de tijd gefaseerd uitgevoerd kunnen worden. Dit creëert flexibiliteit qua uitvoeringsvolgorde en geeft ook de mogelijkheid om deels mee te liften met vervangingsinvesteringen van bedrijven. De bandbreedte in de kosten-batenratio voor dry proofing is nog erg groot,

omdat er veel onzekerheid is over de daadwerkelijk benodigde investeringen (afhankelijk van welke assets op welke manier waterrobuust gemaakt worden). Wat betreft het ophogen blijkt dat een integrale ophoging van het gebied kosteneffectief is.

De individuele aanpak maakt de uitvoering eenvoudiger: individuele partijen kunnen hun eigen maatregelen nemen en daarmee hun eigen investeringsagenda maken. Investeringsagenda's kunnen bovendien gespreid plaatsvinden en wellicht onderdeel uit gaan maken van programma's van eisen bij nieuwe- of vervangingsinvesteringen. Technisch kan het vrij complex zijn, omdat elke asset bekeken moet worden en er per site maatwerk vereist is. Ten slotte sluit deze aanpak aan bij het beleid dat gebruikers zelf verantwoordelijk zijn voor gevolgbeperkende maatregelen.

Voor het restrisico geldt dat er al op korte termijn kan worden begonnen met het opstellen van noodplannen en het treffen van noodvoorzieningen. Deze maatregelen hebben naar verwachting een korte doorlooptijd en zijn flexibel, omdat deze relatief eenvoudig aangepast kunnen worden aan het verloop van klimaatverandering en/of veranderende activiteiten in het gebied. Tevens ontstaat er geen situatie waarbij andere maatregelen of ontwikkelingen niet meer mogelijk zijn.

Een uitgebreide beoordeling per maatregel is terug te vinden in bijlage 6.

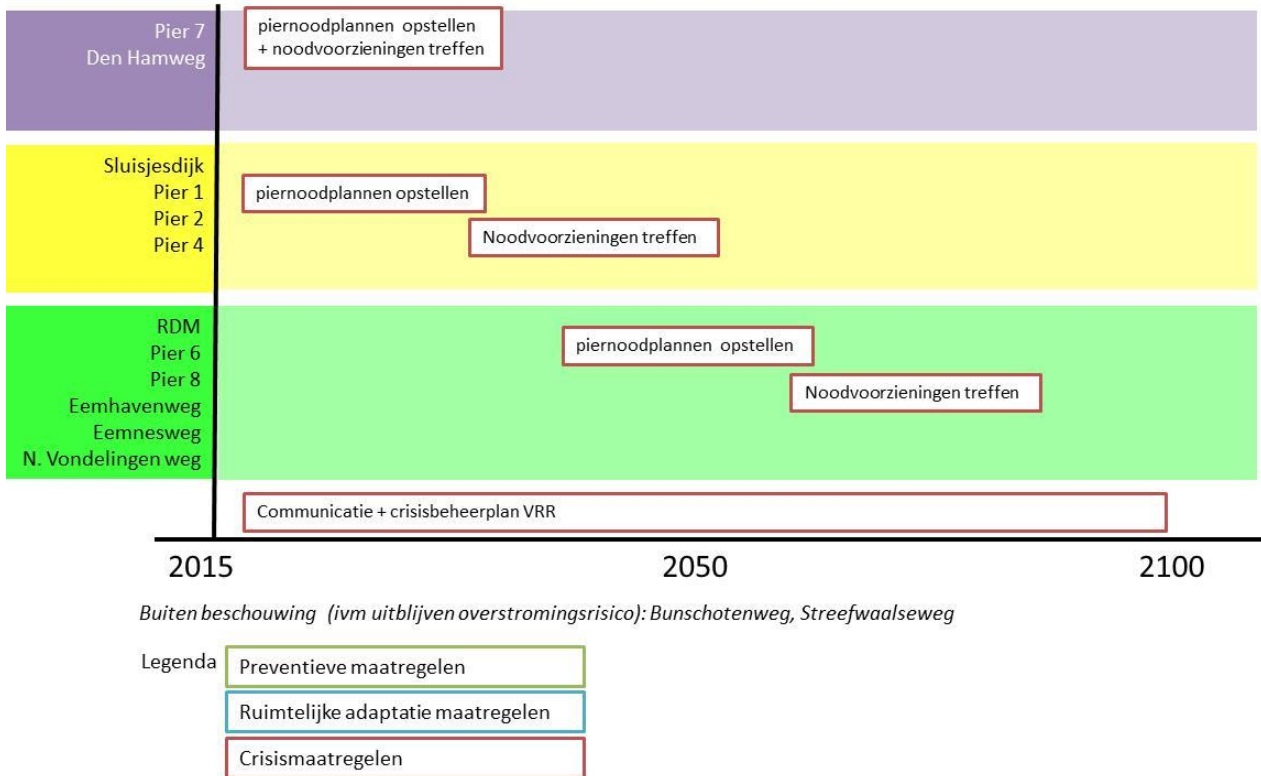
4.4 Adaptatiestrategie “Voorbereid op de crisis”

Figuur 23 verbeeldt een combinatie van maatregelen per deelgebied op basis van ‘crisisbeheersing’. De maatregelen zijn gericht op het nemen van noodvoorzieningen om schade te beperken en sneller op te kunnen starten na een overstroming. De noodvoorzieningen worden opgenomen in nood- en herstelplannen. Deze plannen voorzien in het tijdig afschakelen van elektriciteit en het treffen van voorzieningen om sneller te herstellen na de overstroming. Daar waar meerdere bedrijven op een pier gevestigd zijn, voorziet deze strategie in een piernoodplan waarin ook nutsvoorzieningen zijn opgenomen.

De gebruikers moeten zich realiseren dat bij het optreden van een extreme storm met kans op hoge rivierwaterstanden de handelingstijd om het noodplan uit te voeren beperkt is. Ook bij het sluiten van de Maeslantkering bestaat er een kans op overstromen in het Waal-Eemhaven gebied. Daarnaast bestaat de kans op falen van de Maeslantkering. Hierdoor kunnen hogere waterstanden optreden dan voorzien. Handlingsbereidheid is dus altijd nodig als signalen worden afgegeven voor dreigende hoge waterstanden.

De voorgestelde timing van de maatregelen is gelijk aan de vorige twee adaptatiestrategieën: nu maatregelen voor Pier 7 en Den Hamweg, tussen 2015-2050 maatregelen voor Pier 1, 2 en 4, en tussen 2050-2100 maatregelen voor Pier 6, Eemhavenweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg. Maatregelen voor de Bunschotenweg en Streefwaalseweg komen pas na 2100 in beeld.

Adaptatiestrategie “Voorbereid op de crisis”



Figuur 23. Adaptatiestrategie 3 “Voorbereid op de crisis”

Maatregelen in de adaptatiestrategie

Deze strategie stelt een combinatie van maatregelen per deelgebied voor waarbij gefocust is op het voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen. Het opstellen van individuele nood- en herstelplannen geldt als een geen-spijtmateel voor elk bedrijf in het gebied. Hiernaast gaat deze strategie uit van piernoodplannen in gebieden zodra een maatregel gewenst zou zijn vanuit het perspectief van binnendijkse waterveiligheid.

Nood-, herstel- en crisisbeheerplannen

Het wordt aanbevolen om individuele nood- en herstelplannen op te stellen met aandacht voor overstromingsrisico's, inclusief vermeldingen over aanwezigheid van en omgang met gevaarlijke stoffen, alsook het herstel na een overstroming (bijvoorbeeld schoonmaak en plan voor onderdelen die lastig na te bestellen zullen zijn). Op het moment dat maatregelen gewenst zijn in deelgebieden op basis van het afwegingskader, wordt bovendien aanbevolen om een piernoodplan op te stellen waarin ook leveranciers van kritieke grondstoffen en voorzieningen opgenomen worden.

Daarnaast wordt een waarschuwingssysteem aanbevolen, o.a. voor communicatie vooraf. Hiervoor is inzicht nodig in wat een overstroming betekent voor de bedrijven (o.a. welke bedrijven, soort goederen, veiligheidsrisico). Op basis daarvan kan de VRR ook een crisisbeheerplan opstellen voor de gehele Waal-Eemhaven.

Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen:

Naast noodplannen stelt deze strategie voor noodvoorzieningen voor te bereiden, zodat deze getroffen kunnen worden in geval van een (dreigende) overstroming. Deze noodvoorzieningen moeten ervoor zorgen dat bedrijven de schade kunnen beperken tijdens een overstroming en/of sneller kunnen opstarten na de overstroming.

Voorbeelden van noodvoorzieningen:

- Op het moment van een crisis het eigen materieel hoger te stallen. Dit betreft in eerste instantie het meest kostbare materieel (o.a. heftrucks).
- Opgeslagen producten verplaatsen naar vestigingen met minder / zonder overstromingsrisico.
- Vervoerders vragen om de lading elders (naar hoger gelegen locaties) te brengen en/of klanten vragen om lading eerder af te nemen c.q. de kosten te dragen voor het hoger/ elders op laten slaan van de lading.
- Containers met een waardevolle inhoud hoger plaatsen, de lading kan op MAVI's (verrijdbare wagen) of pontons plaatsen indien deze beschikbaar zijn en/of olifantspootjes plaatsen onder zware lading die op de vloer ligt.
- De onderste laag van de containers leeg maken en deuren openzetten om wegdrijven te voorkomen.
- Loodsen aan beide kanten openzetten, zodat het water erdoor kan.
- Uitschakelen van de kabelgoten in de kade en elektra afschakelen voorafgaand aan een (dreigende) overstroming.
- Krimpfolie en/of zandzakken aanbrengen bij trafostations.
- Pompen in kelders plaatsen om staan die het water weg kunnen pompen indien er kapitaalintensieve en/of kritieke assets in de kelders staan die niet verplaatst kunnen worden.
- Voorzien in noodstroomvoorziening op een hoogte waar het water niet kan komen.

Per deelgebied zien de maatregelen er als volgt uit:

- Pier 7 en Den Hamweg (nu): Voor Pier 7 en de Den Hamweg geldt dat direct begonnen kan worden met het opstellen van noodplannen en het treffen van noodvoorzieningen, omdat deze gebieden het grootste risico op overstroom hebben in de Waal-Eemhaven. Op Pier 7 staan vooral containers. Er is verder een klein bulkopslagterrein. Bulkgoederen zijn lastig weg te halen bij een (dreigende) overstroming. Het terrein bestaat uit open silo's op een vlakke vloer met inhoud die niet tegen water kan. Voor Pier 7 wordt daarom aanbevolen om tijdens extreme stormen bij dreigende hoge rivierwaterstanden de binnenkomende lading zoveel mogelijk op (de hoger gelegen) Pier 6 aan te nemen.
- Sluisjesdijk, Pier 1, Pier 2 en Pier 4 (2015-2050): Voor deze gebieden wordt vanwege het kleinere risico aanbevolen om te beginnen met alleen individuele noodplannen, gevolgd door piernoodplannen rond 2050. Op het gebied van noodvoorzieningen gaat het bij Pier 1 en Pier 2 om stukgoederen en rollend materieel. Met name het rollend materieel kan relatief eenvoudig verplaatst worden. Bij Sluisjesdijk en Pier 4 gaat het om bulkgoederen, transportmiddelen en overige industrie: dit maakt verplaatsen lastig.
- Pier 6 en 8, RDM, Eemhavenweg, Eemnesweg en Noord Vondelingenweg (2050-2100): Deze deelgebieden kunnen beginnen met het voorbereiden van noodvoorzieningen en het opstellen van een piernoodplan op het moment dat het risico niet meer acceptabel is.
- Bunschotenweg en Streefwaalseweg: Voor deze twee deelgebieden geldt dat er voor 2100 geen maatregelen nodig zijn, afgaande op de verkenning van de overstromingsrisico's met het afwegingskader. Een geen-spijtnaamregel voor deze deelgebieden is het opstellen van een noodplan. Hierdoor ontstaat meer bewustwording voor overstromingsrisico's en handelingsperspectief voor het mitigeren van de risico's.

Beoordeling op tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid

De maatregelen in deze strategie hebben naar verwachting een korte doorlooptijd en zijn flexibel, omdat deze relatief eenvoudig aangepast kunnen worden aan het verloop van klimaatverandering en/of veranderende activiteiten in het gebied. Tevens ontstaat er geen situatie waarbij andere maatregelen of ontwikkelingen niet meer mogelijk zijn.

Als het gaat om effectiviteit dan geven noodmaatregelen een groter risico op falen, veroorzaakt door tijd en uitvoerbaarheid. Het kost veel tijd om alles hoger te zetten in relatie tot de beperkte handelingstijd. Bij een harde wind, net voor een storm, ligt alles waarschijnlijk al stil. Er is hierdoor minder dan 24 uur handelingstijd bij een overstroming. Bovendien is het de vraag of bedrijven daadwerkelijk gaan handelen. Bij de uitvoerbaarheid van deze maatregelen speelt het aspect van mankracht en ruimte bij het treffen van noodvoorzieningen een belangrijke rol. Er is mogelijk gebrek aan ruimte om ladingen te verplaatsen (zeker als opslagplekken vol liggen). Het is de verwachting dat prioriteit gegeven wordt aan eigen assets die het meest waardevol zijn. Voor noodvoorzieningen geldt bovendien dat het water nog steeds schade aan (een deel van) de assets en producten kan veroorzaken.

Op andere aspecten van uitvoerbaarheid scoren de maatregelen gunstig: het lijkt bestuurlijk goed uitlegbaar en sluit aan bij het beleid waarin bedrijven in buitendijks gebied zelf verantwoordelijk zijn voor het nemen van gevolgbeperkende maatregelen. De kosten-batenverhouding van deze strategie is gunstig.

Bijlage 6 geeft meer informatie over de beoordeling.

5 Adaptief overstromingsrisico's beheersen in de Waal-Eemhaven

Dit hoofdstuk beschrijft een adaptatiestrategie die aanbevolen wordt voor het beheersen van de overstromingsrisico's in de toekomst in de Waal-Eemhaven. Deze is tot stand gekomen op basis van een selectie van de maatregelen uit hoofdstuk 4. Tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid zijn de criteria die gebruikt zijn om de kansrijkheid van de maatregelen te bepalen. De meest kansrijke maatregelen uit de hiervoor beschreven thema's "Water buiten de deur", "Leven met water" en "Voorbereid op de crisis" zijn gecombineerd in een veelbelovende adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven (§5.1). Deze strategie is specifiek ingevuld per deelgebied (§5.2). In §5.3 wordt een aantal kanttekeningen bij en aanbevelingen voor het vervolg gegeven.

5.1 Een veelbelovende adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven

Een veelbelovende adaptatiestrategie voor de Waal-Eemhaven bestaat uit de meest kansrijke maatregelen voor de verschillende deelgebieden uitgezet in de tijd. De timing van de maatregelen is gebaseerd op de afweging van het overstromingsrisico met het afwegingskader. Dat wil zeggen dat een maatregel is voorzien indien het overstromingsrisico niet meer acceptabel wordt geacht vanuit het perspectief van binnendijkse waterveiligheid. Als er eerder in de tijd een vervanging en/of groot onderhoud gepland is, wordt aanbevolen om de maatregel hierin mee te laten koppelen. Er zijn geen maatregelen voorgesteld voor die deelgebieden waar het overstromingsrisico het acceptabele grensniveau in het afwegingskader niet overschrijdt.

Om te komen tot een veelbelovende adaptatiestrategie is per deelgebied geïnventariseerd welke combinatie van maatregelen het meest kansrijk is. Tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid bepalen in hoeverre een maatregel kansrijk is. Een kosten-batenanalyse van de geselecteerde maatregelen per deelgebied heeft inzicht gegeven in de kosteneffectiviteit. De maatregelen die het meest eenvoudig uit te voeren zijn, het meest (kosten)effectief zijn en flexibel zijn in de tijd, zijn opgenomen in de veelbelovende adaptatiestrategie. Maatregelen die niet uitvoerbaar of (kosten)effectief zijn en/of maatregelen die niet tijdig genoeg gerealiseerd kunnen worden, zijn afgevalen. In hoofdstuk 4 en bijlage 6 staat in meer detail beschreven waarom maatregelen wel of niet geselecteerd zijn.

Per deelgebied blijkt een andere combinatie van maatregelen kansrijk. De veelbelovende adaptatiestrategie combineert dan ook de maatregelen uit de hiervoor beschreven thema's "Water buiten de deur", "Leven met water" en "Voorbereid op de crisis". Maatregelen in de veelbelovende strategie bestaan uit een combinatie van *kades en glooiingen ophogen op natuurlijke vervangingsmomenten* (preventie); *waterrobuust maken van terreinen en individuele assets door ophoging en dry proofing* (ruimtelijke adaptatie); en *opstellen en oefenen van nood-, herstel- en crisisbeheerplannen en voorbereiden van noodvoorzieningen* (crisisbeheersing).

De geselecteerde maatregelen binnen de veelbelovende adaptatiestrategie kunnen worden ingezet om, zodra dit noodzakelijk is (afhankelijk van het klimaatscenario), het overstromingsrisico in de Waal-Eemhaven op een acceptabel niveau te houden. Het in hoofdstuk 3 gepresenteerde afwegingskader geeft een eerste beeld van de timing van de maatregelen per deelgebied in de Waal-Eemhaven vanuit een publieke bril. Er is onderscheid tussen korte termijn (nu), middellange termijn (tussen nu en 2050) en lange termijn (tussen 2050 en 2100). Diverse bedrijven geven echter aan dat de timing in hun eigen (private) afwegingen kan verschillen. Dit verschilt per bedrijfstype, geografische ligging, etc. Bedrijven kunnen een andere keuze maken voor het moment waarop een maatregel wenselijk zou zijn.

Figuur 24 visualiseert de veelbelovende strategie voor het beheersen van overstromingsrisico's in de Waal-Eemhaven.



Figuur 24. Een veelbelovende strategie met een schatting van de timing van de maatregelen op basis van het W+ scenario en het afwegingskader

Preventie

Bij preventieve maatregelen gaat het om het realiseren van permanente fysieke maatregelen die ervoor zorgen dat de kans op overstromen, in een of meerdere deelgebieden, omlaag gaat. Voor de Waal-Eemhaven gaat het bij preventie om het ophogen van kades en glooiingen. Voor de meeste deelgebieden is preventie niet kosteneffectief. De baten (vermeden schade) wegen niet op tegen de voorziene investering. Voor die deelgebieden is het in veel gevallen kansrijker om op termijn maatregelen in de laag van ruimtelijke adaptatie toe te passen.

Voor enkele pieren geldt dat het wel (kosten)effectief en uitvoerbaar is om de glooiingen op te hogen op het moment dat een vervanging en/of groot onderhoud van de glooiing is voorzien. Het ophogen van kades daarentegen is minder kansrijk. Voor kades zijn de vervangingsmomenten niet frequent (na 100 jaar of langer), waardoor meekoppelkansen voor het ophogen van kades in combinatie met een geplande vervanging veel minder vaak voorkomen. Bovendien ligt de bedrijfsvoering al gauw voor lange tijd (> 1 jaar) stil bij het ophogen van een kade, wat de uitvoerbaarheid negatief beïnvloedt.

Ruimtelijke adaptatie

In dit project vallen fysieke maatregelen op het gebied van ruimtelijke ontwikkeling met een permanent karakter onder ruimtelijke adaptatie. De veelbelovende adaptatiestrategie gaat uit van het geleidelijk waterrobuust maken van meerdere deelgebieden in de komende decennia. Uitgangspunt van de veelbelovende adaptatiestrategie is dat gebruikers van het gebied het waterrobuust maken van hun terreinen en assets meewegen in investeringsbesluiten bij vervangingsopgaven van huidige assets en natuurlijke ophogmomenten.

Bij het waterrobuust maken van terreinen en assets gaat het om ophogen van het terrein, dry proofing van assets en/of een functiewijziging, afhankelijk van wat uitvoerbaar en het meest kosteneffectief is voor een specifiek deelgebied. Zo is het ophogen van het terrein niet altijd uitvoerbaar, bijvoorbeeld omdat aansluiting met wegen en andere nutsvoorzieningen belemmerd wordt of omdat er monumentale panden staan. Ophogen is ook minder kosteneffectief indien er kapitaalintensieve assets op een terrein staan die afgebroken moeten worden. In die gevallen is het waterrobuust maken van een asset kansrijker. Functiewijziging met inachtneming van overstromingsrisico's is interessant voor deelgebieden die in transitie zijn.

Crisisbeheersing

Crisisbeheermaatregelen zijn maatregelen om het restrisico te ondervangen en zo goed als mogelijk gesteld te staan wanneer het gebied onverhoopt toch overstroomt. Waar nodig dient de omgang met overstromingsrisico's in individuele nood- en herstelplannen te worden geïmplementeerd. Het nood- en herstelplan voorziet in het tijdig afschakelen en het treffen van voorzieningen om sneller te herstellen na de overstroming.

Een aanbeveling is om voor alle pieren waar meerdere bedrijven gevestigd zijn een piernoodplan op te stellen zodra het overstromingsrisico niet meer acceptabel is. Een piernoodplan dient ertoe om de individuele nood- en herstelplannen van belanghebbende bedrijven en beheerders op elkaar af te stemmen. Denk hierbij aan het op orde brengen van ketenafhankelijkheden (wie is waarvan afhankelijk en wie is daar verantwoordelijk voor), afspraken te maken over wie, wat, wanneer doet in geval van een (dreigende) overstroming en dit regelmatig te oefenen (om de 2 tot 3 jaar).

Gebruikers moeten zich realiseren dat bij het optreden van een extreme storm met kans op hoge rivier waterstanden de handelingstijd om noodplannen uit te voeren beperkt is. Ook bij het sluiten van de Maeslantkering bestaat er een kans op overstromen in het Waal-Eemhaven gebied. Daarnaast bestaat de kans op falen van de Maeslantkering waardoor hogere waterstanden kunnen optreden. Handelingsbereidheid is dus altijd nodig als signalen worden afgegeven voor dreigende hoge waterstanden. Een crisisbeheerplan (onder coördinatie van VRR) met aandacht voor communicatie is aan te bevelen, zeker omdat Heijlplaat (met woonfunctie) ook in dit gebied ligt.

5.2 Voorgestelde maatregelen per deelgebied

Hieronder volgt een toelichting op de specifieke maatregelen per deelgebied. Het effect van de maatregelen is dat deelgebieden tot tenminste een kans van 1/1.000 jaar in 2050 worden beschermd tegen overstromen. Niet voor alle deelgebieden zijn er maatregelen die zowel voldoende effectief zijn om het overstromingsrisico te beheersen, als goed uitvoerbaar en kosteneffectief zijn. In die gebieden is het aan de gebruiker om zelf af te wegen voor welke specifieke assets, terreinen en voorzieningen het kansrijk is om toch maatregelen te nemen om deze te beschermen tegen de risico's vanwege een overstroming. De waterstandskarten die in dit project zijn gemaakt zijn, geven input voor deze afweging. Bovendien geldt voor alle deelgebieden dat het opstellen van een (pier)nood- en herstelplan geadviseerd wordt zodra een overstromingsrisico niet meer acceptabel geacht wordt. Ten slotte wordt voor alle deelgebieden aanbevolen om waterveiligheid mee te nemen in investeringsbeslissingen rond vervanging en groot onderhoud van assets in het gebied.

Tabel 13 geeft een overzicht van de kosten en baten van de meest kansrijke, kosteneffectieve, maatregelen op het gebied van preventie en ruimtelijke adaptatie per deelgebied. Een nadere uitwerking van de maatregelen en baten-kostenverhouding is opgenomen in Bijlage 6.

Tabel 13. Overzicht van de meest kansrijke, kosteneffectieve, maatregelen per deelgebied inclusief de contante waarde (CW) van de baten, kosten en kosten-batenverhouding van deze maatregelen.

Deelgebied		CW Baten (mEUR)	CW Kosten (mEUR)	Baten-kostenratio	Termijn
Sluisjesdijk	Terrein ophogen	10,6	7,5	1,4	Tot 2050
Pier 1	Dry proofing van 1 gebouw	0,1	0,1	1,4	Tot 2050
Pier 2	Terrein ophogen	4,3	3,2	1,3	Tot 2050
Pier 4	Kades & glooiingen ophogen	2,1	1,3	1,6	Tot 2050
	Terrein ophogen	1,1	0,9	1,4	
Pier 6	Geen kosteneffectieve maatregel				Tot 2100
Pier 7	Kades & glooiingen ophogen	57,8	12,7	4,6	Voor 2050
	Terrein ophogen	32,9	5,0	6,6	
Pier 8	Kades & glooiingen ophogen	10,0	2,3	4,4	Tot 2100
	Terrein ophogen	5,7	1,4	4,0	
RDM	Geen kosteneffectieve maatregel				Tot 2100
Eemhavenweg	Kades & glooiingen ophogen	7,0	2,9	2,4	Tot 2100
	Terrein ophogen	3,8	2,0	2,0	
Bunschotenweg	Geen kosteneffectieve maatregel				Na 2100
Den Hamweg	Terrein ophogen	11,7	8,7	1,3	Voor 2050
	Dry proofing van 1 gebouw	1,7	1,0	1,7	
Eemnesweg	Geen kosteneffectieve maatregel				Tot 2100
Noord Vondelinge- genweg	Geen kosteneffectieve maatregel				Tot 2100
Streefwaalseweg	Terrein ophogen	0,11	0,08	1,5	Na 2100

Pier 7 en Den Hamweg

In de verkenning naar de timing van maatregelen met het afwegingskader, komt het risico in de deelgebieden Pier 7 en Den Hamweg in de huidige situatie boven het grensniveau. Op basis van deze afweging is het aan te bevelen om risicoverlagende maatregelen te nemen op korte termijn.

- Het ophogen van het terrein van Pier 7 is de meest kosteneffectieve maatregel. Mogelijk wordt dit echter als niet of minder kansrijk beschouwd door de aanwezige containerterminal in het gebied. Ophoging belemmert namelijk mogelijk de operatie van de containerterminal. Een alternatief is het ophogen van de kade aan de noordzijde en de glooiing aan de zuidzijde. Dit is ook een kosteneffectieve maatregel en zeker de ophoging van de glooiing is goed uitvoerbaar. Indien er op korte termijn een meekoppelkans is met de vervanging van de kade, dan is ook deze maatregel kansrijk.
- Voor de Den Hamweg geldt dat dry proofing van het laagst gelegen gebouw op de pier, waar ophoging van het terrein lastig uitvoerbaar is, kansrijk is in combinatie met het ophogen van de laag gelegen terreinen met vooral containeropslag.

Sluisjesdijk, Pier 1, Pier 2 en Pier 4

Het overstromingsrisico in de deelgebieden Sluisjesdijk, Pier 1, Pier 2, en Pier 4 ligt in de huidige situatie op het acceptabele grensniveau vanuit het perspectief van binnendijkse waterveiligheid. Afhankelijk van de snelheid van klimaatverandering, worden de acceptabele grenzen van het afwegingskader vanaf ca. 2050 (W+) tot ca. 2100 (G) overschreden.

- Voor Sluisjesdijk geldt dat er in combinatie met een transformatie van (delen van) het gebied, er een meekoppelkans ontstaat om het gebied op te hogen en/of voor functies te kiezen die minder gevoelig zijn voor overstromingsrisico's. Zonder ruimtelijke ontwikkeling en daaraan gekoppelde meekoppelkansen is deze maatregel lastig uitvoerbaar, ondanks dat het wel kosteneffectief is. De kosten van

andere maatregelen op het gebied van preventie en ruimtelijke adaptatie zijn hoger dan de baten en zijn daarom niet kansrijk. Met alleen crisisbeheersing wordt veel minder schade gereduceerd.

- De ophoging van de glooiing aan de voet van Pier 1 is gepland op korte termijn en is daardoor een kansrijke maatregel. Hiermee wordt de voet van de pier beschermd. Ophogen van overige glooiingen noch het ophogen van kades is hier kosteneffectief. Ook het waterrobuust maken van heel Pier 1 door middel van dry proofing van assets blijkt niet kosteneffectief. Aanbevolen wordt om wel extra maatregelen te treffen voor het bedrijf aan de voet van de pier in het laagst gelegen stuk, denk hierbij aan dry proofing. Voor deze pier geldt niet dat deze geheel wordt beschermd tot een beschermingsniveau van 1/1.000 jaar. De terreinbeheerder op de pier zal zelf een afweging moeten maken hoe en tot welk niveau het zijn terrein wil beschermen.
- Voor Pier 2 is het ophogen van het terrein het meest kansrijk, omdat alleen deze maatregel kosteneffectief is. Andere maatregelen in de lagen preventie en ruimtelijke adaptatie zijn dat niet.
- Het ophogen van de glooiingen is de meest kosteneffectieve maatregel om Pier 4 te beschermen tegen overstromingsrisico's en makkelijker uitvoerbaar dan het andere kosteneffectieve alternatief: ophoging van terreinen. Zeker als meegekoppeld kan worden met natuurlijke vervangingsmomenten is deze maatregel zeer kansrijk.

Pier 6, Pier 8, RDM, Eemhavenweg, Noord Vondelingenweg, Eemnesweg

Voor Pier 6, Pier 8, RDM, Eemhavenweg, Noord Vondelingenweg en Eemnesweg geldt dat er voor 2050 geen maatregelen nodig zijn, afgaande op de verkenning van de overstromingsrisico's met het afwegingskader.

- Geen van de voorgestelde maatregelen op het gebied van preventie en ruimtelijke adaptatie blijken kosteneffectief voor Pier 6. Dat wil zeggen dat voor alle maatregelen geldt dat de kosten hoger zijn dan de geraamde schadereductie.
- Voor Pier 8 geldt dat preventief ophogen van de glooiingen kosteneffectief is door de relatief hoge baten en beperkte omvang van de maatregel. Het is aan te bevelen om nader te onderzoeken of dit samen kan gaan met natuurlijke vervangingsopgaven van de glooiingen, omdat dit een positief effect heeft op zowel uitvoerbaarheid als de kosten-batenverhouding. De glooiing hoeft in dat geval immers niet twee keer aangepakt te worden.
- In de kosten-batenanalyse zijn geen van de maatregelen op het gebied van preventie en ruimtelijke adaptatie voor RDM kosteneffectief gebleken. Ophoging is bovendien niet uitvoerbaar vanwege de aanwezigheid van monumentale panden. Deze kunnen alleen met dry proofing (of wet proofing indien de begane grond met water in aanraking kan komen) waterrobuust worden gemaakt.
- Voor de Eemhavenweg geldt gelijk aan Pier 8 dat het preventief ophogen van de glooiingen kosteneffectief is door de beperkte omvang van de maatregel en het verwachte positieve effect op de reductie van het overstromingsrisico. Door mee te koppelen met natuurlijke vervangingsmomenten van de glooiingen wordt de maatregel interessanter vanwege de reductie in de kosten en overlast. Daarnaast zit er een opening op het punt waar de Heysekade de Eemhavenweg kruist. Het afsluiten van deze opening is een relatief kleine ingreep en is een effectieve maatregel om op korte termijn al het overstromingsrisico te beperken in een deel van de Eemhavenweg.
- De aanbouw van de kade bij de Noord Vondelingenweg, gepland voor 2050, wordt direct op de juiste hoogte aangelegd. Hiermee is het overstromingsrisico in de Noord Vondelingenweg beheerst.
- Er zijn geen kosteneffectieve maatregelen op het gebied van preventie en ruimtelijke adaptatie voor het beheersen van het overstromingsrisico in de Eemnesweg.

Bunschotenweg en Streefwaalseweg

In de verkenning naar de timing van maatregelen met het afwegingskader, komt het risico in de deelgebieden Bunschotenweg en Streefwaalseweg in de huidige situatie niet boven het grensniveau tot 2100. Op basis van deze afweging zijn er geen risicoverlagende maatregelen voorzien in de adaptatiestrategie.

5.3 Kanttekeningen en aanbevelingen voor het vervolg

Het project heeft veel inzicht opgeleverd in de overstromingsrisico's in het gebied. Op de meeste pieren is het risico nog acceptabel vanuit het perspectief van waterveiligheid binnendijs. Voor de langere termijn heeft de gezamenlijke dialoog de basis gelegd voor draagvlak voor kansrijke maatregelen uit de adaptatiestrategie. Ten slotte is een aantal belanghebbenden al aan de slag gegaan met het opstellen van noodplannen en het inventariseren van noodmaatregelen.

Kanttekeningen

Er zijn ook kanttekeningen te plaatsen bij de veelbelovende adaptatiestrategie. Aannames en onzekerheden in dit project hebben bijvoorbeeld invloed op het overstromingsrisicobeeld en de afweging ervan. Zo heeft klimaatverandering en de daaraan gekoppelde zeespiegelstijging een onzekere bandbreedte en is in dit project gekozen voor een analyse aan de hand van één van de scenario's (W+). In het afwegingskader zijn grensniveaus vastgesteld voor economische schade, op basis van publieke kaders. Deze grensniveaus zijn geen harde getallen maar zijn vastgesteld op basis van diverse aannames en uitgangspunten om tot een keuze voor acceptabele risiconiveaus te kunnen komen. Vanwege deze aannames en onzekerheden heeft het grensniveau een bandbreedte, en daarmee ook de timing van de maatregelen. Wel is het belangrijk om te constateren dat de bandbreedte en de onzekerheden specifiek gelden voor de *timing* van maatregelen. Het afwegingskader geeft namelijk wel een robuuste indicatie van de onderlinge prioriteiten tussen de deelgebieden. Bovendien is de aanbevolen adaptatiestrategie ook robuust voor de genoemde aannames en onzekerheden.

Een andere kanttekening bij de risicoafweging is dat vanuit andere beleidsvelden of partijen een andere afweging kan worden gemaakt. Een andere afweging betekent ook een andere gewenste timing voor een maatregel (hoe langer de situatie nog acceptabel is, hoe later de maatregel genomen kan worden). 'Acceptatie' is bovendien subjectief. Zaken als risicoaversie, ervaring met overstromingen, maar ook de hoogte van de kosten voor te nemen maatregelen spelen hierin een grote rol. Tevens zijn de ligging van een bedrijf en afhankelijkheid van een bepaalde activiteit voor een groot deel bepalend of een overstromingsrisico in het gebied wel of niet acceptabel wordt gevonden.

Het is belangrijk om bij het doorvoeren van maatregelen rekening te houden met deze onzekerheden, maar het is niet raadzaam om deze als belemmering te laten fungeren. Ook de snelheid van klimaatverandering, de economische ontwikkeling van het gebied, de haven en de economie van Nederland zijn onzeker. Voor de Waal-Eemhaven kan de vervanging van de Maeslantkering bovendien bepalend zijn, omdat partijen mogelijk geremd worden in het nemen van investeringen om overstromingsrisico's te beheersen. Het is daarom vooral zaak weldoordachte (geen-spijt) maatregelen te nemen en zoveel als mogelijk een flexibele strategie te volgen die rekening houdt met onzekerheden op de korte en lange termijn.

Aanbevelingen

Het wordt aanbevolen dat huidige gebruikers en asseteigenaren (publiek en privaat) in de Waal-Eemhaven de overstromingsrisico's zelf afwegen om helder te krijgen of en wanneer maatregelen gewenst zouden zijn. Bovendien maakt het inzichtelijk of waterveiligheid meegenomen moet worden in de besluitvorming rond (vervangings)investeringen. Een vervolgstap is dat deze afweging en wensen met betrekking tot maatregelen met elkaar gedeeld wordt. Op deze manier ontstaat inzicht in en afstemming over de gewenste timing en type maatregelen op een pier.

Het is tevens van belang dat (conform het huidige beleid) initiatiefnemers voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in de haven geadviseerd worden over overstromingsrisico's (nu en in de toekomst) en de mogelijke beheersmaatregelen. Adviezen hierover komen van het Havenbedrijf Rotterdam in overleg met gemeente Rotterdam. Op deze manier kan een duurzame ontwikkeling op de lange termijn worden geborgd.

Voor buitendijkse gebieden zijn crisisbeheermaatregelen extra belangrijk, omdat de focus van veiligheidsdiensten bij zeer ernstige stormsituaties en dreigende dijkdoorbraken vooral op binnendijkse gebieden gericht zal zijn. Het uitwerken van storm-/overstromingssituaties in noodplannen van en noodmaatregelen door gebruikers van het gebied in samenwerking met de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond is daarom een aanbevolen ontwikkeling.

Ten slotte wordt aanbevolen om de relatie te leggen met de voorkeursstrategie van het DPRD (DPRD, 2014) en de strategische adaptatieagenda buitendijs, door de resultaten van het project naast die van de pilots en eerder uitgevoerde projecten te leggen. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij het Havenbedrijf Rotterdam, Rijkswaterstaat en de gemeente Rotterdam.

Commitment organiseren en afspraken maken

Gezamenlijk commitment over de te volgen strategie is nodig voor het nemen van vervolgstappen. Ook heldere afspraken over de rollen, verantwoordelijkheden en bekostiging van de maatregelen is van belang voor het vervolg. Sommige maatregelen uit de veelbelovende strategie zouden snel opgepakt kunnen worden, bijvoorbeeld het opstellen van nood- en herstelplannen en treffen van noodvoorzieningen. Om fysieke maatregelen te implementeren, zoals het ophogen van glooiingen en het waterrobuust maken van terreinen en assets, zal meer tijd nodig zijn in termen van voorbereiding.

Via ruimtelijk adaptatie (zoals het waterrobuust maken van terreinen en assets bij nieuwe of vervangingsinvesteringen) wordt er in de tijd gewerkt aan een waterveilige omgeving. Het is tevens van belang dat (conform het huidige beleid) initiatiefnemers voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in de haven geadviseerd worden over overstromingsrisico's (nu en in de toekomst) en de mogelijke beheersmaatregelen. Dit is zeker wenselijk indien veel meerwaarde kan worden bereikt met beperkte investeringen. Adviezen hierover komen van het Havenbedrijf Rotterdam in overleg met de gemeente Rotterdam.

Crisisbeheermaatregelen zijn maatregelen om het restrisico te ondervangen en zo goed als mogelijk gesteld te staan wanneer het gebied onverhoopt toch overstroomt. Een (pier)noodplan kan afstemming verzorgen in de acties bij een (dreigende) overstroming waardoor het risico verder daalt. Voor buitendijkse gebieden zijn crisisbeheermaatregelen extra belangrijk, omdat de focus van veiligheidsdiensten bij zeer ernstige stormsituaties en dreigende dijkdoorbraken vooral op binnendijkse gebieden gericht zal zijn⁶. Het uitwerken van storm-/overstromingssituaties in noodplannen van en noodmaatregelen door gebruikers van het gebied in samenwerking met de VRR is daarom een aanbevolen maatregel.

⁶Kanttekening hierbij is dat er plannen in voorbereiding zijn om de dijkringen te versterken (in het kader van de nieuwe normering), waardoor de kans op dreigende dijkdoorbraken nog verder verlaagd wordt.

Literatuurlijst

Bonger, H. en Konter, J. (2011). *Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden. Mogelijke toekomst voor het Havenindustriële Cluster Rotterdam*. Werkbijeenkomst Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden: 'Klimaatverandering en de toekomst van het Havenindustriële cluster', 9 juni 2011

Bruggeman, W. en Dammer, E. (2013). *Deltascenario's voor 2050 en 2100 Nadere uitwerking 2012-2013*. Nederland: KNMI, PBL, CPB, LEI en Deltares.

Deltaprogramma | Rijnmond-Drechtsteden. (2011). *Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden*.

Deltaprogramma | Rijnmond-Drechtsteden (2014). *Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden*. Programmeamteam Rijnmond-Drechtsteden

Hallegatte, S. (2008). *An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina*. Risk Anal., 28(3), 779–799, doi:10.1111/j.1539-6924.2008.01046.x.

Hallegatte, S. (2014). *Modeling the role of inventories and heterogeneity in the assessment of the economic costs of natural disasters*. Risk Anal., 34(1), 152–167.

Kallen, M.J., Botterhuis, T. en Kok, M. (2012). *Onderzoek naar verbetering van de veiligheid die de Maeslantkering biedt*. Ref: PR2274.10, HKV rapport. Nederland: HKV

Klein Tank, A., Beersma, J., Bessembinder, J., Van den Hurk, B. en Lenderink, G. (2015). *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. De Bilt, Nederland: KNMI

Konter, J. (2013). *Waterveiligheid Botlekgebied, geplaatst in het kader van de kansrijke strategieën*. Notitie Havenbedrijf Rotterdam.

Leede, R. de en Veen, P. (2014). *Is het Botlekgebied klaar voor hoogwater? Een studie naar de overstromingsrisico's in het Botlekgebied*. Nederland: Rotterdam. Hogeschool van Rotterdam. In opdracht van Rijkswaterstaat WZN.

Lendering, K.T., Jonkman, S.N. en Kok, M. (2014). *Effectiveness and reliability of emergency measures for flood prevention*. TU Delft, Stowa

Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (2012). *Deltaprogramma 2013 (DP2013) - Werk aan de delta*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken. (2015). *Nationaal Waterplan 2016-2021*.

Mooyaart, L. & Schoemaker, M. (2017) *KBA terreinhoogte buitendijks*. Royal HaskoningDHV, opdrachtgever Gemeente Rotterdam.

Nicolai, R. Van Vuren, S., Pleijter, G., Huizinga, J., Koks, E. en De Moel, H. (2016a). *Pilot Waterveiligheid Botlek. Toelichting op de waterdiepte kaarten*. HKV memorandum. Nederland: HKV en VU.

Nicolai, R. Van Vuren, S., Pleijter, G., Huizinga, J., Koks, E. en De Moel, H. (2016b). *Pilot Waterveiligheid Botlek. Kwantitatieve analyse overstromingsrisico's*. HKV rapport. Nederland: HKV en VU.

Nooijer J. de, Eisma M., Barneveld N. van en Dekarz, M. (2017) Startdocument Waal- en Eemhaven. Gemeente Rotterdam, Havenbedrijf Rotterdam en Rijkswaterstaat.

Snuverink, M.A.M., Berg, K. van den, Sluijs, L. en E. van Proosdij, 1998. *Schade bij inundatie van buitendijkse industrie*. Tebodin, Den Haag.

Stadsontwikkeling Ruimte en Wonen Rotterdam (2016). *Ontwerp Bestemmingsplan Waalhaven en Eemhaven augustus 2016*.

Tretjakova, D. (2012). *Eindrapport Overstromingsrisico's in de haven*. Rotterdam, Nederland: Gemeente Rotterdam.

Van Barneveld, N. (2014). *Nieuwe Normspecificaties voor de primaire waterkeringen. Herijking van de waterveiligheid in Rijnmond-Drechtsteden*. Rotterdam, Nederland: Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.

Van den Berg, K., Sluijs, L., Snuverink, M., Wiertz, A. (1998). *Schadecurves industrie ten gevolge van overstroming*. Nederland: Tebodin, opdrachtgever Rijkswaterstaat DWW.

Van Gelder, P.H.A.J.M. et al. (1997). *Kansen in de Civiele Techniek, Deel 1: Probabilistisch ontwerpen in theorie*. CUR190. Gouda, Nederland: CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Van Ledden, M. & Van de Visch, J. (2017). *Botlek waterveiligheid. Pilot Waterveiligheid Botlek Waterveiligheid: een veilige haven – nu en in de toekomst*. Opdrachtgever Havenbedrijf Rotterdam, Rijkswaterstaat WNZ & Gemeente Rotterdam.

Presentatie: Neefjes, P. (2017). *Ambitie Stormvloedkeringen in Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden*. Presentatie gehouden tijdens de workshop waterveiligheid Waal-Eemhaven op 14 september 2017 als onderdeel van de studie.

Hoogtedata (LiDAR) 2017, Gemeente Rotterdam.