

RAPPORT

Een waterveilige Rotterdamse haven

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

Klant: Havenbedrijf Rotterdam, gemeente Rotterdam

Referentie: BF4776IBRP2108051043

Status: Definitief/P01.04

Datum: 2 februari 2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB NIJMEGEN
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

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

Titel document: Een waterveilige Rotterdamse haven

Ondertitel: .
Referentie: BF4776IBRP2108051043
Status: P01.04/Definitief
Datum: 2 februari 2022
Projectnaam: Adaptatiestrategie HIC
Projectnummer: BF4776
Auteur(s): Jarit van de Visch, Matthijs Bos

Opgesteld door: Jarit van de Visch

Gecontroleerd door: Joost de Nooijer, Robert Ranke, Marc Eisma, Vera Konings

Datum: _____

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Formuleren van een adaptatiestrategie – de werkwijze	7
2.1	Situatieanalyse: Inzicht in overstromingsrisico's	7
2.2	Risicoperceptie: Afweging van overstromingsrisico's	10
2.3	Dialogoog: Kansrijke maatregelen voor overstromingsrisicobeheersing	10
2.4	Verschillen in werkwijze tussen gebieden	12
3	Overstromingsrisico in het HIC: een optelsom van de gebieden	14
3.1	Gebiedsbeschrijving	14
3.2	Globaal overzicht van de overstromingskansen	19
3.3	Gevolgen van een overstroming	21
3.4	Risicoafweging en timing van maatregelen	25
4	Gebiedsgerichte adaptatiestrategieën: inzicht in kansrijke maatregelen	30
4.1	Beknopte beschrijving van adaptatiestrategieën per gebied	30
4.1.1	Veelbelovende adaptatiestrategie Maasvlakte: leven met water	31
4.1.2	Veelbelovende adaptatiestrategie Europoort: leven met water + water buiten de deur	32
4.1.3	Veelbelovende adaptatiestrategie Botlek: water buiten de deur	32
4.1.4	Veelbelovende adaptatiestrategie Vondelingenplaat: voorbereid op de crisis	33
4.1.5	Veelbelovende adaptatiestrategie Waal-Eemhaven: focus per pier	33
4.1.6	Veelbelovende adaptatiestrategie Merwe-Vierhavens: leven met water	34
4.1.7	Kansrijke maatregelen voor haventerrein in Dordrecht	34
4.1.8	Kansrijke maatregelen voor haventerreinen in overige gebieden	35
4.2	Beschrijving van een gebiedsoverstijgende maatregel	35
4.3	Afweging van de adaptatiestrategieën	36
5	De adaptatiestrategie voor het HIC	38
5.1	Samenhang tussen de veelbelovende adaptatiestrategieën	38
5.2	Beschrijving van de adaptatiestrategie	38
5.2.1	Maatregelen voor de Maasvlakte	39
5.2.2	Maatregelen voor de Europoort	42
5.2.3	Maatregelen voor de Botlek	43
5.2.4	Maatregelen voor de Vondelingenplaat	44
5.2.5	Maatregelen voor de Waal-Eemhaven	45
5.2.6	Maatregelen voor Merwe-Vierhavens	46
5.2.7	Maatregelen voor het haventerrein in Dordrecht	46
5.2.8	Maatregelen voor de haventerreinen in de overige gebieden	47
5.3	Het vervolg: kanttekeningen en kennisvragen	48

Literatuurlijst 51

Tabellen

Tabel 2-1. Verwachte zeespiegelstijging (t.o.v. 1990) per klimaatscenario van het KNMI (Deltaprogramma waterveiligheid, 2014).	8
Tabel 3-1. Ontwikkeling economische schade in het HIC door zeespiegelstijging afgerond in miljoen Euro	23
Tabel 3-2. Kans op falen van een aantal vitale en kwetsbare voorzieningen in de Botlek, Pilot Waterveiligheid Botlek (2017)	24
Tabel 3-3. Overzicht deelgebieden waar maatregelen eerder in zicht komen in vergelijking met de globale gebiedsverkenning	28
Tabel 4-1. Overzicht kosten, baten en kosten-batenratio van geselecteerde maatregelen in de adaptatiestrategie per gebied	36
Tabel 4-2. Kosten-batenanalyse van verschillende opties voor de 'afsluitbaar open' kering	37

Figuren

Figuur 2-1. Meerlaagsveiligheid met van onder naar boven preventie, ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing.	11
Figuur 2-2. Visualisatie van het proces van maatregelen naar veelbelovende adaptatiestrategie	11
Figuur 3-1. Het HIC en relaties tussen de gebieden (de richting van de pijl geeft weer aan welk gebied o.a. producten worden geleverd en hoe dikker de pijl, hoe groter de afhankelijkheid)	15
Figuur 3-2. Overzicht van de overige buitendijkse havengebieden / gebieden in erfpacht bij HbR die geanalyseerd zijn in deze studie (gemarkeerd in rood). Linksboven: haventerreinen in het stedelijk gebied. Rechtsboven: havengebied in Alblasterdam. Linksonder: havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg, Landtong Rozenburg en golfbaan 'Brielse Maas'. Rechtsonder: Madroelhaven en klein deel Botlek.	19
Figuur 3-3. Overzicht gemiddelde huidige overstromingskansen in het HIC. Hogere overstromingskansen zijn weergegeven met cirkels.	20
Figuur 3-4. Aandeel van de deelgebieden in de verwachte jaarlijkse schade (VJS)	23
Figuur 3-5. Pijpleidingen vanaf Rotterdam (Havenbedrijf Rotterdam).	25
Figuur 3-6. Economische schade (VJS) als gevolg van een overstroming bij een zeespiegelstijging van +35cm (hoe groter het geldzakje, hoe groter de schade) en de afweging ervan met het afwegingskader (Groen: onder het grensniveau van het afwegingskader, Geel: op het grensniveau van het afwegingskader en Rood: boven het grensniveau van het afwegingskader)	27
Figuur 3-7. Risicoafweging: deelgebieden waar het overstromingsrisico eerder in beeld komt in vergelijking met de globale gebiedsverkenning	29

Figuur 4-1. Focus van kansrijke maatregelen per gebied in het HIC	30
Figuur 4-2. Locatie 'afsluitbaar open' kering	35
Figuur 5-1. Kansrijke maatregelen voor de Maasvlakte	40
Figuur 5-2. Illustratie van dry proofing	40
Figuur 5-3. Illustratie van wet proofing	41
Figuur 5-4. Kansrijke maatregelen voor de Europoort	42
Figuur 5-5. Gerealiseerde golfremmende maatregel op de Kop van de Beer	43
Figuur 5-6. Kansrijke maatregelen voor de Botlek	44
Figuur 5-7. Kansrijke maatregelen voor de Waal-Eemhaven	45
Figuur 5-8. Deelgebieden met een mogelijk niet acceptabel overstromingsrisico (aangegeven met rode cirkels).	46
Figuur 5-9. Combinatie van kansrijke maatregelen om het overstromingsrisico in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen	47
Figuur 5-10. Kansrijke maatregelen voor de haventerreinen in het stedelijk gebied	48

Bijlagen

A1	Modellering overstromingsrisico's HIC
A2	Landgebruikwaardes en schadefuncties
A3	Beschrijving van het afwegingskader
A4	Overzicht van mogelijke maatregelen
A4.1	Preventie
A4.2	Ruimtelijke adaptatie
A4.3	Crisisbeheersing
A5	Economische schades per herhalingsstijd per gebied
A6	Kosten-batenanalyse kansrijke maatregelen
A7	Detaillering adaptatiestrategie Waal-Eemhaven

1 Inleiding

Het havengebied in de regio Rijnmond-Drechtsteden ligt buitendijks. Dit betekent dat er geen dijk ligt om het gebied te beschermen tegen overstromingen. Dit betekent niet dat het havengebied volledig onbeschermd is tegen een overstroming. Zo ligt het hoger dan het naastgelegen binnendijkse gebied: het gebied dat wel beschermd wordt door de dijk. Door de hoge ligging blijft de waterdiepte beperkt. Bovendien is er geen dijk die het water in het gebied houdt, zodat het water weer snel weg kan stromen. Ten slotte profiteert een deel van het havengebied van de Maeslantkering¹.

Een noordwesterstorm op de Noordzee met windkracht 11-12 kan er echter wel voor zorgen dat het water op de Noordzee zo hoog wordt, dat delen van het havengebied kunnen overstromen. Bovendien neemt het risico dat dit gebied overstroomt toe als gevolg van klimaatverandering. Voldoende reden voor het Havenbedrijf Rotterdam (HbR) en de gemeente Rotterdam om samen met bedrijven en overheden de overstromingsrisico's tussen nu en 2100 in kaart te brengen en te verkennen welke maatregelen kansrijk zijn om onacceptabele risico's te beheersen.

Buitendijks – wat betekent dat?

In buitendijks gebied zijn er geen wettelijke normen voor de bescherming tegen een overstroming. De gebruikers en beheerders van het buitendijkse havengebied zijn zelf verantwoordelijk voor het nemen van maatregelen om schade door een overstroming te beperken. Dit betekent niet dat zij alleen aan de slag moeten met waterveiligheid. Publieke organisaties hebben ook een verantwoordelijkheid, bijv. vanuit hun zorgplicht. Zo is de overheid verantwoordelijk voor de communicatie over het overstromingsrisico. Bovendien heeft het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (DPRD, 2014) geadviseerd onderzoek te verrichten naar hoe bewoners en gebruikers van het buitendijkse gebied in de regio Rijnmond beschermd kunnen blijven tegen overstromingen.

Een adaptatiestrategie voor een waterveilig havengebied

Gemeente Rotterdam en HbR hebben de handen ineen geslagen om samen met andere overheden, bedrijven en infrabeheerders in het buitendijkse havengebied een adaptatiestrategie te formuleren². Een adaptatiestrategie geeft inzicht in wanneer welke maatregelen wenselijk en/of kansrijk zijn om het havengebied aan te passen aan klimaatverandering en zo weerbaar te blijven voor overstromingen, gebruik makend van kansen die onderweg ontstaan. De adaptatiestrategie creëert een kader voor duurzame ruimtelijke ontwikkeling op de lange termijn. Het biedt handelingsperspectief door belangrijke keuzemomenten en besluiten in de tijd te zetten, kansrijke maatregelen te identificeren en 'meekoppelkansen' te schetsen. Flexibiliteit van de maatregelen is daarbij een belangrijke randvoorwaarde gezien de lange termijn waarop gekeken wordt. Nu doen wat moet, flexibel bekijken wat kan.

HbR en gemeente Rotterdam hebben eerst per havengebied een adaptatiestrategie geformuleerd. Na gestart te zijn met de Botlek en de Vondelingenplaat (2017), zijn op een gelijksoortige manier adaptatiestrategieën ontwikkeld voor de Waal- en Eemhaven (2018), Merwe-Vierhavens (2019), Europoort (2020) en Maasvlakte (2021). Ten slotte zijn in 2021 ook de overstromingsrisico's en kansrijke maatregelen om deze te beheersen geïnventariseerd voor Dordrecht en enkele haventerrein in beheer van HbR in andere gebieden in de regio Rijnmond-Drechtsteden (hierna gerefereerd aan als overige gebieden). Deze

¹ De Maeslantkering zorgt er voor dat bij hoogwater op zee, het water de gebieden achter de kering niet bereikt. De kering biedt echter geen volledige bescherming. De kering sluit namelijk pas bij een waterstand van 3,0m boven NAP bij Rotterdam, als de eerste buitendijkse gebieden al nat zijn. En door sluiting van de kering kan het rivierwater (tijdelijk) niet meer wegstromen naar zee, met opstuwung van het rivierwater als gevolg. De verhoging van de waterstand in de Nieuwe Maas blijft wel beperkt (ca. 3,4m – 3,6m boven NAP in de huidige situatie). Ten slotte is het mogelijk dat de kering niet sluit, dit is een faalkans. Bij het ontwerp van de Maeslantkering is er rekening mee gehouden dat van de 100 sluitingen, de kering 1 keer niet sluit.

² De gemeente Rotterdam formuleert de adaptatiestrategieën in het buitendijkse stedelijk gebied van Rotterdam

adaptatiestrategieën per gebied zijn vervolgens in dit rapport samengevoegd tot één overkoepelende adaptatiestrategie voor het Haven en Industrieel Complex (HIC) van Rotterdam.

De gezamenlijke ontwikkeling van deze adaptatiestrategie met de belanghebbenden van het havengebied heeft bewustwording gecreëerd voor de waterveiligheidsopgave in het havengebied en de onderlinge afhankelijkheden. Het behouden van een waterveilige haven, nu en in de toekomst, is hiermee een gezamenlijk traject van HbR, gemeente Rotterdam en andere overheden, bedrijven en infrabeheerders in het HIC geworden.

Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de werkwijze die gevolgd is voor het formuleren van adaptatiestrategieën (zie hoofdstuk 2). Vervolgens presenteert hoofdstuk 3 het overstromingsrisico in het havengebied, het moment waarop het risico niet meer acceptabel is en in welke deelgebieden dat als eerste gebeurt. In hoofdstuk 4 komen de veelbelovende adaptatiestrategieën per gebied aan bod, inclusief de afweging tussen deze adaptatiestrategieën aan de ene kant en een gebiedsoverstijgende strategie aan de andere kant. Ten slotte komen in hoofdstuk 5 de uiteindelijke adaptatiestrategie voor het HIC en de kanttekeningen en kennisvragen die tijdens het proces naar voren zijn gekomen aan bod.

2 Formuleren van een adaptatiestrategie – de werkwijze

Een adaptatiestrategie begint met inventariseren hoe de situatie eruit ziet: wat zijn de kansen op een overstroming, wat zijn de gevolgen ervan en hoe kwetsbaar is het gebied. De situatieanalyse is de basis voor de dialoog met belanghebbenden. Een dialoog om te onderzoeken hoe gebruikers en beheerders van het gebied het overstromingsrisico ervaren en tot wanneer zij het risico nog acceptabel vinden of actie gewenst is. Dit proces van Joint Fact Finding resulteert in een aangescherpt en gedeeld beeld van de overstromingsrisico's. Met deze input kan samen met de belanghebbenden gekeken worden welke maatregelen kansrijk zijn en hoe deze gecombineerd kunnen worden in een adaptatiestrategie.

Dit hoofdstuk geeft een toelichting op de werkwijze die gevolgd is. Het beschrijft hoe de overstromingskansen van de verschillende havengebieden zijn berekend en de gevolgen ervan in beeld zijn gebracht: de overstromingsrisico's (zie § 2.1). Bovendien wordt gepresenteerd hoe bepaald is wanneer het risico niet meer acceptabel is: de risicoafweging (zie §2.2). Vervolgens komt aan bod hoe kansrijke maatregelen zijn geïdentificeerd (zie §2.3). Niet alle gebieden hebben dezelfde werkwijze gevolgd. De verschillen in aanpak worden in §2.4 beschreven. De resultaten van elk van deze stappen zijn terug te lezen in de eindrapportages van de desbetreffende deelgebieden.³

2.1 Situatieanalyse: Inzicht in overstromingsrisico's

Waterveiligheid wordt bepaald door de kans dat een gebied overstroomt en de gevolgen ervan: kans x gevolg = het risico. In de overstromingsrisicoanalyse worden de huidige en toekomstige kansen en gevolgen (economische schade, milieuschade en dodelijke slachtoffers) van een overstroming geanalyseerd voor nu, 2050 en 2100 en in een samenhangend verhaal bij elkaar gebracht.

Overstromingskansen

De kans dat een gebied overstroomt is een afgeleide van de waterstand en de hoogte van het gebied: hoe hoger de waterstand en/of hoe lager het gebied, de groter de kans dat het gebied overstroomt. Deze analyse verschilt per gebied en de partij die de analyse heeft uitgevoerd (o.a. Deltares en HKV). Bijlage A1 geeft een overzicht van de toegepaste methodiek per gebied. De gemeenschappelijke basis van alle analyses is de Hydra-NL database van Rijkswaterstaat. Deze database geeft inzicht in de waterstanden bij verschillende herhalingstijden en zichtjaren. De waterstanden zijn vervolgens omgezet in inundatiedieptes ten opzichte van de terreinhoogte om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming. Om verschillen in uitgangspunten in overstromingsrisicoanalyses te beperken (met als risico dat de uitkomsten minder vergelijkbaar zijn), zijn ten slotte alle analyses getoetst op gebruikte uitgangspunten en is daar consistentie in aangebracht.

De klimaatscenario's van het KNMI en de daaraan gekoppelde verwachte zeespiegelstijging zijn gebruikt om de toekomstige overstromingskans in te schatten. In deze overstromingsrisicoanalyse is uitgegaan van het extreme W+ klimaatscenario (Deltaprogramma Waterveiligheid, 2014). Bij dit scenario stijgt de zeespiegel met 35cm in 2050 en 85cm in 2100 (ten opzichte van 1990). Tegelijkertijd geeft dit ook inzicht in de overstromingskans bij het gematigde G klimaatscenario. In dit scenario treedt de zeespiegelstijging 50 jaar later op dan de stijging die voorspeld wordt in het W+ klimaatscenario voor 2050 (zie Tabel 2-1).

³ zie <https://www.portofrotterdam.com/nl/bouwen-aan-de-haven/veilige-haven/waterveiligheid>

Tabel 2-1. Verwachte zeespiegelstijging (t.o.v. 1990) per klimaatscenario van het KNMI (Deltaprogramma waterveiligheid, 2014).

	Zichtjaar 2050	Zichtjaar 2100
W+ klimaatscenario	+35cm	+85cm
G klimaatscenario	+15cm	+35cm

Gevolgen van een overstroming: economische schade

De gevolgen van een overstroming worden bepaald door het ruimtegebruik en de sociaal-economische ontwikkeling in het gebied: hoe intensiever het ruimtegebruik en hoe waardevoller de ontwikkeling, hoe groter de gevolgen zijn. Een overstroming in een gebied als het HIC, met veel economische bedrijvigheid, kan dan ook tot significante economische schade leiden, zowel direct (directe economische schade) als indirect (indirecte economische schade). Deze begrippen worden hieronder toegelicht.

- Directe economische schade

Directe economische schade is de schade die optreedt aan gebouwen, installaties en andere voorzieningen als gevolg van een overstroming. De directe economische schade is gekwantificeerd met schadefuncties⁴ van Tebodin (1998) voor de verschillende gebruiksfuncties in een gebied. Tijdens werksessies met (nuts)bedrijven en infrabeheerders in de gebieden, zijn de gebruiksfuncties van Tebodin verfijnd. Bijlage A2 presenteert de landgebruikswaardes en schadefuncties.

- Indirecte economische schade

Indirecte economische schade betreft de schade van het stil komen te liggen van de bedrijfsvoering en/of het niet optimaal kunnen gebruiken van de aanwezige infrastructuur met als gevolg omzetverlies. Voor de Botlek, Vondelingenplaat, Europoort en de Maasvlakte heeft de Vrije Universiteit (VU, 2019) de indirecte schade berekend met behulp van het Adaptive Regional Input-Output model (Hallegatte, 2008, 2014). Een Input-Output model geeft een overzicht van transacties tussen sectoren en andere economische actoren (zoals huishoudens en overheidsinstanties) voor een bepaalde regio en tijdsperiode (Miller en Blair, 2009). Uitval van sectoren en de daarop volgende herstelperiode geven vervolgens een eerste indicatie van de mogelijke indirecte economische schade. Het onderstaande kader geeft weer waarom de resultaten alleen als een eerste indicatie van de indirecte schade gezien kunnen worden.

Box 2-1. Beperkingen in de indirecte economische schadeanalyse

De indirecte economische schadeanalyse is gebaseerd op aannames die lastig zijn in te schatten, waardoor de uitkomsten gevoelig zijn voor wijzigingen daarin. De onderstaande punten zijn niet meegenomen in de berekeningen:

- Indirecte schade buiten regio Rijnmond. De indirecte schade is per deelgebied berekend en is vanwege modelmatige beperkingen begrensd tot de regio Rijnmond. Dit leidt mogelijk tot enige onderschatting omdat het HIC ook verbonden is met andere industriegebieden.
- Capaciteit per bedrijf voor uitvoeren reparaties. Zaken als voldoende capaciteit om reparaties uit te voeren zijn lastig in te schatten maar wel van belang voor de herstelperiode en daarmee op de indirecte schade.
- Herstel economie. Ook de vraag of de economie zich na een extreme overstroming überhaupt kan herstellen? heeft invloed op de totale indirecte schade.
- Imagoschade. Ten slotte telt voor de bedrijven ook imagoschade mee. Bijvoorbeeld als de levering van producten te lang weg valt, leidt het imago en de concurrentiepositie van de getroffen bedrijven hieronder.

Bijlage A1 geeft een overzicht van de toegepaste methodiek voor het analyseren van de economische schade per gebied.

⁴ Een schatting van de directe schade van een bepaalde gebeurtenis volgt uit de overstromingskarakteristieken en een schadecurve (veelal als functie van de overstromingsdiepte).

Gevolgen van een overstroming: slachtoffers

Een ander gevolg van een overstroming is dat er dodelijke slachtoffers kunnen vallen. De provincie Zuid-Holland heeft een aantal jaren geleden het initiatief genomen om vanuit het perspectief van waterveiligheid een beleidskader te ontwikkelen voor buitendijks bouwen. Op grond van dit beleid dienen bestemmingsplannen voor buitendijkse gebieden die nieuwe ontwikkelingen mogelijk maken sinds 1 februari 2013 een inschatting te geven van het slachtofferrisico van een eventuele overstroming (Provincie Zuid-Holland, 2013).

Bij een overstroming hangt de kans op overlijden af van veel verschillende factoren. Fysieke factoren zoals waterdiepte, stijgsnelheid en stroomsnelheid worden vaak gebruikt om een schatting te maken van het aantal directe slachtoffers (Jonkman, 2007). In de overstromingsrisicoanalyse is het aantal dodelijke slachtoffers veroorzaakt door verdrinking tijdens de overstroming aan de hand van het Lokaal Individueel Risico (LIR). Het LIR is input voor de schatting van het aantal dodelijke slachtoffers (met diverse aannamen) voor een bepaalde locatie. De provincie Zuid-Holland heeft een instrument om het LIR op een uniforme en gestructureerde manier inzichtelijk te maken: de Risico Applicatie Buitendijks (RAB). De overstromingskarakteristieken zijn met behulp van de RAB vertaald naar het LIR per locatie. Vervolgens is het LIR gebruikt om locaties te identificeren die niet aan de norm (kans op slachtoffers kleiner dan 10-5) voldoen.

Gevolgen van een overstroming: milieuschade

Een laatste gevolg van een overstroming dat meegenomen is in de overstromingsrisicoanalyse is milieuschade. Het type stof en de hoeveelheid die vrijkomt, een zogenaamde Loss of Containment (LoC), bepalen of en in welke mate er milieuschade optreedt. In geval van een overstroming zijn er diverse scenario's te bedenken waarbij schade aan het milieu kan ontstaan. Voor Botlek en Vondelingenplaat zijn mogelijke scenario's verkend met experts vanuit het bedrijfsleven en de overheid, die vervolgens in de andere gebieden met belanghebbenden zijn getoetst en waar nodig aangescherpt. Deze worden hieronder toegelicht.

- **Falen van installaties vanwege een overstroming**

Het buiten bedrijf stellen van installaties kan snel gebeuren. Of dit veilig en tijdig kan, is mede afhankelijk van het aantal mensen dat nog op locatie is en de handelingstijd. Als er op tijd gewaarschuwd wordt, kunnen alle installaties tijdig worden gestopt en is eventuele stroomuitval tijdens een overstroming naar verwachting geen probleem. Water nabij installaties vormt geen groot risico, wanneer deze zijn uitgeschakeld. De vraag is of tijdig wordt besloten tot het veilig afschakelen gezien de economische schade die het met zich meebrengt. Compleet falen van installaties is onwaarschijnlijk.

- **Falen van opslagtanks vanwege een overstroming**

Opslagtanks staan meestal in een tankput. Deze put heeft vaak een betonnen wand, een zgn. containmentdijk. De containmentdijk kan naar buiten toe veel druk aan, maar onduidelijk is hoeveel druk een containmentdijk van buitenaf aan kan. Een ander scenario met opslagtanks dat mogelijk kan leiden tot milieuschade is het scheuren (door ronddrijvend rommel) of drijven van de tanks, omdat de meeste opslagtanks los op de bodem staan. Het omvallen van de meeste opslagtanks zal niet aan de orde zijn, omdat de breedte van de tank (veel) groter is dan de hoogte.

- **Falen van leidingen vanwege een overstroming**

Het 'opdrukken' van ondergrondse leidingen kan een risico vormen, doordat deze (voornamelijk de leidingen die gas bevatten) kunnen gaan drijven op het water. In combinatie met stroming kunnen de leidingen barsten door torsiekrachten.

2.2 Risicoperceptie: Afweging van overstromingsrisico's

Maatregelen om overstromingsrisico's te beheersen komen in beeld op het moment dat een risico niet meer als acceptabel beschouwd wordt. Wat een acceptabel risico is, is in geval van buitendijks gebied geen uitgemaakte zaak. Voor buitendijkse gebieden zijn er immers geen wettelijke normen voor bescherming tegen een overstroming. Bedrijven en beheerders bepalen zelf wanneer een risico niet meer acceptabel is.

Om toch te kunnen verkennen of de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied acceptabel zijn, is een afwegingskader ontwikkeld voor de Botlek en Vondelingenplaat (2017). Dit afwegingskader plaatst overstromingsrisico's in het perspectief van overstromingsrisico's in binnendijks gebied, waar wel een publiek kader voor is. Het afwegingskader is vervolgens ook in de andere havengebieden gebruikt om te verkennen tot wanneer het risico acceptabel is en wanneer het moment komt dat maatregelen gewenst zijn.

Het afwegingskader voor buitendijkse havengebieden

Het afwegingskader geeft een beeld van hoe overstromingsrisico's zich ontwikkelen in een gebied en of dit 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 is bovendien van belang om te realiseren dat, gelet op de onzekerheden en aannames, het afwegingskader alleen een indicatie oplevert van de timing waarop maatregelen in beeld komen. Bijlage A3 geeft een beschrijving van de systematiek onder het afwegingskader.

Risicoafweging met private bril

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 de buitendijkse gebieden.

2.3 Dialoog: Kansrijke maatregelen voor overstromingsrisicobeheersing

In de laatste stap van het proces zijn samen met de belanghebbenden kansrijke maatregelen in beeld gebracht en gecombineerd in veelbelovende adaptatiestrategieën voor elk gebied. Met het concept Meerlaagsveiligheid (MLV) uit het Nationaal Waterplan 2009-2015 zijn eerst de mogelijke maatregelen geïnventariseerd (zie bijlage A4 voor een overzicht van de mogelijke maatregelen). Dit concept maakt onderscheid tussen preventieve maatregelen, maatregelen in de sfeer van ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing. Ondanks dat MLV betrekking had op de bescherming van binnendijks gebied, bleek de lagenindeling ook goed toepasbaar in buitendijks gebied. Het concept inspireert om verder te kijken dan traditionele maatregelen als dijken en keringen.

Soms laten maatregelen voor buitendijks gebied zich echter moeilijk in het binnendijkse MLV kader plaatsen. De definitie van de lagen van MLV die gebruikt is voor dit buitendijkse gebied is daarom op een aantal punten aangepast, zodat het goed bruikbaar is voor buitendijks gebied:

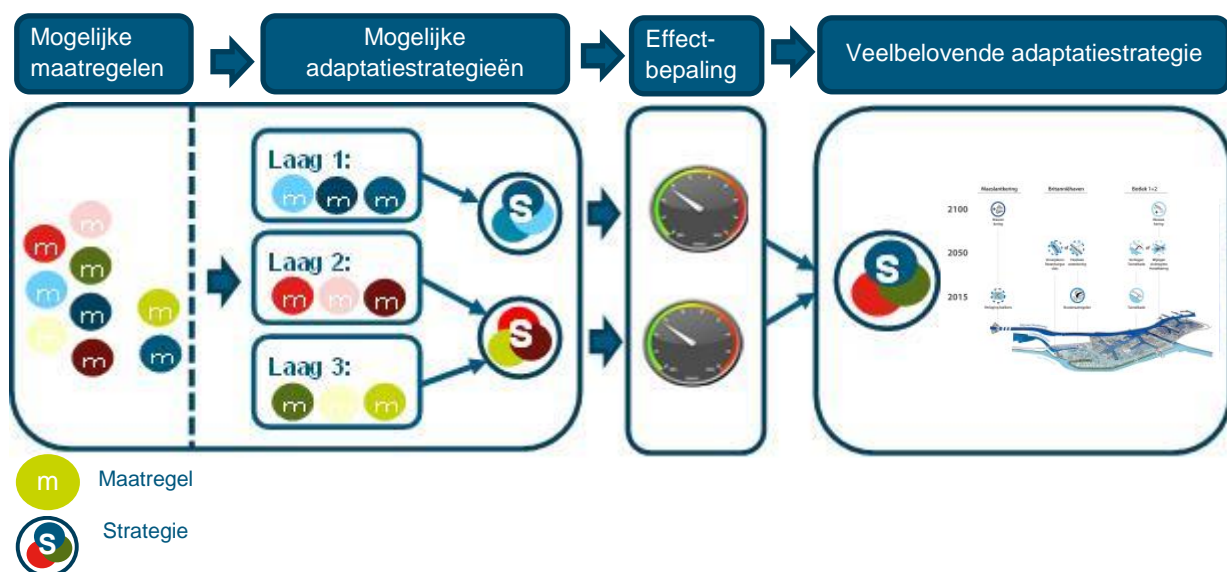
- **Preventie:** gericht op het verlagen van de kans op een overstroming door het implementeren van een structurele maatregel in een deelgebied. Denk bijvoorbeeld aan kade ophoging, dijken en stormvloedkeringen.
- **Ruimtelijke adaptatie:** gericht op het beheersen van overstromingsrisico's door een duurzame ruimtelijke inrichting van het gebied. Denk bijvoorbeeld aan het waterrobuust maken van gebouwen en ophogen van sites.
- **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 2-1. Meerlaagsveiligheid met van onder naar boven preventie, ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing.

Vanuit dit brede overzicht met mogelijke maatregelen op het gebied van preventie, ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing, is getrechterd naar maatregelen die kansrijk zijn om overstromingsrisico's in een gebied te kunnen beheersen. Voor het bepalen van de kansrijkheid van de maatregelen is samen met bedrijven en beheerders in het gebied kwalitatief verkend in hoeverre maatregelen uitvoerbaar, effectief en flexibel zijn.

De kansrijke maatregelen zijn vervolgens in dialoog met belanghebbenden gecombineerd in mogelijke adaptatiestrategieën. Hiervan zijn de kosten en baten van geanalyseerd en met elkaar vergeleken. Uit deze analyse is een veelbelovende adaptatiestrategie gekomen: een samenhangende strategie waarin alleen kosteneffectieve maatregelen (maatregelen waarvan de baten hoger zijn dan de kosten) terugkomen. Figuur 2-2 visualiseert dit proces.



Figuur 2-2. Visualisatie van het proces van maatregelen naar veelbelovende adaptatiestrategie

2.4 Verschillen in werkwijze tussen gebieden

Niet alle gebieden hebben eenzelfde werkwijze gevolgd. Zo zijn er gedurende de periode waarin alle gebieden aan bod zijn gekomen, nieuwe inzichten gekomen die later zijn toegepast. Ook zijn er verschillen tussen gebieden die tot een andere aanpak hebben geleid. Hieronder volgt een beknopte toelichting op de meest in het oog springende verschillen per gebied en de motivatie voor een wijziging in werkwijze. Verschillen in de toegepaste methodiek voor de overstromingsrisicoanalyse staan weergegeven in Bijlage A1.

Botlek en Vondelingenplaat (2017 en erratum in 2021)

Botlek en Vondelingenplaat is als eerste gebied aan bod gekomen in de vorm van een pilot. De werkwijze is in dit gebied uitgevonden en instrumenten zijn hier ontwikkeld. Naast HbR en gemeente Rotterdam, begeleidde Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat dit project. Bovendien leverden deze partijen de cofinanciering van de pilot. De resultaten van deze pilot zijn waar mogelijk en relevant vertaald naar de strategische adaptatieagenda Buitendijks (onderdeel van de Voorkeursstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden).

Verschillen in aanpak met de andere gebieden zijn:

- Ontwikkeling van het afwegingskader samen met experts.
- Expertsessies voor het analyseren van de gevolgen van een overstroming voor het milieu.
- Visualisatie van de adaptatiestrategie door Defacto.
- Relatief grove gebiedsindeling in vergelijking met de gebieden die later aan bod zijn gekomen (drie deelgebieden in de Botlek, namelijk Britanniëhaven, Botlek 1 en Botlek 2) in de pilot.

Na afronding van de pilot zijn er voor dit gebied enkele aanvullende studies uitgevoerd:

- Vervolgstudie naar de maatregel ophogen Tuimelkade Botlek, om meer inzicht te krijgen in de ontwerpvarianten en mogelijke tracés voor verlenging (ruimtelijke inpassing, optimale hoogte/versterking in relatie tot kosten, etc.).
- Vervolgstudie waarin Botlek 1 en 2 in vier deelgebieden zijn opgesplitst om onderscheid te kunnen maken tussen gebieden met veel en weinig schade, zodat gebiedsgerichte maatregelen voorgesteld kunnen worden. Dit heeft niet tot aanpassingen in type maatregelen geleid. Ook is een revisie op de schadeberekeningen en filtering van onvolkomenheden in Botlek 1 en 2 uitgevoerd, met als resultaat meer realistische schadebeelden.

Waal-Eemhaven (2018 en detailleringsslag in 2020)

De Waal-Eemhaven is als tweede gebied aan bod gekomen. In een eerste stap 1 is in 2018 volgens de in de pilot Botlek ontwikkelde werkwijze een adaptatiestrategie opgesteld onder begeleiding van Royal HaskoningDHV. De adaptatiestrategie voor dit gebied is in 2020 echter nader uitgewerkt in een gedetailleerde gebiedsstrategie voor die pieren waar op korte en middellange termijn maatregelen gewenst zijn (Sluisjesdijk, pier 1, pier 2, pier 7 en pier Den Hamweg door Witteveen en Bos en voor pier 4 door HbR). Deze uitwerking (stap 2) heeft inzicht gegeven in hoe de maatregelen uit de in stap 1 ontwikkelde adaptatiestrategie daadwerkelijk ingepast kunnen worden. Op enkele plekken heeft dit tot aanpassingen in de strategie geleid.

Merwe-Vierhavens (2019)

Het gebied Merwe-Vierhavens verschilt van de andere gebieden, omdat het grotendeels een transformatie van havengebied naar woon-/werkgebied zal ondergaan. Volgens de eerder genoemde werkwijze is een adaptatiestrategie ontwikkeld. De resultaten zijn ook gebruikt voor de totstandkoming van een ruimtelijk raamwerk voor het gebied. Het Ruimtelijk Raamwerk geeft op hoofdlijnen aan hoe Merwe-Vierhavens er in de toekomst uit zal zien. Met dit raamwerk in de hand weten ontwikkelaars, bedrijven en andere

geïnteresseerden in het gebied waar ze aan toe zijn – welke kansen er liggen en welk kwaliteitsniveau ze kunnen verwachten. Waterveiligheid is hier een belangrijk onderdeel in (programmabureau Rotterdam Makersdistrict, 2019).

Verschillen in aanpak met de andere gebieden zijn:

- Werksessies met vertegenwoordigers van HbR en gemeente Rotterdam (programmeerteam M4H). Andere belanghebbenden waren niet aanwezig, omdat deze ofwel nog niet bekend zijn, ofwel mogelijk geen belang meer hebben in het gebied vanwege de wijzigingen in ruimtegebruik.
- Werksessie voor de ruimtelijke inrichting van het gebied, inclusief architectenbureau.
- Aanvullende selectiecriteria voor het selecteren van maatregelen. Naast tijd/flexibiliteit, effectiviteit en uitvoerbaarheid, was ruimtelijke identiteit een criterium.

Europoort (2020)

De Europoort is vrijwel geheel conform de geschetste werkwijze in dit rapport opgepakt (zie §2.1, §2.2 en §2.3). Voor de adaptatiestrategie van Europoort geldt zelfs dat de meest in het oog springende maatregelen, zoals de golfremmende maatregel voor de Kop van de Beer of de verhoging van de Tuimelkade ook uitgewerkt en geïmplementeerd zijn / worden.

Maasvlakte (2021)

Ook de Maasvlakte is conform de eerder benoemde werkwijze uitgewerkt, met het verschil dat dit gebied nog voor een significant deel in ontwikkeling is. Dit betekent dat het landgebruik (en de belanghebbenden) nog niet overal bekend is. Om meer grip te krijgen op het onderwerp waterveiligheid bij de ontwikkeling van de Maasvlakte, heeft HbR een ontwikkelkader voor de nog te ontwikkelen gebieden uitgewerkt en vastgesteld. Dit ontwikkelkader geeft voor verschillende typen landgebruik een advies over de optimale terreinhoogte, vooral gebaseerd op het optimum tussen kosten en verwachte schadereductie (baten).

Dordrecht en overige haventerreinen in het HIC (2021)

Als laatste zijn de overstromingsrisico's in het havengebied van Dordrecht en de overige haventerreinen in beheer van HbR in Rotterdam aan bod gekomen. In vergelijking met de andere havengebieden in het HIC, zijn deze gebieden minder groot, hebben een beperkt economisch belang en zijn minder complex. Om die reden verschilt de werkwijze die gevolgd is in deze gebieden van de eerdere gebieden. Na de overstromingsrisicoanalyse zijn op basis van expert judgement maatregelen geïnventariseerd waarvan verwacht wordt dat deze kansrijk zijn (kosteneffectief, flexibel en uitvoerbaar). De kosteneffectiviteit van deze maatregelen is niet berekend en belanghebbenden zijn niet betrokken.

3 Overstromingsrisico in het HIC: een optelsom van de gebieden

De overstromingsrisicoanalyse en afweging ervan heeft per gebied inzicht gegeven in de kansen op een overstroming, de gevolgen ervan en het moment dat het risico niet meer acceptabel zou zijn. Met een compleet beeld van de overstromingsrisico's per gebied, is het tijd om uit te zoomen op het niveau van het HIC: wat is het totale risico (economische schade) en waar zijn maatregelen wanneer wenselijk.

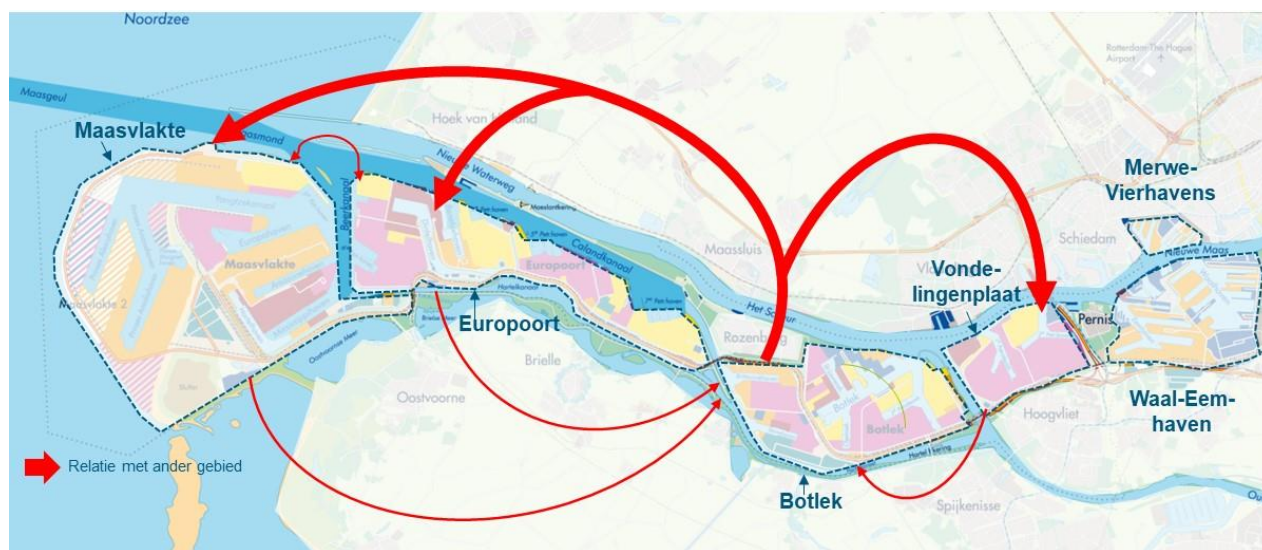
Dit hoofdstuk geeft een korte beschrijving van de gebieden in het HIC, denk aan de hoogteligging en grootte van een gebied, het landgebruik en de aanwezigheid van bedrijven met gevaarlijke stoffen (zie §3.1). Vervolgens worden de overstromingskansen in de verschillende havengebieden (zie §3.2) en de gevolgen ervan (zie §3.3) gepresenteerd. Ten slotte komt de risicoafweging aan bod, waarmee het moment verkend is waarop maatregelen vanuit binnendijks waterveiligheidsperspectief wenselijk zijn (zie §3.4).

3.1 Gebiedsbeschrijving

Het HIC bestaat uit meerdere havengebieden. Van west naar oost zijn de belangrijkste gebieden de Maasvlakte, Europoort, Botlek, Vondelingenplaat, Waal-Eemhaven en Merwe-Vierhavens (zie Figuur 3-1). Hiernaast beheert HbR ook het havengebied in Dordrecht en enkele haventerreinen verspreid over het gebied.

De gebieden binnen het HIC zijn in meerdere of mindere mate van elkaar afhankelijk, bijvoorbeeld omdat productieprocessen in het ene gebied afhankelijk zijn van de levering van producten uit een ander gebied. In sommige gebieden kan het directe overstromingsrisico tot na 2100 acceptabel zijn vanuit het perspectief van binnendijkse veiligheid. Echter, vanwege afhankelijkheden met een ander gebied kan er indirect toch economische schade ontstaan, bijvoorbeeld omdat de productie stil komt te liggen vanwege de uitval van producten uit een ander gebied. Er zijn vooral relaties zijn tussen de Botlek, Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte, waarbij de Vondelingenplaat, Europoort en Maasvlakte met name afhankelijk zijn van de Botlek. Denk hierbij aan de levering van stikstof uit de Botlek, de vele tussenproducten en halffabricaten die in de Botlek worden geproduceerd, de A15 die tussen de Botlek en Maasvlakte loopt en de demiwaterplant op de Botlek. Figuur 3-1 visualiseert met rode pijlen de afhankelijkheden tussen de gebieden in het HIC.⁵

⁵ Er is voor gekozen om deze gebieden niet op de hoofdkaart weer te geven, omdat deze gebieden slechts een beperkte bijdrage hebben aan het overstromingsrisico en er geen tot amper afhankelijkheden zijn met de andere gebieden



Figuur 3-1. Het HIC en relaties tussen de gebieden (de richting van de pijl geeft weer aan welk gebied o.a. producten worden geleverd en hoe dikker de pijl, hoe groter de afhankelijkheid)

Hieronder wordt elk van de gebieden (van de Maasvlakte in het westen, tot de Merwe-Vierhavens in het oosten) kort toegelicht. Aan het einde komen Dordrecht en de overige gebieden nog aan bod.

Maasvlakte

De Maasvlakte bestaat op dit moment ongeveer 5.000ha, waarvan 3.250ha land. Het gebied ligt grotendeels 5m boven NAP. Het gebied is voor een groot gedeelte nog in ontwikkeling. Op het reeds ontwikkelde terrein staan voornamelijk containerterminals. Ook tankopslag, de kolen- en ertsterminal en energieproductie (kolencentrales en windparken) hebben tezamen een significant aandeel in het gebied.

Op de Maasvlakte is vitale en kwetsbare infrastructuur aanwezig. Zo is de N15 (die later over gaat in de A15) de belangrijkste wegverbinding naar het achterland. Ook zijn er spoorverbindingen en vitale infrastructuurknooppunten zoals hoog- en middenspanningstations en gasstations. Er lopen pijpleidingen tussen bedrijven waarvan de koppelstations boven maaiveldniveau kwetsbaar zijn en er zijn nutsvoorzieningen als elektra, gas, telecom en (afval)watervoorziening. Voor de continuïteit van de haven is het van belang dat deze vitale netwerken blijven functioneren.

Ten slotte zitten er BRZO bedrijven (6) en Bevi bedrijven (13) op de Maasvlakte. De afkorting van BRZO staat voor Besluit Risico's Zware Ongevallen en heeft als doel het voorkomen en beheersen van zware ongevallen met gevaarlijke stoffen. BRZO bedrijven zijn bedrijven waar zich gevaarlijke stoffen op het terrein bevinden. In geval van een overstroming kan er mogelijk schade aan het milieu ontstaan. Bevi staat voor Besluit externe veiligheid inrichtingen. Het Bevi stelt grenzen aan de risico's die bedrijven vormen voor personen buiten het bedrijfsterrein. Het gaat daarbij onder meer om grote chemische industrieën, LPG-tankstations, opslagloodsen met gevaarlijke stoffen, ammoniakkoelinstallaties en spoorwegemplacements.

Europoort

De Europoort bestaat ongeveer 3.790ha, waarvan iets meer dan de helft uit land bestaat. Het gebied ligt op gemiddeld 5,5m boven NAP. Enkele deelgebieden liggen aanzienlijk lager (2-3m boven NAP). In het gebied ligt een kering, de Tuimelkade Europoort, die het laag gelegen bedrijventerrein achter de Europaweg ten dele beschermt.

Driekwart van het gebied is in gebruik voor nat massagoed; hieronder vallen chemische industrie, olieraffinaderijen en tankopslag. Ook ligt er een kolen- en ertsterminal die een significant deel van de Europoort inneemt.

Op het gebied van vitale en kwetsbare infrastructuur is de N15/A15 belangrijk. Dit is de belangrijkste wegverbinding naar het achterland. Ook zijn er, net als op de Maasvlakte, spoorverbindingen en vitale infrastructuurknooppunten zoals hoogspannings- en laagspanningsstations en gasstations. Er lopen pijpleidingen tussen bedrijven waarvan de koppelstations boven maaiveldniveau kwetsbaar zijn en er zijn nutsvoorzieningen als elektra, gas, telecom en (afval)watervoorziening. Ten slotte zijn er 18 BRZO bedrijven en 11 Bevi locaties in de Europoort.

Botlek

De Botlek beslaat ongeveer 2.000ha, waarvan 520ha water. Het gebied ligt op circa 4,0 – 5,5m boven NAP. De belangrijkste activiteiten in het gebied qua oppervlakte zijn de chemische industrie en tankopslag. Ook stukgoed, distriparken en containerterminal hebben een significant aandeel in het gebied. Tenslotte is het gebied met de A15, Betuwelijn en de binnenvaartroutes richting het achterland onderdeel van een belangrijke transportcorridor.

De industrie in het gebied is nauw met elkaar verweven, binnen het gebied en met andere havengebieden (Maasvlakte, Europoort en Vondelingenplaat) en daarbuiten (bijv. Chemelot). Bedrijven zijn voor toelevering van grondstoffen of beveiliging en optimalisatie van processen afhankelijk van andere bedrijven in het gebied. Daarnaast speelt aan- en afvoer van (grond)stoffen via buisleidingen een belangrijke rol.

Een deel van de Botlek (het Noordoosten) profiteert van de Maeslantkering, al is de kering daar formeel niet voor bedoeld. Sluiting van de Maeslantkering (bij een waterstand van 3m boven NAP bij Rotterdam) beperkt de waterstandsverhoging in de Nieuwe Waterweg ten oosten van de Maeslantkering. Vanwege opstuwung van het water in de rivier kan de waterstand echter wel boven de 3m boven NAP uitkomen⁶: in de huidige situatie wordt geschat dat de waterstand op ca. 3,4m-3,6m boven NAP uit kan komen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de Maeslantkering een faalkans heeft van 1/100 per keer dat de kering zou moeten sluiten (sluitvraag). Dit betekent dat bij 100 sluitingen de kering statistisch gezien gemiddeld één keer niet zal sluiten, bijvoorbeeld vanwege een technisch mankement.

In het zuiden van de Botlek ligt de Tuimelkade Botlek. Deze beschermt het gebied ten dele tegen overstromingen. De Tuimelkade loopt vanaf de Hartelkering tot bij de Seinehaven en heeft een hoogte van ongeveer 5,25m boven NAP. Ten slotte heeft de Europoortkering (zie kader) een remmende werking op het water waardoor de oostkant van de Botlek minder snel overstroomt.

Box 3-1. Beschrijving Europoortkering

De Europoortkering is een zogenaamde verbindende waterkering (net als bijvoorbeeld de Afsluitdijk) en is overstroombaar aangelegd, zie ook Konter (2013). Met een “verbindende” waterkering wordt bedoeld dat deze waterkering niet direct water keert om een achterliggende polder met mensen te beschermen. De Europoortkering vormt de verbinding tussen de Hartelkering en de Maeslantkering. Hiertussen ligt nog de dijkkring Rozenburg. De Europoortkering is erop gericht om het hoogwater vanuit het Calandkanaal en Hartelkanaal sterk te reduceren voor het binnendijkse gebied van Rotterdam en omgeving.

⁶ 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] Vanwege de opstuwung van het rivierwater bij sluiting van de kering stijgt het waterpeil tot boven de 3,0m+NAP. Het rivierwater kan dan immers niet meer afvloeien naar zee.

Vondelingenplaat

De Vondelingenplaat beslaat ongeveer 750ha, waarvan 110ha water, en ligt op circa 3,5 – 4,5m boven NAP. De Vondelingenplaat bestaat bijna alleen maar uit olieraffinaderijen. Het gebied bevat het grootste petrochemische cluster van Noordwest Europa. De industrie in het gebied is bovendien een belangrijke speler in de brandstofvoorziening van Schiphol. Ook door dit gebied lopen de A15 en Betuwelijn.

De Vondelingenplaat ligt geheel in de Nieuwe Waterweg en profiteert daardoor volledig van de Maeslantkering. Door de remmende werking van de Europoortkering op het water, wordt de waterstand in de Nieuwe Waterweg positief beïnvloed (en daarmee dus ook het overstromingsrisico voor de Vondelingenplaat).

Waal-Eemhaven

De Waal-Eemhaven beslaat ongeveer 800ha en bestaat uit meerdere afzonderlijke pieren. Het haventerrein beslaat ongeveer 555ha en ligt gemiddeld 3,6m boven NAP. Enkele van de pieren liggen aanzienlijk lager (3m boven NAP).

De belangrijkste activiteiten in de Waal-Eemhaven qua oppervlakte zijn containerterminals, stukgoederenoverslag en (maritieme) dienstverlening. Er ligt een hoogspanningsstation in het gebied evenals meerdere middenspanningstations. Er zijn geen BRZO bedrijven in de Waal-Eemhaven aanwezig. Naast de havengerelateerde activiteiten ligt er een woongebied in de Waal-Eemhaven, Heijplaat. Het woongebied valt buiten de scope van deze adaptatiestrategie.⁷

De Waal-Eemhaven maakt onderdeel uit van het programma Stadshavens. Centraal in het 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.

Merwe-Vierhavens

Merwe-Vierhavens beslaat circa 120ha en ligt gemiddeld 3,5m boven NAP. De belangrijkste activiteiten in Merwe-Vierhavens zijn stukgoederenoverslag en overige industrie (bedrijfspannen, kantoren en loods). Ook staan een hoogspanningsverdeelstation van Tennet en de warmteketels van Stedin in het gebied. Hiernaast ligt een deel van het gebied braak. Dit zijn lager gelegen delen, waar recent gebouwen zijn gesloopt en terreinen zijn afgegraven.

Het Havenbedrijf en de gemeente hebben ontwikkelingsplannen voor Merwe-Vierhavens, waarin meer ruimte komt voor woon-werkfuncties. De ontwikkelingsplannen zijn in twee mogelijke scenario's meegenomen in de overstromingsrisicoanalyse, waarbij alleen in het tweede scenario ruimte is voor een havengebied:

- Wonen+: hierbij wordt het gebied ingericht met een mix van wonen en werken, de havenindustrie zal verdwijnen;
- Sappen- & Maakindustrie: hierbij wordt het gebied ingericht met een mix van wonen en werken, de sappenindustrie blijft in stand.

Havengebied van Dordrecht

De haven van Dordrecht beslaat ongeveer 177 ha buitendijks gebied. Ongeveer 160 ha is in gebruik door havengerelateerde activiteiten van HbR. Het gebied ligt op gemiddeld NAP+3,8m. De laagstgelegen gebieden liggen binnendijks en worden beschermd door een dijk (ofwel een primaire waterkering). Alleen

⁷ Heijplaat wordt opgepakt door de gemeente Rotterdam bij het formuleren van adaptatiestrategieën voor de stedelijke gebieden

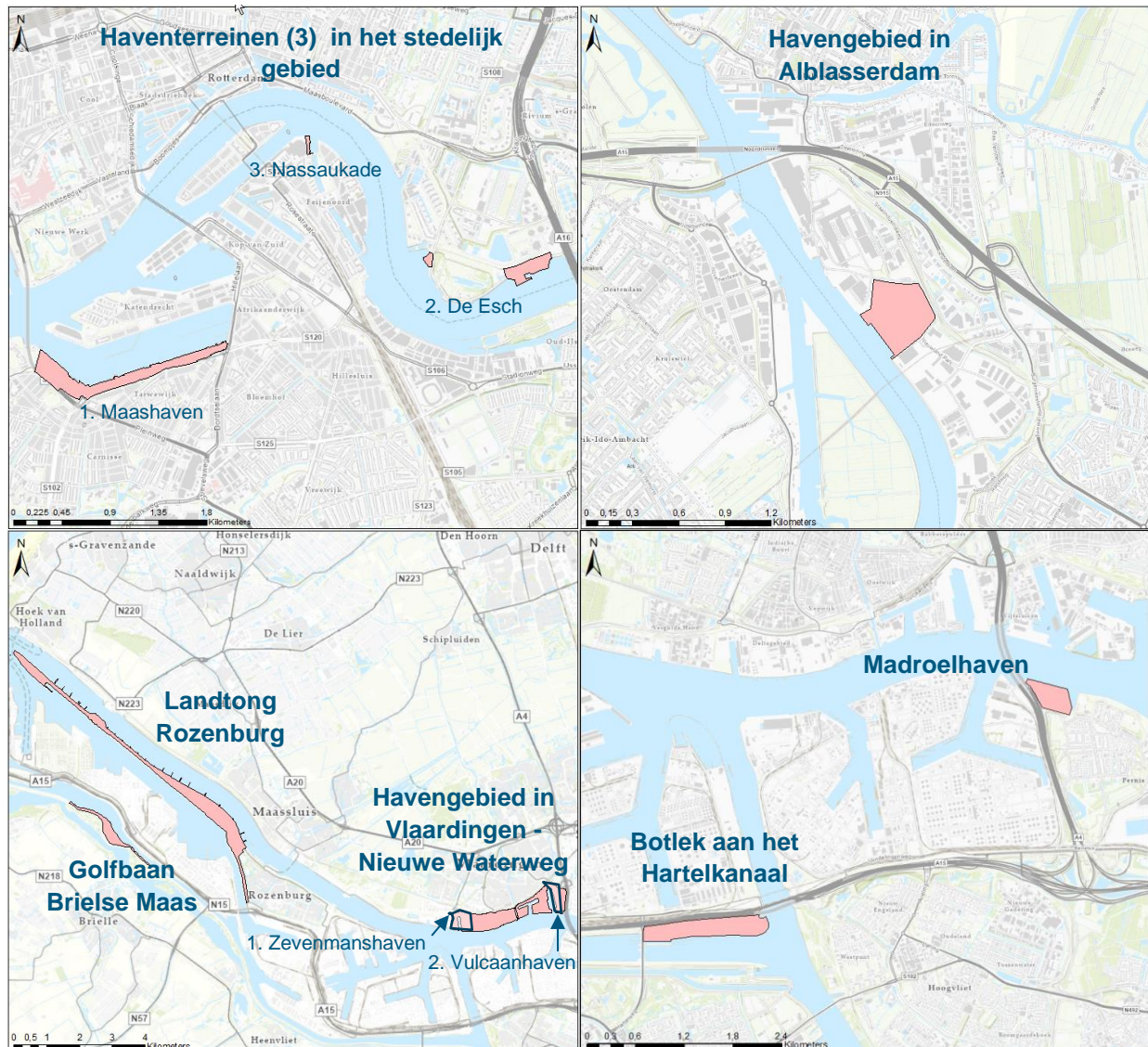
de buitendijks gelegen gebieden die onder het areaal van HbR vallen zijn meegenomen in de adaptatiestrategie.

Bulkterminals en kantoren en bedrijfspanden zijn het meest aanwezig in het buitendijkse havengebied. Die nemen gezamenlijk meer dan de helft van het gebied in beslag. Daarna volgen tankopslag, transport & maritieme dienstverlening en wegen, die samen ongeveer 1/3^e van het landoppervlak beslaan. Verder staan er meerdere ontwikkelingen op de planning in dit gebied, zoals de (her)ontwikkeling van kavels.

Haventerreinen in overige gebieden

Ten slotte zijn er nog enkele terreinen verspreid over de regio Rijnmond die in beheer zijn van HbR. Dit zijn de volgende (haven)gebieden (zie Figuur 3-2 voor de locatie):

- Havengebied van Alblasterdam: Ongeveer 120 ha, waarvan 14 ha in gebruik voor havengerelateerde activiteiten van HbR (90% distripark en daarnaast een containerterminal aan de kade). De hoogte is gemiddeld 3,6m boven NAP en de kadehoogte varieert tussen de 3,6m en 4,0m boven NAP.
- Golfbaan Brielse Maas: Ongeveer 52 ha. De hoogte is gemiddeld 1m boven NAP, m.u.v. het deel aan de waterkant (het Hartelkanaal), dat ligt gemiddeld 3,5m boven NAP (dit is een glooiing met een muurtje erboven tot 5m boven NAP). Er ligt een weg (Krabbeweg) die hoger ligt en het gebied doorsnijdt.
- Havengebied in Vlaardingen – Nieuwe Waterweg: Ongeveer 402 ha, waarvan 38 ha in gebruik wordt genomen door havengerelateerde activiteiten van HbR (met 75% tankopslag, een bulkterminal en stukgoedoverslag). Deze activiteiten liggen op twee terreinen – (1) de Zevenmanshaven (gelegen op 3,3m boven NAP) en (2) Vulcaanhaven (gelegen op 2,9m boven NAP).
- Landtong Rozenburg: Ongeveer 241 ha (daarvan is naast 26 ha aan wegen, minder dan 1 ha in gebruik door havengerelateerde activiteiten van HbR, te weten kantoren & bedrijfspanden en windmolens). De hoogte is gemiddeld 5,7m boven NAP.
- Haventerreinen in stedelijk gebied: Drie haventerreinen met een oppervlakte van ongeveer 14 ha beslaan – (1) de Maashaven (stukgoedoverslag en kantoren & bedrijfspanden, hoogte gemiddeld 3,3m boven NAP), (2) de Esch (bulkterminal op 3,7m boven NAP en transportmiddelenindustrie & maritieme dienstverlening op 2,8m boven NAP) en (3) de Nassaukade (kantoren & bedrijfspanden op 3,1m boven NAP).
- Madroelhaven: Ongeveer 4 ha (kantoren & bedrijfspanden, bulkterminal en transport & maritieme dienstverlening). De hoogte is gemiddeld 3,9m boven NAP.
- Botlek aan het Hartelkanaal: Ongeveer 22 ha (>50% wegen bestaat, en daarnaast een bulkterminal, nutsvoorzieningen, distriparken en braakliggend terrein). De hoogte is gemiddeld 4,1m boven NAP.

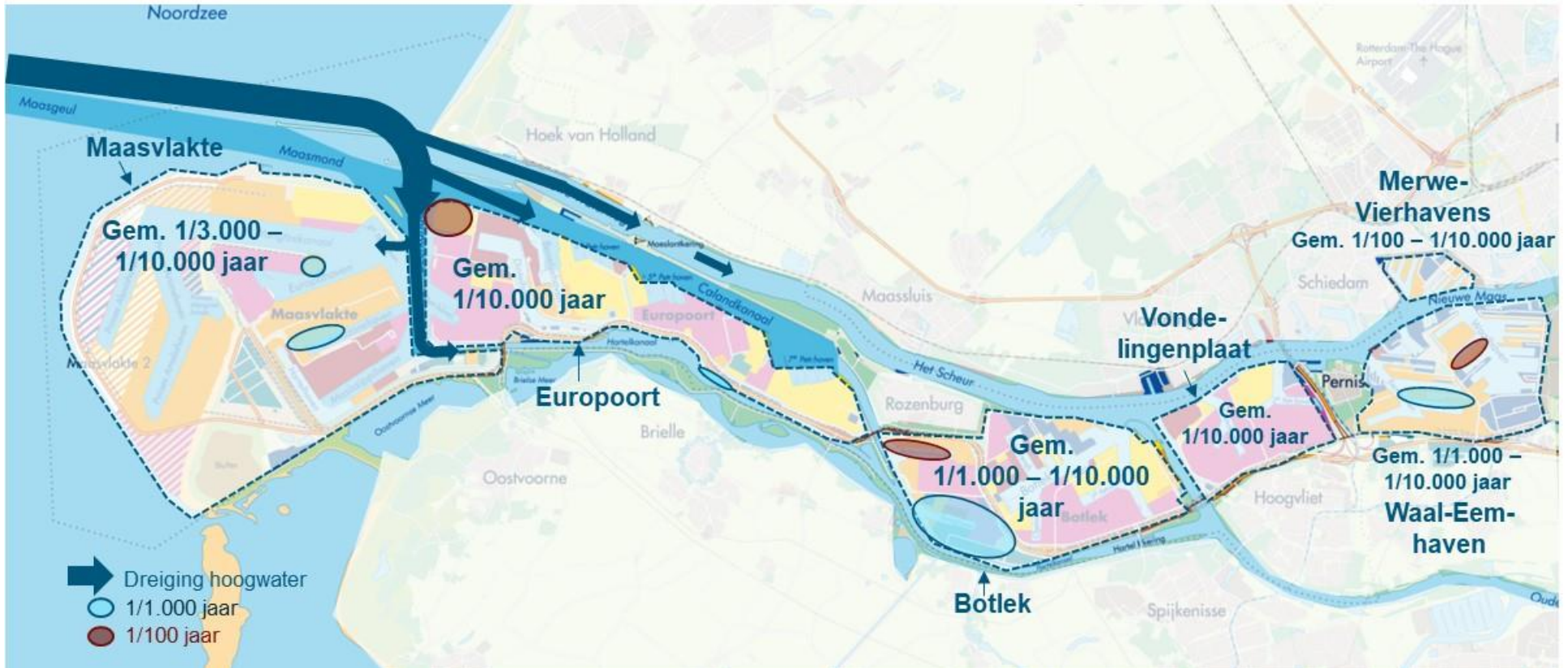


Figuur 3-2. Overzicht van de overige buitendijkse havengebieden / gebieden in erfpacht bij HbR die geanalyseerd zijn in deze studie (gemarkeerd in rood). Linksboven: haventerreinen in het stedelijk gebied. Rechtsboven: havengebied in Alblasserdam. Linksonder: havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg, Landtong Rozenburg en golfbaan 'Brielse Maas'. Rechtsonder: Madroelhaven en klein deel Botlek.

3.2 Globaal overzicht van de overstromingskansen

Uit de overstromingsrisicoanalyse blijkt dat de huidige gemiddelde kans op een overstroming van het HIC varieert van 1/1.000 tot 1/10.000 jaar, met enkele gebieden waar de overstromingskans oploopt tot 1/100 jaar en zelfs 1/10 jaar in een enkel deelgebied⁸. De verwachting is dat een 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. Het (zoute) water staat maximaal 1-2 dagen in het gebied. Figuur 3-3 geeft een globaal beeld van de huidige overstromingskansen in het HIC.

⁸ Vergelijk met overstromingskansen in internationale zeehavens in Engeland, Duitsland en de VS die variëren van 1/100 – 1/1.000 jaar



Figuur 3-3. Overzicht gemiddelde huidige overstromingskansen in het HIC. Hogere overstromingskansen zijn weergegeven met cirkels.

Richting de toekomst neemt deze kans toe: bij een zeespiegelstijging van 35cm ten opzichte van 1990 neemt de overstromingskans met een factor 3 toe (in 2050 in het W+ klimaatscenario en in 2100 bij het G klimaatscenario) en bij een zeespiegelstijging van 85cm ten opzichte van 1990 wederom met een factor 3 (in 2100 in het W+ klimaatscenario).

3.3 Gevolgen van een overstroming

Samen met belanghebbenden is verkend bij welke waterdieptes een overstroming tot gevolgen leidt. De uitkomst van deze verkenning is dat bij om en nabij de 10-20 cm op een site de eerste schade kan ontstaan. Denk hierbij aan schade aan producten en assets die onder, op en vlak boven het maaiveld staan (bijvoorbeeld elektra, pompen, leidingtracés en vorkheftrucks), overstromen van het riool/ buffers, uitval van vervoer via rail en weg en mogelijke verweking van de spoorbaan/bielzen. De belanghebbenden verwachten dat een waterdiepte van 50 cm daarnaast zou kunnen leiden tot uitval van elektriciteitsstations en daarmee mogelijk (gedeeltelijke) uitval van de elektriciteitsvoorziening. Bovendien ontstaat er bij deze waterdiepte ook schade aan hoger opgeslagen producten (waarbij het water kan doortrekken tot ca. 2m), verdeelkasten, machines en kranen. Bij deze waterdiepte zouden (bijna) lege tanks ook kunnen gaan opdrijven en is het niet zeker of containmentdijken het water tegen kunnen houden.

De gevolgen van een overstroming zijn onderverdeeld in (1) dodelijke slachtoffers; (2) milieuschade; en (3) economische schade. Deze worden hieronder toegelicht. Ook zijn de afhankelijkheden tussen de gebieden in het HIC kwalitatief toegelicht onder (4) keteneffecten.

1. Dodelijke slachtoffers

In de havengebieden wonen geen mensen, als woongebieden als Heijlplaat (en Merwe-Vierhavens in de toekomst) niet meegeteld worden. Deze gebieden vallen onder de overstromingsrisicoanalyse die de gemeente Rotterdam voor de stedelijke gebieden uitvoert en zijn niet meegenomen in de overstromingsrisicoanalyse van het havengebied. Er zijn natuurlijk wel mensen aanwezig in de haven, om er te werken. De verwachting is dat deze mensen echter zelfredzaam zijn over het algemeen (geen zieken, ouderen). Ook zullen de aanwezige mensen niet overvallen worden door de storm. De handelingstijd voorafgaand aan een overstroming maakt het mogelijk tijdig te waarschuwen.

Het resultaat van de analyse van het LIR laat dan ook zien dat de kans op dodelijke slachtoffers in de havengebieden vrijwel nihil is naar verwachting. Voor het gehele HIC geldt dat alle locaties een LIR hebben kleiner dan 10-5. Dit betekent dat de kans op dodelijke slachtoffers waarschijnlijk zeer klein is.

2. Milieuschade

Samen met experts en belanghebbenden zijn scenario's met oorzaak-gevolgrelaties in kaart gebracht die milieurisico's met zich mee brengen (zie hoofdstuk 2.1). Hieruit komt naar voren dat milieuschade mogelijk is door ofwel verspreiding van stoffen via water en eventuele indringing in de bodem of via de lucht. Experts verwachten dat de milieuschade via de lucht beperkt is in vergelijking met de impact van vloeibare stoffen die in het water of de bodem komen.

Het falen van een opslagtank en een breuk aan leidingen op het eigen terrein zijn door de experts beschouwd als maatgevend voor het bepalen van de impact van milieuschade. Het risico op kleine incidenten (breuken aan leidingen) ligt meer voor de hand, dan grote incidenten zoals het falen van een opslagtank met gevaarlijke stoffen. In beide gevallen is het risico naar verwachting altijd een ordegrrootte kleiner dan economische schade. Er moet eerst water op de site komen, waardoor schade kan ontstaan aan assets. Bovendien, moet er ook daadwerkelijk schade aan assets optreden voordat er een risico is op

een groot milieu-incident. Veel assets hebben veiligheidsmaatregelen en -procedures, die in het geval van een (dreigende) overstroming nuttig kunnen zijn en extra bescherming kunnen bieden.

Een groot milieu-incident als gevolg van een overstroming is daarom een tweede orde effect. Meerdere schakels in de keten moeten falen voordat een dergelijk incident zich voordoet. Het falen van een opslagtank met olie(achtige) producten schatten de experts in als het grootste risico op milieuschade als gevolg van een overstroming, omdat olie(achtige) producten slecht oplosbaar en milieubezwaarlijk zijn en daarmee een milieu-impact met de grootste ruimtelijke schaal als gevolg hebben. Experts schatten in dat de omvang van de milieuschade circa 20 kilometer bedraagt bij het falen van één opslagtank met olie(producten).

Belanghebbenden in het HIC hebben hieraan toegevoegd dat een groot milieu-incident zich ook kan voortdoen door uitspoeling van gevaarlijke stoffen in containers. Containers met de meest gevaarlijke stoffen staan namelijk uit veiligheidsoverwegingen op de grond. Indien containers met gevaarlijke stoffen in het water komen te staan, is er risico op milieuschade. Opgeslagen stoffen kunnen in aanraking met het water uitspoelen in de grond met kans op bodemverontreiniging. De verwachting is echter dat de milieuschade in dat geval beperkt blijft tot de eigen site (lokale impact).

Voor potentiële ernstige gevolgen (zoals het vrijkomen van aquatoxische stoffen of het ontstaan van een levensbedreigende gifwolk), geldt dat de geconsulteerde experts de kans hierop extreem klein inschatten.

3. Economische schade

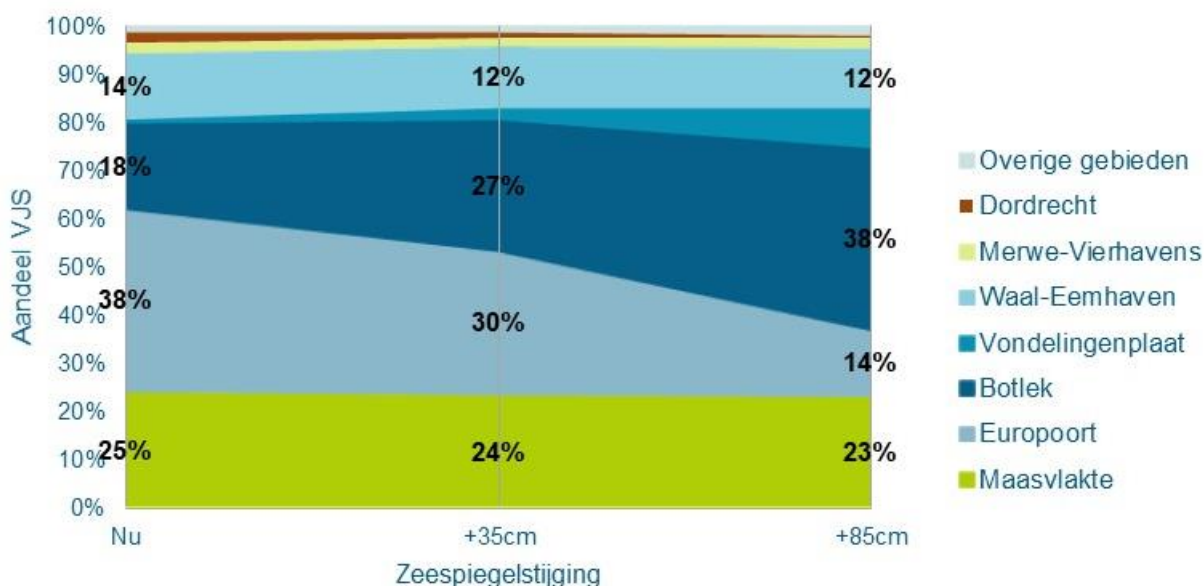
Voor alle gebieden in het HIC is uit de overstromingsrisicoanalyse naar voren gekomen dat economische schade dominant is ten opzichte van de kans op dodelijke slachtoffers en milieuschade om te bepalen of en wanneer een maatregel gewenst is om het risico te beheersen. Tabel 3-1 laat een schatting van de ontwikkeling van de economische schade voor het gehele HIC zien voor verschillende herhalingstijden (1/10 tot 1/10.000 per jaar) en zeespiegelstijgingsscenario's (huidige zeespiegel, +35cm en +85cm⁹). De verwachte jaarlijkse schade (VJS) in deze tabel is de som van de kans van voorkomen en de gevolgschade van de gebeurtenissen met verschillende herhalingstijden. Dit bedrag geeft het risico op economische schade weer dat op jaarbasis optreedt als gevolg van een overstroming. De verwachte jaarlijkse schade is gebruikt om de baten van een maatregel te bepalen (de baat van een maatregel is de verwachte reductie in economische schade). Bijlage A5 geeft de economische schades per herhalingstijd per gebied.

⁹ Bij het W+scenario is in 2050 de zeespiegel met 35cm gestegen t.o.v. 1990 en in 2100 met 85cm. Bij het G-scenario is in 2100 de zeespiegel met 35cm gestegen.

Tabel 3-1. Ontwikkeling economische schade in het HIC door zeespiegelstijging afgerond in miljoen Euro

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	194	297	819
1/300 jaar	284	701	3.782
1/1.000 jaar	749	3.279	12.833
1/3.000 jaar	3.660	5.875	17.877
1/10.000 jaar	6.498	15.226	23.525
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) ¹⁰ [mEUR/jr]	14	28	78
Contante Waarde VJS [mEUR]	471	949	2.693

Inzoomend op de verschillende gebieden in het HIC blijkt dat de totale verwachte jaarlijkse schade **op dit moment** het grootst is in de Europoort, gevolgd door de Maasvlakte en de Botlek. Dit zijn de grootste gebieden in het HIC en de waarde van het landgebruik per ha is hier hoger. Naar de **toekomst** toe stijgt de economische schade sterker in de Botlek dan in de Maasvlakte en Europoort. Met als gevolg dat uiteindelijk het grootste aandeel van de economische schade in de Botlek komt te liggen. De kans dat dit gebied overstroomt ligt namelijk eerder in de tijd ligt dan in de Europoort en Maasvlakte. Bovendien worden er op dit moment al maatregelen geïmplementeerd in de Europoort om het overstromingsrisico in de meest kwetsbare gebieden te beperken (hoofdstuk 4 gaat hier dieper op in). Figuur 3-4 geeft dit weer.



Figuur 3-4. Aandeel van de deelgebieden in de verwachte jaarlijkse schade (VJS)

¹⁰ 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.

4. Keteneffecten vanwege afhankelijkheden tussen gebieden

De economische schade als gevolg van een overstroming verschilt dus per gebied. Hiernaast zijn er verschillen in de gevolgen die een overstroming in het ene gebied heeft, op de schade in het andere gebied. Vanwege de vitale en kwetsbare infrastructuur die in de Botlek ligt, waar bedrijven in andere gebieden in het HIC van afhankelijk zijn, is vooral de Botlek hierin belangrijk. Het onderstaande kader gaat hier nader op in.

Box 3-2. Schade in het HIC door een overstroming in de Botlek

Een overstroming in de Botlek kan grote gevolgen hebben voor andere gebieden, zelfs als deze zelf niet overstromen. Dit komt door de vitale en kwetsbare infrastructuur die in de Botlek ligt waar verschillende bedrijven in het HIC van afhankelijk zijn. Specifiek zijn dit de levering van stikstof en het transport via de A15 en voor sommige gebieden de demiwaterfabriek. Als deze infrastructuur niet goed functioneert, valt het transport van producten en/of de productie van bedrijven die hiervan afhankelijk zijn geheel of deels stil. Aangezien de overige gebieden een eigen hoogspanningsstation en gasstations hebben, zijn de bedrijven niet tot nauwelijks afhankelijk van de elektriciteit- en gaslevering uit de Botlek. De Maasvlakte heeft bovendien een eigen demiwaterfabriek en is daardoor niet afhankelijk van de waterlevering uit de Botlek.

Naast dat de Botlek vitale infrastructuur herbergt, overstroomt de delen waar deze infrastructuur zich bevindt eerder dan veel andere gebieden. Tabel 3-2 geeft een samenvatting van de kans op falen van een aantal van de vitale en kwetsbare voorzieningen in de Botlek. Deze indirecte schade is gekwantificeerd in de overstromingsrisicoanalyse van de Botlek en omvat ook de indirecte schade die ontstaat in de rest van het HIC.

Tabel 3-2. Kans op falen van een aantal vitale en kwetsbare voorzieningen in de Botlek, Pilot Waterveiligheid Botlek (2017)

	Nu: 1/300 Zeespiegel +35cm: 1/100	Nu: 1/1.000, Zeespiegel +35 cm: 1/300	Nu: 1/10.000 Zeespiegel +35: 1/3.000
Water	Geen onderbreking	Nauwelijks schade, wel stillleggen	Schade, hersteltijd
Stikstof	Geen onderbreking	Grote schade, lange hersteltijd	Grote schade, lange hersteltijd
Gas	Geen onderbreking	Nauwelijks schade, wel stillleggen	Schade, hersteltijd
Elektra	Geen onderbreking	Schade, hersteltijd	Grote schade, lange hersteltijd
A15& Spoor	Geen onderbreking	Nauwelijks schade, wel stillleggen	Grote schade, lange hersteltijd

De economische gevolgen van een overstroming beperken zich echter niet tot het HIC. Het industriegebied is verbonden met andere industriegebieden. Zo gaat ca. de helft van de in de Rotterdamse haven omgezette 100 miljoen ton olie en olieproducten over de grens: ca. 16 miljoen ton naar het Ruhrgebied en 30-35 miljoen ton naar Antwerpen (Pilot Waterveiligheid Botlek, 2017). Ook liggen belangrijke toeleveranciers van erts en kolen naar centrales in Duitsland in het HIC. De centrales in Duitsland hebben geen / beperkt toegang tot alternatieve levering, met als resultaat economische schade bij uitval van de levering uit het HIC.

Schade aan producten bij bijvoorbeeld containerterminals kan ook gevolgen hebben voor processen door heel Europa. Veel afnemers hebben zich namelijk beperkt tot 1 leverancier. Het bestellen van nieuwe producten bij andere leveranciers neemt daardoor veel tijd in beslag vanwege de productie- en verschepingstijd (belanghebbenden verwachten dat dit ca. 2-3 maanden duurt). Het resultaat is dat processen bij afnemers tijdelijk stil kunnen komen te vallen. Hiernaast is het onzeker of eventuele uitval van de energiecentrales in het HIC (Maasvlakte) gevolgen heeft voor het hoogspanningsnet en daarmee elektriciteitslevering in Nederland.

Ten slotte liggen er pijpleidingen en aanvoerstations in het HIC met verbindingen tussen het Rotterdamse havengebied en andere industriegebieden. Figuur 3-5 geeft deze weer. Uitval van leidingen en/of pompstations kan tot schade leiden bij de bedrijven die afhankelijk van deze leidingen zijn.



Figuur 3-5. Pijpleidingen vanaf Rotterdam (Havenbedrijf Rotterdam).

3.4 Risicoafweging en timing van maatregelen

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 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 nog acceptabel zouden zijn, gezien vanuit binnendijkse waterveiligheid. Aangezien de economische schade als gevolg van een overstroming dominant is voor het bepalen of en tot wanneer het risico nog acceptabel is, is de risicoafweging hierop gebaseerd. Om inzicht te krijgen in het moment tot wanneer de schade nog acceptabel is, is de economische schade per gebied vergeleken met de acceptabele schade als gevolg van een overstroming in binnendijkse gebieden.

Uit een globale verkenning van het gemiddelde overstromingsrisico op gebiedsniveau ¹¹ met dit afwegingskader, komt naar voren dat het overstromingsrisico in de **Botlek** als eerste het grensniveau van het acceptabele risico overschrijdt. Vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief zouden maatregelen nodig zijn bij een zeespiegelstijging van +35cm om het overstromingsrisico te beheersen (2050 in het W+ scenario). In **Merwe-Vierhavens** zouden vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief maatregelen gewenst zijn bij een zeespiegelstijging tussen +35 en +85cm (respectievelijk 2050 en 2100 in het W+ scenario). Dit geeft meekoppelkansen voor het verbeteren van de

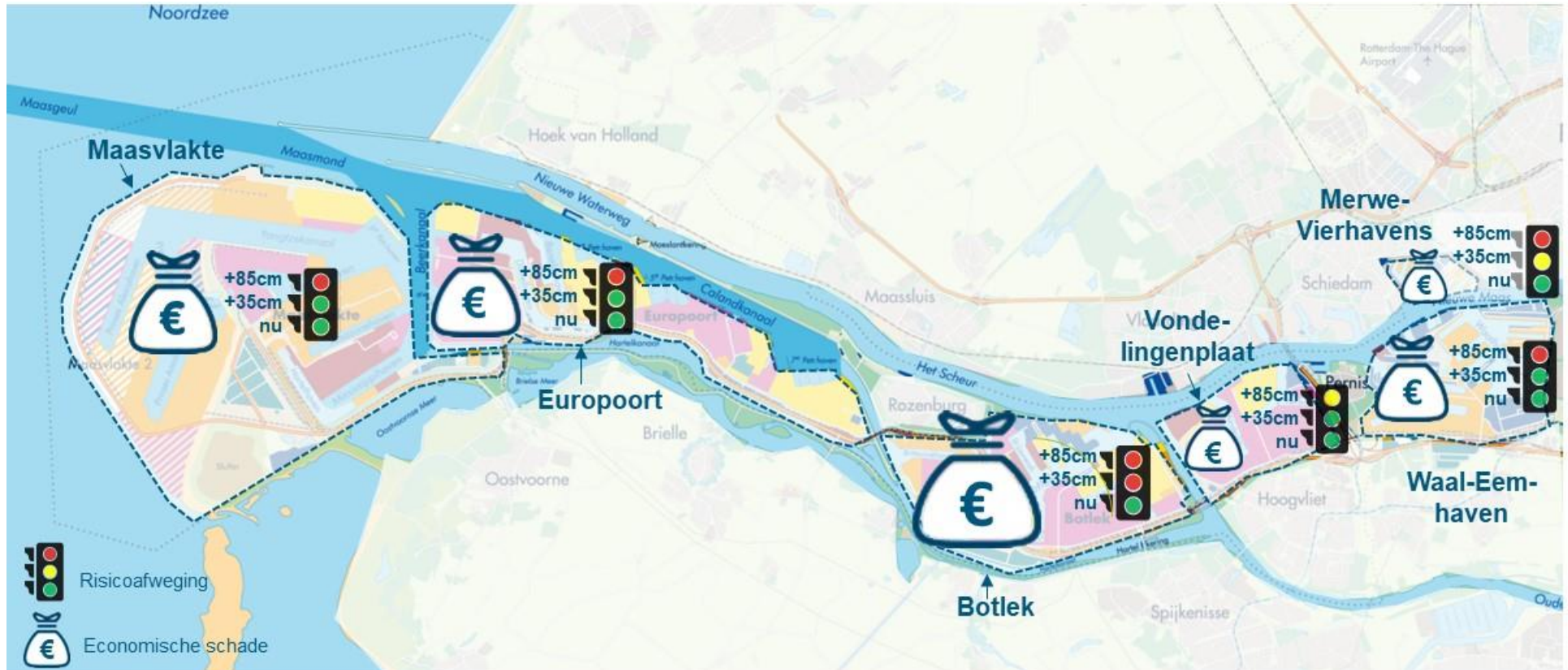
¹¹ Een verkenning op gebiedsniveau gaat uit van het gemiddelde over het hele gebied. Het kan dus goed zijn dat er in een gebied delen zijn waar eerder maatregelen gewenst zijn. Dat komt aan bod in Tabel 3-3. Overzicht deelgebieden waar maatregelen eerder in zicht komen in vergelijking met de globale gebiedsverkenning

waterveiligheid met de voorgenomen ontwikkeling van het gebied van haven- naar woon-/ werkfunctie. Voor de **Europoort, Maasvlakte en Waal-Eemhaven** geldt dat het overstromingsrisico acceptabel blijft tot een zeespiegelstijging van +85cm (2100 in het W+ scenario). In de **Vondelingenplaat, Dordrecht** en de **haventerreinen in de overige gebieden** komt het grensniveau van een onacceptabel risico pas in zicht bij zeespiegelstijging die groter is dan +85cm. Uitzondering hierop zijn een aantal haventerreinen in het stedelijk gebied (bij een zeespiegelstijging van +85cm) en het haventerrein in Vlaardingen (bij een zeespiegelstijging tussen +35 en +85cm). Figuur 3-6 visualiseert de risicoafweging per havengebied.¹² Het onderstaande kader geeft een aantal kanttekeningen bij de risicoafweging.

Box 3-3. Kanttekening bij de risicoafweging

Het gebruikte afwegingskader geeft alleen een indicatie van de timing. Een aantal bedrijven concludeert bijvoorbeeld op grond van hun eigen risicoafwegingen dat maatregelen eerder gewenst zijn dan uit de risicoafweging naar voren komt of juist nog lang niet. De reden om maatregelen uit te stellen is vaak gebaseerd op de kosten van het nemen van een maatregel in relatie tot de verwachte schadereductie van deze maatregel, de baten. Het risico is voor hen acceptabel zolang de kosten die het bedrijf moet maken voor het nemen van een maatregel hoger zijn dan de te verwachten baten voor het bedrijf.

¹² De haven van Dordrecht en haventerreinen in overige gebieden zijn hier niet op aangegeven, omdat de terreinen een beperkte omvang hebben en verspreid liggen in de regio Rijnmond-Drechtsteden.

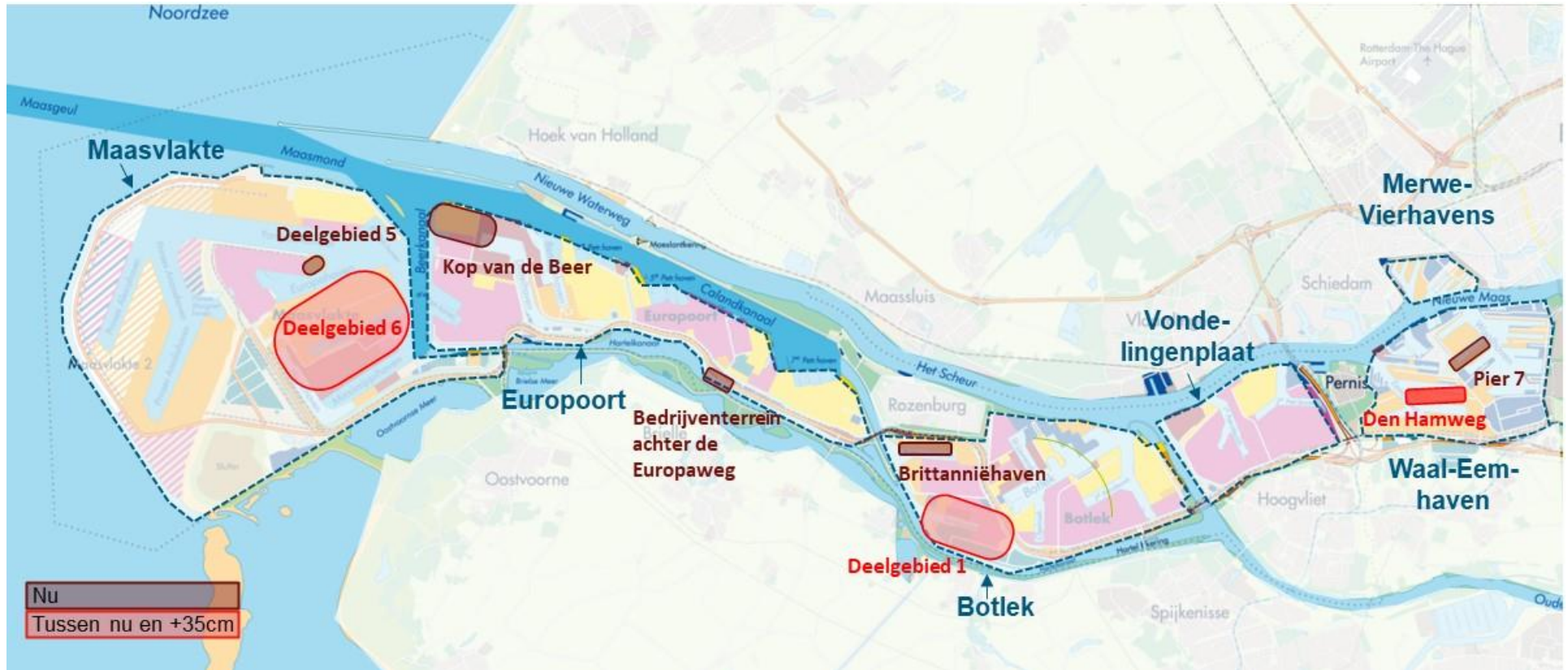


Figuur 3-6. Economische schade (VJS) als gevolg van een overstrooming bij een zeespiegelstijging van +35cm (hoe groter het geldzakje, hoe groter de schade) en de afweging ervan met het afwegingskader (Groen: onder het grensniveau van het afwegingskader, Geel: op het grensniveau van het afwegingskader en Rood: boven het grensniveau van het afwegingskader)

Per deelgebied kan deze globale verkenning er anders uit zien. De deelgebieden waar maatregelen eerder in zicht komen dan uit de globale gebiedsverkenning komt, zijn weergegeven in Tabel 3-3. Figuur 3-7 presenteert de locatie van deze deelgebieden.

Tabel 3-3. Overzicht deelgebieden waar maatregelen eerder in zicht komen in vergelijking met de globale gebiedsverkenning

Gebied	Generiek (gebiedsniveau)	Deelgebieden waar eerder maatregelen gewenst
Botlek	Zeespiegelstijging van +35cm	Nu: Britanniëhaven Tussen nu en een zeespiegelstijging van +35cm: Deelgebied 1
Merwe-Vierhavens	Zeespiegelstijging tussen +35cm en +85cm	Nu: Gustoweg I & Keilehaven
		Zeespiegelstijging van +35cm: Marconistrip
Europoort	Zeespiegelstijging van +85cm	Nu: Kop van de Beer & bedrijventerrein achter Europaweg
Maasvlakte	Zeespiegelstijging van +85cm	Nu: Deelgebied 5 (Gebied aan het einde van de Antarticaweg)
		Tussen nu en een zeespiegelstijging van +35cm: Deelgebied 6 (Pieren Amazonehaven)
Waal-Eemhaven	Zeespiegelstijging van +85cm	Nu: Pier 7 (Zaltbommelstraat)
		Tussen nu en een zeespiegelstijging van +35cm: Den Hamweg
Vondelingenplaat	Zeespiegelstijging groter dan +85cm	
Dordrecht	Zeespiegelstijging groter dan +85cm	
Haventerreinen in overige gebieden	Zeespiegelstijging groter dan +85cm	Zeespiegelstijging tussen +35 en +85cm: haventerrein in Vlaardingen Zeespiegelstijging van +85cm: haventerreinen in stedelijk gebied



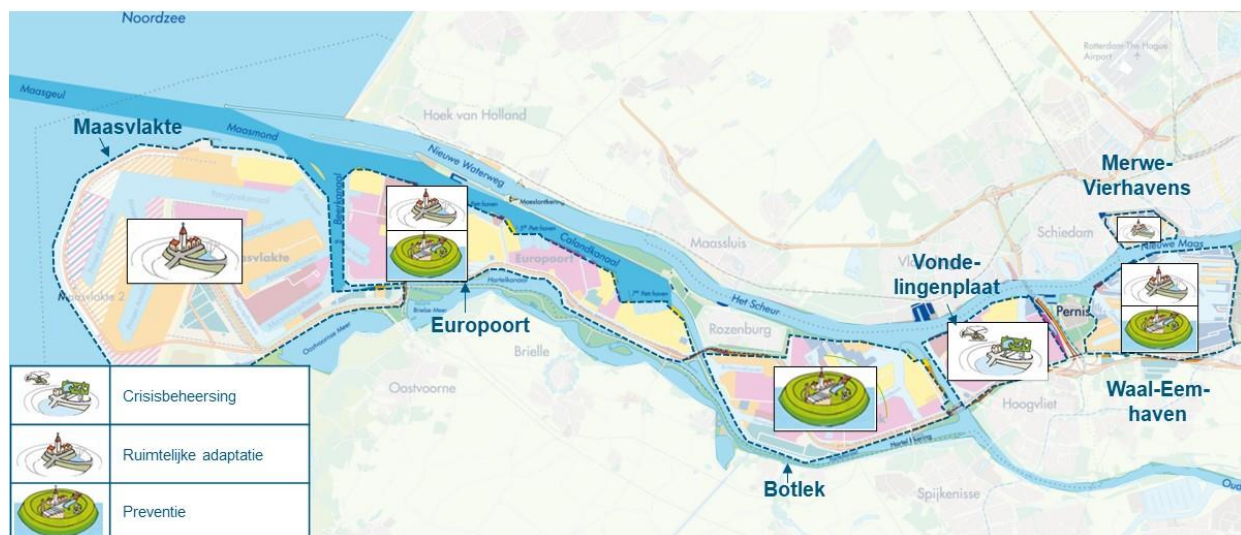
Figuur 3-7. Risicoafweging: deelgebieden waar het overstromingsrisico eerder in beeld komt in vergelijking met de globale gebiedsverkenning

4 Gebiedsgerichte adaptatiestrategieën: inzicht in kansrijke maatregelen

Samen met de belanghebbenden in het gebied zijn gebied kansrijke maatregelen voor het beheersen van het overstromingsrisico geïdentificeerd. Deze zijn vervolgens gecombineerd in een veelbelovende adaptatiestrategie per gebied. In § 4.1 worden deze strategieën kort beschreven. Vervolgens komt in § 4.2 een alternatieve, gebiedsoverstijgende maatregel aan bod voor het beheersen van het overstromingsrisico in meerdere gebieden – de ‘afsluitbaar open’ kering. Ten slotte worden de kosten en baten van de gebiedsoverstijgende maatregel vergeleken het totaal aan kosten en baten van de veelbelovende adaptatiestrategieën per gebied in § 4.3 met als doel te onderzoeken wat het meest kansrijk is.

4.1 Beknopte beschrijving van adaptatiestrategieën per gebied

Vanwege de verschillen in karakteristieken, heeft elke adaptatiestrategie per gebied een andere focus (zie Figuur 4-1). Daar waar het ene gebied zich goed leent voor een strategie met als uitgangspunt ‘**water buiten de deur**’ (Botlek), zijn er andere gebieden meer gericht op een strategie met als uitgangspunt ‘**leven met water**’ (Maasvlakte en Merwe-Vierhavens). De adaptatiestrategie voor de Europoort en Waal-Eemhaven combineert beide thema’s. Tenslotte is een strategie met als uitgangspunt ‘**voorbereid op de crisis**’ het meest veelbelovend in gebieden waar het overstromingsrisico pas het acceptabele grensniveau passeert als zeespiegel met meer dan 85cm stijgt (Vondelingenplaat). Voor Dordrecht en de haventerreinen in overige gebieden zijn geen adaptatiestrategieën geformuleerd. Het overstromingsrisico in deze gebieden blijft nog lange tijd acceptabel vanuit een binnendijs waterveiligheidsperspectief. Een aantal haventerreinen vormt hier een uitzondering op. Hiervoor zijn wel kansrijke maatregelen in beeld gebracht.



Figuur 4-1. Focus van kansrijke maatregelen per gebied in het HIC

Naast een eigen focus per adaptatiestrategie, heeft elke veelbelovende adaptatiestrategie aandacht voor **crisisbeheersing**. In alle gebieden is het goed om met crisisbeheersing aan de slag te gaan, ook als het risico niet groot genoeg is of te ver weg in de tijd om aan de slag te gaan met maatregelen. Hierbij is

aandacht voor individuele nood- en herstelplannen, gebiedsnood- en herstelplannen en een crisisbeheerplan:

- **Individuele nood- en herstelplannen:** Met een noodplan in combinatie met noodvoorzieningen kunnen bedrijven het overstromingsrisico zoveel mogelijk opvangen aan de voorkant en het herstelplan faciliteert een snel(ler) herstel, o.a. door prioriteiten te stellen voor het zo snel mogelijk weer kunnen opstarten na afloop van een overstroming. Noodvoorzieningen die getroffen kunnen worden zijn bijvoorbeeld het aanleggen van noodvoorraden en -voorzieningen (elektriciteit, water, etc.), tijdelijk verplaatsen van kritische en kwetsbare producten/assets, weggrijden van rollend materieel en afschermen van vitale en kwetsbare infrastructuur, bijvoorbeeld met big bags.
- **Gebiedsnood- en herstelplannen:** Voor een aantal gebieden is het kansrijk om een gebiedsnood- en herstelplan op te stellen waarin afstemming met bedrijven tussen verschillende gebieden die afhankelijk zijn van elkaar is opgenomen. Zo is een gebiedsnood- en herstelplan voor de Maasvlakte, Europoort, Botlek en Vondelingenplaat zinvol vanwege de afhankelijkheden tussen deze gebieden. In de Waal-Eemhaven zijn gebiedsnood- en herstelplannen per pier (zgn. pierplannen) zinvol. Het gebiedsnood- en herstelplan stemt individuele noodplannen van belanghebbende bedrijven en beheerders op elkaar af. 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). Het wordt ook aanbevolen om prioriteiten voor het herstel op te nemen in het plan, zodat de activiteiten waar veel bedrijven van afhankelijk zijn voorrang krijgen bij het herstel.
- **Crisisbeheerplan:** Een laatste aanbeveling die in elke adaptatiestrategie terugkomt, is het opstellen van een crisisbeheerplan onder coördinatie van de VRR. Het crisisbeheerplan organiseert de communicatie vlak voor en tijdens overstromingen. Het plan borgt bijvoorbeeld het functioneren van toegangswegen, omgaan met calamiteiten zoals brand door kortsluiting of een Loss of Containment en eventuele noodzaak tot evacuatie (afgestemd met eventuele calamiteiten in binnendijks gebied).

Per gebied wordt hieronder een korte beschrijving gegeven van de maatregelen die geselecteerd zijn voor de veelbelovende adaptatiestrategie per gebied. De keuze voor de uiteindelijke maatregel ligt echter bij het bedrijf/ de bedrijven die in het gebied gesitueerd zijn.

4.1.1 Veelbelovende adaptatiestrategie Maasvlakte: leven met water

Door de hoogteligging en vorm van het gebied, de onderlinge afhankelijkheden en de ontwikkelingen die gepland staan is een strategie met als uitgangspunt 'leven met water' als meest veelbelovend naar voren gekomen. Deze strategie combineert maatregelen op gebouw- en/of terreinniveau en is daardoor flexibel in de tijd te implementeren. In de Maasvlakte is het overstromingsrisico in de meeste deelgebieden nog geruime tijd acceptabel vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief. Dit betekent dat er tijd is om mee te koppelen met vervangingsmomenten, groot onderhoud en nieuwe of herontwikkelingen. Op dat soort momenten is het waterrobuust maken van vitale en kwetsbare assets kansrijk op bestaande terreinen. Voor nieuw te ontwikkelen en aan te leggen terrein is terreinophoging of waterrobuuste gebiedsinrichting kansrijk.

Naast 'leven met water' is met de belanghebbenden ook gekeken naar 'water buiten de deur'. Een strategie gericht op het water buiten de deur houden van het water is echter minder kansrijk. Een dergelijke strategie is gericht op preventie. Een preventieve maatregel (denk aan het aanleggen, ophogen en/of versterken van keringen, kades en glooiingen) is over het algemeen duurder dan een maatregel op gebouw- en/of terreinniveau. Een preventieve maatregel is kansrijk indien veel gebouwen en terreinen tegelijk beschermd worden. Voor veel deelgebieden in de Maasvlakte geldt echter dat een overstroming vanuit meerdere kanten kan komen, ook via andere deelgebieden. Door deze onderlinge afhankelijkheid zijn preventieve

maatregelen in meerdere deelgebieden nodig om het overstromingsrisico in een specifiek deelgebied te beheersen. Bovendien ligt het gebied over een grote lengte direct aan het water vanwege de vorm van de deelgebieden met verschillende havenbekkens. Hierdoor moeten preventieve maatregelen over een grote lengte genomen worden. Dit betekent dat een relatief grote investering nodig is in geval van preventieve maatregelen. Ten slotte ligt de Maasvlakte al relatief hoog. Hierdoor is er weinig schade als gevolg van overstromingen met grotere kansen van voorkomen. Dit betekent dat de baten van een strategie, namelijk de risicoreductie van een maatregel, beperkt zijn. De meerkosten van deze preventieve maatregelen staan hierdoor vaak niet in verhouding tot de extra schadereductie.

4.1.2 Veelbelovende adaptatiestrategie Europoort: leven met water + water buiten de deur

De strategie voor de Europoort combineert preventieve maatregelen met ruimtelijke adaptatie. In de deelgebieden met een overstromingsrisico dat nog geruime tijd acceptabel is vanuit een binnendijsk waterveiligheidsperspectief blijkt ruimtelijke adaptatie kosteneffectiever. Met ruimtelijke adaptatie kunnen bedrijven de maatregelen meekoppelen met vervangingsmomenten, groot onderhoud en nieuwe of herontwikkelingen. Op dat soort momenten is het waterrobuust maken van vitale en kwetsbare assets kansrijk. Vanwege de kosten van ophogen van preventieve maatregelen en het beperkte overstromingsrisico (en daarmee schadereductie) in de Europoort, is preventie voor de meeste deelgebieden niet kansrijk.

Een aantal deelgebieden in de Europoort kent een groter overstromingsrisico. Deze gebieden lenen zich wel goed voor preventieve maatregelen om het overstromingsrisico te reduceren. In één gebied ligt al een kering (Tuimelkade Europoort), die het bedrijventerrein achter de Europaweg al deels beschermt. Ophogen van de Tuimelkade in combinatie met het geplande groot onderhoud is daardoor kosteneffectiever dan het nemen van maatregelen op gebouwniveau. Het andere gebied met een groter overstromingsrisico, de Kop van de Beer, is een gebied met veel economische waarde waar bovendien een nieuw terrein ontwikkeld wordt. Een preventieve maatregel reduceert daardoor veel economische schade. Om die reden is een preventieve golfremmende maatregel¹³ hier kansrijk, aangezien het overstromingsrisico in dit gebied sterk beïnvloed wordt door golfoverslag. Bovendien koppelt deze maatregel mee met de ontwikkeling van het nu nog braakliggende gebied, waardoor de implementatie voor minder overlast zorgt en uitvoerbaar is.

4.1.3 Veelbelovende adaptatiestrategie Botlek: water buiten de deur

De Botlek heeft een cruciale functie in het HIC en een overstroming in het meest kwetsbare deel van het gebied kan leiden tot uitval van productie in zowel de Europoort, als de Maasvlakte en de Vondelingenplaat. Een strategie met als uitgangspunt 'water buiten de deur' is het meest effectief in het reduceren van het overstromingsrisico, dat wil zeggen dat het restrisico kleiner is dan in het geval individuele maatregelen op gebouw- of terreinniveau genomen worden (ruimtelijke adaptatie). Deze maatregelen zijn alleen maar effectief als alle bedrijven in de keten hun overstromingsrisico's beheersen. Indien dat niet het geval is, kan een bedrijf dat deze maatregel genomen heeft toch nog schade ondervinden vanwege keteneffecten (bijvoorbeeld als de stikstofleverancier geen maatregelen heeft genomen om overstromingsrisico's te beheersen en geen stikstof meer kan leveren aan andere bedrijven). Bovendien blijken preventieve maatregelen in de Botlek ook het meest kosteneffectief. Dit komt omdat er

¹³ Een golfremmende maatregel bestaat uit een specifieke combinatie van maatregelen voor gebieden die gevoelig zijn voor golfoverslag, namelijk ophoging van de glooiing, algehele terreinophoging van het braakliggend terrein en plaatselijke ophoging en waterrobuust maken van nieuwe gebouwen en installaties.

een kade ligt die al deels bescherming biedt, de Tuimelkade Botlek. Deze kade loopt vanaf de Hartelkering tot bij de Seinehaven en is aangelegd na de opening van de Beerdam om het verhogende effect op de waterstanden in het Hartelkanaal op te vangen. Ophogen van een bestaande kade kost minder dan het aanleggen van een nieuwe kering.

In de Britanniëhaven zijn nu maatregelen wenselijk vanuit het perspectief van binnendijkse waterveiligheid. Op korte termijn lijkt het kansrijk om het overstromingsrisico met noodvoorzieningen te beheersen. Nader onderzoek zal antwoord moeten geven tot welk moment deze noodvoorzieningen adequaat zijn om het risico te beheersen en/of andere maatregelen nodig zijn. Zo zou een flexibele kering langs de noordzijde en een uitbreiding van de Tuimelkade langs de zuidzijde van de Britanniëhaven op termijn kansrijk kunnen zijn om de overstromingsrisico's in de Britanniëhaven te beheersen.

Een alternatieve strategie voor de Botlek is preventie door waterstandsverlaging in het Hartel- en Calandkanaal (in plaats van het verhogen en aanleggen van keringen). Dit is mogelijk door te kiezen voor een open Hartelkering in combinatie met het weghalen van de Rozenburgse sluis. Belangrijk aandachtspunt bij deze maatregel is de kwantificering van de mogelijke extra dijkversterkingsopgave in aangrenzende gebieden. Bovendien is deze kering gebouwd met als functie om het binnendijkse achterland te beschermen, als onderdeel van de Europoortkering. Een open Hartelkering verlaat de tot nu toe gehanteerde Rijksstrategie van een 'gesloten kustlijn' en vraagt dientengevolge om een bestuurlijke afweging en is waarschijnlijk ook politiek niet haalbaar. Hierover is afgesproken met Rijkswaterstaat dat deze optie pas verder onderzocht dient te worden als de vervangingsopgave zich aandient voor de Maeslantkering en Hartelkering. Om deze reden valt de optie open Hartelkering af en heeft het ophogen van de Tuimelkade de voorkeur.

4.1.4 Veelbelovende adaptatiestrategie Vondelingenplaat: voorbereid op de crisis

De Vondelingenplaat profiteert van de Maeslantkering. Het overstromingsrisico is mede als gevolg van deze kering tot een zeespiegelstijging van +85cm acceptabel (tot 2100 bij het W+ scenario). Tegelijkertijd komt de vervanging van de Maeslantkering in de periode 2050-2100 in beeld). Om die reden wordt nu onderzocht wat de mogelijkheden zijn om de faalkans van de Maeslantkering te verlagen. Een verlaging van de faalkans heeft een gunstige invloed op het risicoprofiel in de Vondelingenplaat en kan daarmee het tijdstip van overschrijding van de acceptabele grenzen doen opschuiven in de tijd. In lijn met de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden is het raadzaam om nu nog geen grote investeringen te plegen in waterveiligheidsmaatregelen die bij vervanging van de Maeslantkering niet meer opportuun zouden zijn.

Aangezien maatregelen voor het reduceren van het overstromingsrisico op dit moment nog niet in beeld zijn vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief en de mogelijkheid dat dit moment nog verder in de toekomst opschuift bij vervanging van de Maeslantkering, gaat de strategie van de Vondelingenplaat uit van crisisbeheersing op de korte en middellange termijn. Zodra er meer duidelijkheid is over de vervanging van de Maeslantkering, kan er onderzocht worden of en welke maatregelen kansrijk zijn om het overstromingsrisico in dit gebied verder te reduceren.

4.1.5 Veelbelovende adaptatiestrategie Waal-Eemhaven: focus per pier

De Waal-Eemhaven bestaat uit verschillende pieren die voor een groot gedeelte een eigen overstromingskans hebben, dat wil zeggen dat een overstroming op de ene pier niet leidt tot een overstroming van een andere pier. De veelbelovende adaptatiestrategie is dan ook per pier uitgewerkt,

met een onderscheid in pieren die meer gericht zijn op ‘water buiten de deur’ en pieren met een focus op ‘leven met water’.

- Water buiten de deur

Uitgangspunt voor ‘water buiten de deur’ is dat een pier beschermd kan worden door het ophogen van glooiingen, dit is met name kansrijk als dit gelijk met het groot onderhoud van een glooiing opgepakt kan worden. 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

- Leven met water

Indien ophogen van glooiingen niet kansrijk is (bijv. niet aanwezig en/of schadereductie te laag door landgebruik op de pier), is gekozen voor ‘leven met water’. Uitgangspunt is dat gebruikers van het gebied het waterrobuust maken van hun terreinen en assets meewegen in investeringsbesluiten bij vervangingsopgaven van huidige assets en natuurlijke ophoogmomenten. Dit is zeker voor de meeste pieren met een overstromingsrisico dat nog lange tijd acceptabel blijft kosteneffectiever en geeft flexibiliteit qua uitvoeringsvolgorde. .

4.1.6 Veelbelovende adaptatiestrategie Merwe-Vierhavens: leven met water

Voor Merwe-Vierhavens geldt dat dit gebied op het punt staat om getransformeerd te worden van havengebied naar een gebied met een woon- en werkfunctie. Waterveiligheid wordt bij de inrichting van het gebied meegenomen. Het toekomstige woongebied valt straks niet meer onder het HIC¹⁴

In één van de toekomstscenario's is nog wel ruimte voor havengebied: namelijk het sappencluster. Vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief is het overstromingsrisico in het Sappencluster II bij een zeespiegelstijging van +85cm (rond 2100 in het W+ scenario) niet meer acceptabel. Het grensniveau in het Sappencluster I wordt bereikt bij een zeespiegelstijging van +35cm (2050 in het W+scenario). Aangezien de ontwikkelrichting van het Sappencluster pas na 2035 ingevuld wordt, is het opportuun om dat moment te gebruiken voor het selecteren van maatregelen voor dit gebied.

4.1.7 Kansrijke maatregelen voor haventerrein in Dordrecht

Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat pas bij een zeespiegelstijging van meer dan 85+cm maatregelen nodig zijn om het overstromingsrisico te beheersen in het havengebied van Dordrecht op basis van het huidige landgebruik. Dit betekent dat er tijd is om meekoppelmomenten te benutten, zoals nieuwe ontwikkelingen, herontwikkelingen, vervangingsinvesteringen en groot onderhoud voor het borgen van waterveiligheid. Zowel de kosten als overlast van de implementatie van maatregelen worden hierdoor zoveel mogelijk beperkt.

Het afwegingskader geeft echter een gemiddelde weer van het hele gebied, terwijl het overstromingsrisico niet gelijk verdeeld is over het gebied. Mogelijk is het toch kosteneffectief om hier (eerder) maatregelen te treffen – het is raadzaam om het overstromingsrisico nader te onderzoeken voor de gebieden waar substantieel meer schade is dan in de rest van het gebied.

¹⁴ Dit valt onder de stedelijke gebieden: waterveiligheid wordt meegenomen in het ruimtelijke kader voor dit gebied en bij het formuleren van de adaptatiestrategieën voor de stedelijke gebieden door gemeente Rotterdam

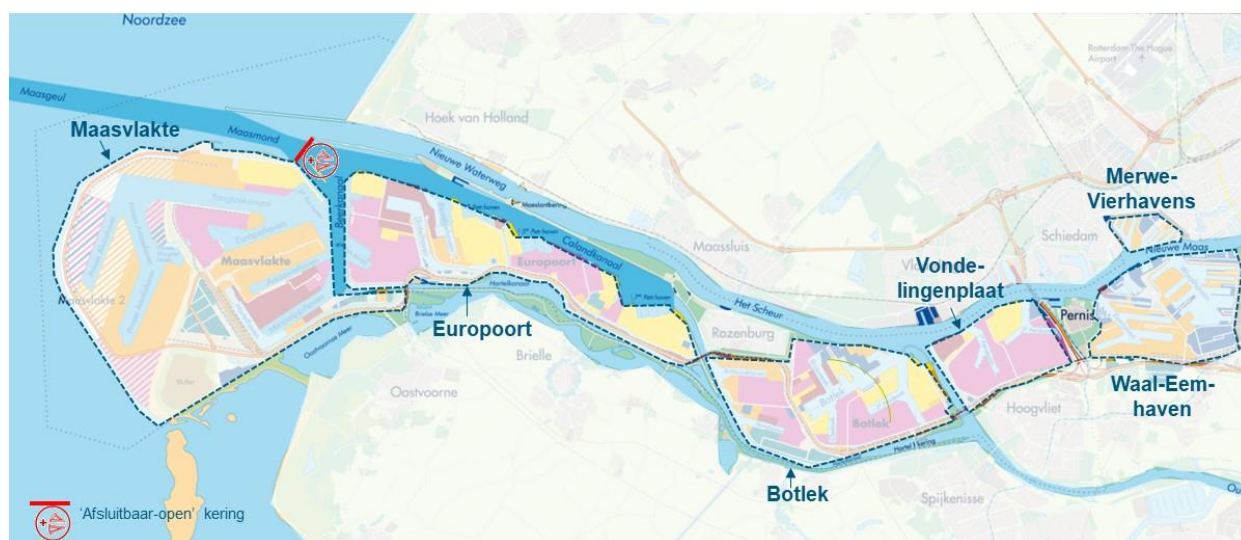
4.1.8 Kansrijke maatregelen voor haventerreinen in overige gebieden

De haventerreinen in overige gebieden hebben een overstromingsrisico dat vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief acceptabel is tot een zeespiegelstijging van +85cm (2100 in het W+ scenario). De haventerreinen in Vlaardingen en in de stedelijke gebieden kennen echter een groter overstromingsrisico, hiervoor zijn op basis van expert judgement maatregelen verkend. In beide gebieden lijken maatregelen die uitgaan van ruimtelijke adaptatie kansrijker dan preventie, omdat de economische schade beperkt is en de kosten van preventieve maatregelen hoger zijn. Bovendien is er nog tijd voor het selecteren en implementeren van maatregelen, waardoor gebruik gemaakt kan worden van meekoppelkansen bij vervangingsinvesteringen en/of groot onderhoud. Dit verlaagt de kosten en overlast van het implementeren van maatregelen. In dialoog met de daar gelegen bedrijven zou meer inzicht verkregen moeten worden in hoe kansrijk deze of alternatieve maatregelen zijn.

4.2 Beschrijving van een gebiedsoverstijgende maatregel

Bij een aantal gebieden (Maasvlakte, Europoort en Botlek) is de 'afsluitbaar open' kering genoemd als alternatieve maatregel voor het beschermen van het HIC tegen overstromingsrisico's. Een nieuwe stormvloedkering kan de maatgevende waterstand voor delen van het HIC fors reduceren. Het concept 'afsluitbaar open' houdt in dat de havengebieden tijdens normale omstandigheden bereikbaar zijn voor scheepvaart. Tijdens extreme condities wordt de kering gesloten, zodat hoogwater niet het gebied in komt. Dit is het concept dat ook voor de Maeslantkering wordt gehanteerd.

Een 'afsluitbaar open' kering is het meest kansrijk in de Maasmond ter hoogte van Hoek van Holland, omdat dan het overstromingsrisico in zowel de Maasvlakte als (delen van) de Europoort en Botlek gereduceerd wordt. Deze kering sluit ook het Breddiep af (zie de rode lijn in Figuur 4-2 voor de locatie). Naast het aanleggen van een kering, zijn waarschijnlijk ook werkzaamheden aan de afscheiding tussen de Nieuwe Maasmond en ingang havengebied nodig¹⁵.



Figuur 4-2. Locatie 'afsluitbaar open' kering

¹⁵ Dit is nu een strekdam en zal dan moeten worden uitgevoerd als dijk

Aangezien een 'afsluitbaar open' kering geen bescherming biedt aan alle gebieden in het HIC (delen van de Botlek, Vondelingenplaat, Waal-Eemhaven en Merwe-Vierhavens), zijn er nog wel maatregelen nodig in die gebieden om het overstromingsrisico te reduceren. Bovendien worden er op dit moment al maatregelen in de Europoort geïmplementeerd (golffremmende maatregel in de Kop van de Beer en ophogen van de Tuimelkade Europoort), waardoor de 'afsluitbaar open' kering hier weinig tot geen effect heeft op het overstromingsrisico. Ten slotte heeft een 'afsluitbaar open' kering een faalkans, net zoals de Maeslantkering. Vanwege de faalkans zijn naast deze maatregel ook crisisbeheersingsmaatregelen nodig, namelijk het opstellen en oefenen van een gebiedsnood- en herstelplan. Nood- en herstelplannen regelen het moment van afschakelen, herstellen en weer opstarten van de bedrijfsvoering, waarbij de prioriteiten gelegd worden bij die onderdelen die essentieel zijn voor het HIC, rekening houdend met de afhankelijkheden tussen gebieden. In deze nood- en herstelplannen zouden ook de nutsbedrijven en andere leveranciers van vitale voorzieningen betrokken moeten worden.

4.3 Afweging van de adaptatiestrategieën

Per gebied zijn de kosten en baten van de veelbelovende adaptatiestrategie tegen elkaar afgewogen. De contante waarde (CW) van de kosten van de maatregelen van alle adaptatiestrategieën (zie § 4.1) komt naar verwachting uit op bijna 90 miljoen Euro. De geschatte CW van de reductie in economische schade (baten) als gevolg van deze maatregelen bedraagt ca. 611 miljoen Euro. Dit resulteert in een positieve baten-kostenverhouding van 6,8. Tabel 4-1 geeft een overzicht van de kosten, baten en kosten-batenratio van de maatregelen in de adaptatiestrategieën per gebied. In bijlage 6 staat een tabel met de details per gebied.

Tabel 4-1. Overzicht kosten, baten en kosten-batenratio van geselecteerde maatregelen in de adaptatiestrategie per gebied

Gebied	Maatregelen	CW kosten (mEuro)	CW baten (mEuro)	Baten-kostenratio
Maasvlakte	Ophogen terrein / waterrobuuste inrichting bij te ontwikkelen terreinen, waterrobuust maken van assets op bestaande terreinen	27,6	151,6	5,5
Europoort	Golffremmende kering, ophogen tuimelkade, waterrobuust maken van vitale en kwetsbare assets	11,4	36,1	3,2
Botlek	Tuimelkade ophogen + flexibele waterkering	22	350	15,9
Vondelingenplaat	Verkenning maatregelen na besluit over Maeslantkering	0	0	n.v.t.
Waal-Eemhaven	Terrein ophogen, kades/ glooiingen ophogen en waterrobuust maken van kwetsbare assets	29,1	73,3	2,5
Merwe-Vierhavens	Waterveiligheid meekoppelen met gebiedsinrichting bij transitie naar wonen & werken	0	0	0
Totaal		90,1	611,0	6,8

Om te bepalen wat kansrijker is, maatregelen per gebied of de gebiedsmaatregel voor het HIC (zie § 4.2) is de kosten-batenverhouding van beide opties met elkaar vergeleken. De kosten van een 'afsluitbaar open' kering zijn significant hoger dan de kosten van alle maatregelen per gebied bij elkaar opgeteld (respectievelijk 820 miljoen Euro versus 90 miljoen Euro). De baten zijn echter ook hoger, omdat het restrisico met preventieve maatregelen kleiner is dan bij maatregelen als waterrobuust maken van

gebouwen en terreinen. In dat laatste geval kan het water immers nog op het terrein en/of openbare ruimte komen met schade als gevolg.

De kosten-batenanalyse van een 'afsluitbaar open' kering die zowel de Botlek als Maasvlakte en Europoort beschermt laat zien dat alleen een kering met een bescherming tot 1/10.000 jaar bij een zeespiegelstijging van +85cm kosteneffectief is. Dit is alleen het geval als er nog geen andere maatregelen in deze gebieden gerealiseerd zijn (met uitzondering van de maatregelen die nu al gerealiseerd worden in de Europoort). Indien de 'afsluitbaar open' kering vergeleken wordt met de baten-kostenratio van de adaptatiestrategieën van alle gebieden, dan wordt bovendien duidelijk dat de 'afsluitbaar open' kering minder kansrijk is. Om die reden is de 'afsluitbaar open' kering afgevalen als maatregel voor overstromingsrisicobeheersing van het HIC. Tabel 4-2 geeft de kosten en baten van een 'afsluitbaar open' kering die bescherming biedt tot aan een zeespiegelstijging van +85cm.

Tabel 4-2. Kosten-batenanalyse van verschillende opties voor de 'afsluitbaar open' kering

Gebied	Maatregelen	CW kosten (mEuro)	CW baten (mEuro)		Baten-kostenratio
Maasvlakte, Europoort en Botlek	'Afsluitbaar open' kering (Vermindering van baten door implementatie golfremmende kering, en ophogen Tuimelkade Europoort)	820	Maasvlakte	686	2,0
			Europoort ⁸	55	
			Botlek	867	
			Totaal	1.608	

5 De adaptatiestrategie voor het HIC

Het formuleren van de veelbelovende adaptatiestrategieën per gebied heeft veel inzicht opgeleverd in de overstromingsrisico's in het HIC. Ook heeft het kansrijke maatregelen en een beeld van de timing en locaties voor maatregelen opgeleverd. Met deze drie bouwstenen is een adaptatiestrategie voor het HIC geformuleerd in dialoog met de belanghebbenden van het gebied. Een adaptatiestrategie bestaat uit (een combinatie van) de meest kansrijke maatregelen voor de verschillende gebieden uitgezet in de tijd. De strategie is geen vaststaand eindbeeld. Het is bedoeld om inzicht te geven in de knikpunten wanneer besluiten over overstromingsrisicobeheersing wenselijk zijn en kansrijke maatregelen vanuit het perspectief van de betrokken partijen en het economisch perspectief.

Dit hoofdstuk beschrijft eerst of er overlap of tegenstrijdigheden zitten tussen de adaptatiestrategieën van de gebieden (§5.1). Dit geeft input aan de uiteindelijke selectie van de maatregelen voor de adaptatiestrategie voor het HIC. De combinatie en timing van de maatregelen in de adaptatiestrategie van het HIC wordt beschreven in §5.2. Tenslotte zijn er nog kanttekeningen bij de analyse en kennisvragen die om nader onderzoek vragen door de bedrijven en beheerders in het HIC. Deze komen in §5.3 aan bod.

5.1 Samenhang tussen de veelbelovende adaptatiestrategieën

Elke veelbelovende adaptatiestrategie is specifiek voor een gebied ontwikkeld. Dit betekent dat er overlap of tegenstrijdigheden tussen de strategieën kunnen zitten, met als gevolg dat een alternatieve maatregel geselecteerd moet worden. Vooral collectieve maatregelen kunnen tot overlap of tegenstrijdigheden tussen gebieden leiden, omdat ze het niveau van de individuele site overstijgen. Collectieve maatregelen in een gebied zouden bijvoorbeeld maatregelen in een ander gebied overbodig kunnen maken of een andere maatregel tegenwerken. De volgende collectieve maatregelen zijn geselecteerd:

- Ophogen Tuimelkade Botlek
- (Eventueel) aanleggen flexibele kering Britanniëhaven
- Ophogen Tuimelkade Europoort
- Golfremmende maatregel Europoort

Het effect van deze collectieve maatregelen is beperkt tot het eigen gebied. Dit betekent dat er geen overlap of tegenstrijdigheden zijn met andere gebieden.

Waar wel overlap is, is dat elke veelbelovende adaptatiestrategie aandacht heeft voor het belang van crisisbeheersing. Hierin zitten kansen om dit (deels) op het niveau van het HIC op te pakken. Verder benoemt elke strategie de onzekerheden ten aanzien van zeespiegelstijging en ontwikkelingen in ruimtegebruik. Bij veranderingen in ontwikkeling, zowel in zeespiegelstijging en landgebruik, kan het moment waarop maatregelen wenselijk zijn eerder in de tijd komen te liggen. Om die reden raadt elke strategie aan om meekoppelmomenten te benutten, zoals nieuwe ontwikkelingen, herontwikkelingen, vervangingsinvesteringen en groot onderhoud. Zowel de kosten als overlast van de implementatie van maatregelen worden hierdoor zoveel mogelijk beperkt, terwijl waterveiligheid zoveel mogelijk geborgd wordt. Dit heeft verder geen effect op de adaptatiestrategie voor het HIC, anders dan dat dit ook als aandachtspunt in deze adaptatiestrategie geldt.

5.2 Beschrijving van de adaptatiestrategie

De onderstaande paragrafen lichten de maatregelen en timing ervan gebied voor gebied toe. Naast deze maatregelen zijn er geen-spijtmateregelen die voor alle gebieden interessant zijn, ook als het risico nog

als acceptabel beschouwd wordt. Ook crisisbeheersing wordt voor alle deelgebieden aanbevolen om het restrisico verder te reduceren.

Geen-spijtmateregelen

Sommige maatregelen uit de strategie zijn geen-spijtmateregelen. Zo'n maatregel garandeert als het ware dat tijd, geld en moeite goed worden besteed, ongeacht veranderingen in de verwachtingen over de zeespiegelstijging. Het wordt aanbevolen om aan de slag te gaan met deze geen-spijtmateregelen. Hieronder volgt een aantal voorbeelden van geen-spijtmateregelen, waar de belanghebbenden direct mee aan de slag kunnen:

- Waterveiligheid als criterium opnemen in investeringsbeslissingen, zodat terreinen waterrobuust worden aangelegd en/of steeds waterrobuuster worden in de tijd.
- Initiatiefnemers voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in de haven informeren over overstromingsrisico's (nu en in de toekomst) en de mogelijke beheersmaatregelen, zodat er een afweging gemaakt kan worden om dergelijke meekoppelkansen te benutten.

Crisisbeheersing

Crisisbeheersmaatregelen zijn maatregelen om het restrisico te ondervangen en zo goed als mogelijk gesteld te staan wanneer het gebied onverhoopt toch overstroomt. Waar nodig wordt aanbevolen om de omgang met overstromingsrisico's in individuele nood- en herstelplannen te implementeren om sneller te kunnen opstarten na de overstroming. Het nood- en herstelplan voorziet bijvoorbeeld in het tijdig afschakelen en het treffen van voorzieningen om sneller te herstellen na de overstroming. In combinatie met dit plan, is het effectief als bedrijven in het gebied noodvoorzieningen treffen die genomen kunnen worden vlak voor of tijdens een overstroming, om het restrisico zo veel mogelijk te reduceren.

Een andere aanbeveling is dat er een gezamenlijk gebiedsnood- en herstelplan komt voor de Maasvlakte, Europoort, Botlek en Vondelingenplaat. In de Waal-Eemhaven wordt aanbevolen dat de bedrijven die op dezelfde pier gevestigd zijn, samen een piernood- en herstelplan opstellen. Een gebiedsnood- herstelplan dient ertoe om de individuele noodplannen van belanghebbende bedrijven en beheerders op elkaar af te stemmen. Dit plan zou met name moeten worden afgestemd tussen bedrijven met een onderlinge ketenafhankelijkheid. In het gebiedsnood- en herstelplan worden de ketenafhankelijkheden inzichtelijk gemaakt (wie is waarvan afhankelijk, wie is er verantwoordelijk voor en wat kan er gebeuren bij een overstroming) en afspraken gemaakt over wie, wat, wanneer doet in geval van een (dreigende) overstroming. Bovendien is een gebiedsnood- en herstelplan nuttig voor het stellen van prioriteiten voor herstel, zodat de activiteiten waar veel bedrijven van afhankelijk zijn voorrang krijgen bij het herstel.

Ten slotte is een crisisbeheerplan voor het HIC onder coördinatie van de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR) aan te bevelen, met aandacht voor communicatie vlak voor en tijdens een overstroming vanwege de beperkte handelingstijd om noodplannen uit te voeren.

5.2.1 Maatregelen voor de Maasvlakte

De maatregelen voor de Maasvlakte zijn te onderscheiden in maatregelen voor bestaande deelgebieden en terreinen aan de ene kant en nieuw te ontwikkelen gebieden en terreinen aan de andere kant. Figuur 5-1 visualiseert de maatregelen en de timing ervan in de Maasvlakte.



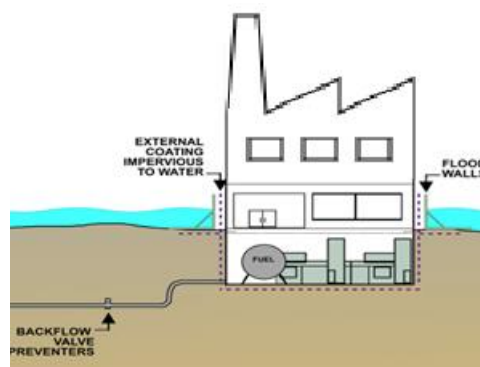
Figuur 5-1. Kansrijke maatregelen voor de Maasvlakte

Bestaande terreinen: deel van gebied 1, deel van gebied 4, gebied 5, gebied 6 en gebied 7

Voor bestaande terreinen is met name dry/wet proofing van assets op onderhouds- en vervangingsmomenten kansrijk:

- 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. Muren, ramen en deuren in gebouwen worden waterdicht gemaakt tot een bepaald niveau. 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. Het gaat daarbij naast gebouwen ook om het dry proofen van installaties zoals bijvoorbeeld kranen op kades, waar elektrische voorzieningen waterdicht afgesloten moeten kunnen worden om schade en uitval te voorkomen.



Figuur 5-2. Illustratie van dry proofing

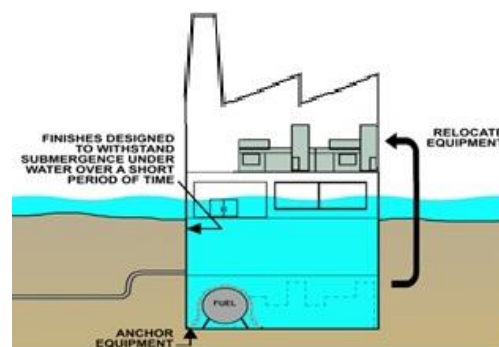
Dry proofing is in de praktijk realistisch tot circa 1m waterdiepte vanwege de krachten op muren, deuren, etc. In geval van een dreigende overstroming zullen handelingen verricht moeten worden zoals het sluiten van deuren, ramen en riool. Bovendien vereist het een zeer gedetailleerde analyse om ervoor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

- 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 5-3. 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. Wet proofing is dus niet haalbaar indien de aard van de bedrijvigheid zodanig is dat het niet wenselijk is om water toe te laten. Bovendien zal na afloop van de overstroming op zijn minst een grote schoonmaakactie nodig zijn om de asset weer in gebruik te kunnen nemen.

Naast dry/wet proofing van assets, is er voor een deel van dit gebied een alternatieve maatregel mogelijk. Deze wordt in het onderstaande kader beschreven.

Box 5-1. Beschrijving alternatieve maatregel midden deelgebied 4

	<p>Op het terrein van de elektriciteitscentrale (het terrein in het midden van deelgebied 4, zie uitsnede links) is het ook kansrijk om de glooiingen langs de Europahaven lokaal op te hogen in combinatie met de aanleg van lokale dijk (een zgn. floodwall) in het verlengde van de glooiing. Op dit terrein staat namelijk een relatief groot aantal gebouwen dat waterrobuust gemaakt zou moeten worden. Dit betekent dat de kosten van dry/wet proofing hier relatief hoog zijn, terwijl de preventieve maatregel relatief kleinschalig is. De uiteindelijke keuze hangt af van een (bedrijfsspecifieke) voorkeur voor beschermingsniveau en uitvoerbaarheid.</p>
---	---

Aan te leggen / te ontwikkelen terreinen: deel van gebied 1, deel van gebied 4 en gebied 2

Om meer grip te krijgen op het onderwerp waterveiligheid bij de ontwikkeling van de Maasvlakte, heeft HbR een ontwikkelkader voor de nog te ontwikkelen gebieden uitgewerkt en vastgesteld. Dit ontwikkelkader geeft voor verschillende typen landgebruik een advies over de optimale terreinhoogte, vooral gebaseerd op het optimum tussen kosten en verwachte schadereductie (baten).

Het ontwikkelkader anticipeert op het gegeven dat landophoging niet altijd mogelijk is, denk bijvoorbeeld aan ongewenste sprongen in terrein-/ kadehoogte en spooraansluitingen bij containerterminals. In dat geval is een waterrobuuste inrichting in combinatie met dry/wet proofing van kritieke en kwetsbare assets een kansrijker alternatief. Voor greenfield ontwikkeling van BRZO bedrijven wordt bewust gekozen voor een hoger maaiveld.

5.2.2 Maatregelen voor de Europoort

In de Europoort is in de meeste deelgebieden het overstromingsrisico voor lange termijn acceptabel vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief. In een tweetal deelgebieden zijn echter op korte termijn maatregelen wenselijk: gebied 1 (Kop van de Beer) en gebied 4 (bedrijventerrein achter de Europaweg). Bovendien is er een aantal vitale en kwetsbare assets waarvoor maatregelen gewenst zijn. Figuur 5-4 visualiseert de maatregelen en de timing ervan.



Figuur 5-4. Kansrijke maatregelen voor de Europoort

Voor de deelgebieden met een acceptabel overstromingsrisico wordt aanbevolen om waterveiligheid mee te nemen in investeringsafwegingen om assets en/of het terrein steeds waterrobuuster te maken bij nieuwe ontwikkelingen, vervangingsinvesteringen en groot onderhoud. Bovendien wordt aanbevolen om de kwetsbare elektriciteitsstations aan het Hartelkanaal de komende jaren waterrobuust te maken, bijvoorbeeld door dry proofing of hoger aanleggen.

Voor deelgebied 1 (Kop van de Beer) en deelgebied 4 (bedrijventerrein achter de Europaweg) zijn maatregelen eerder gewenst. Deze worden hieronder toegelicht.

Deelgebied 1: Kop van de Beer

De Kop van de Beer is vooral gevoelig voor golfoverslag. Een golfremmende maatregel¹⁶ lijkt de enige maatregel die effectief en uitvoerbaar is om het risico in dit deelgebied te beheersen. Niet alleen is dit effectief voor het nieuw te ontwikkelen terrein, maar ook voor de reeds bestaande aangrenzende terreinen. De huidige gebruikers van deze terreinen geven aan dat ze erg beperkt zijn in het nemen van maatregelen op hun eigen terrein. Anders dan het treffen van crisismaatregelen, zoals een procedure voor tijdig afschakelen is er geen ruimte op de site voor het treffen van preventieve maatregelen of maatregelen op het gebied van ruimtelijke adaptatie zoals ophogen van kades, ophogen van het terrein of waterrobuuste inrichting. De maatregel is reeds gerealiseerd en draagt bij aan de ontwikkeling van dit deelgebied, zie Figuur 5-5.



Figuur 5-5. Gerealiseerde golfremmende maatregel op de Kop van de Beer

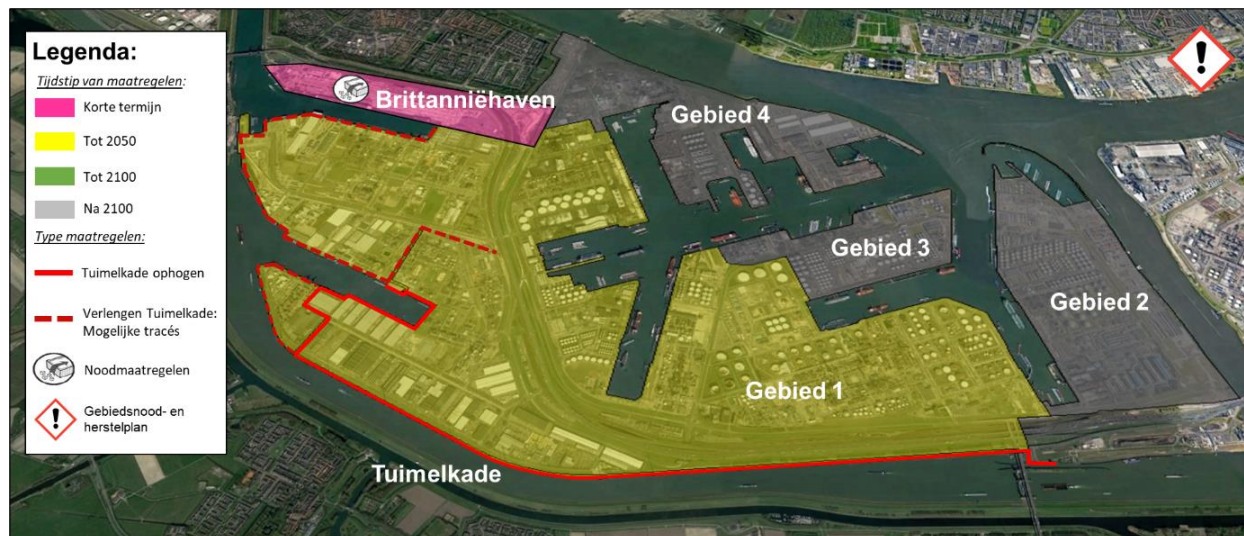
Deelgebied 4: bedrijventerrein achter de Europaweg

Op het bedrijventerrein achter de Europaweg ligt de Tuimelkade Europoort. Deze kade is vanuit beheerdersoogpunt aan groot onderhoud / vervanging toe. Het ophogen van deze Tuimelkade is dan ook een kansrijke maatregel om het overstromingsrisico in dit gebied te beheersen. Dit is een project dat momenteel in voorbereiding is van HbR.

5.2.3 Maatregelen voor de Botlek

In de Botlek zijn maatregelen wenselijk voor de Britanniëhaven en gebied 1. In de overige deelgebieden is het overstromingsrisico voor lange tijd acceptabel vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief. Figuur 5-6 visualiseert de maatregelen en de timing ervan.

¹⁶ De golfremmende maatregel bestaat uit een combinatie van maatregelen: ophoging van de glooiing, algehele terreinophoging van het braakliggend terrein en plaatselijke ophoging en dry proof maken van nieuwe gebouwen en installaties.



Figuur 5-6. Kansrijke maatregelen voor de Botlek

Deelgebied 1

Het ophogen en verlengen van de Tuimelkade Botlek is een kansrijke maatregel om dit gebied tegen overstromingen te beschermen. Een meer gedetailleerde studie naar ontwerparianten en mogelijke tracés voor verlenging van de Tuimelkade is reeds uitgevoerd (ruimtelijke inpassing, optimale hoogte/versterking in relatie tot kosten, etc.) (Royal HaskoningDHV, 2018). Figuur 5-6` geeft deze mogelijkheden weer. Een logische vervolgstap zou zijn om de inpasbaarheid te onderzoeken om te komen tot een tracékeuze.

Brittanniëhaven

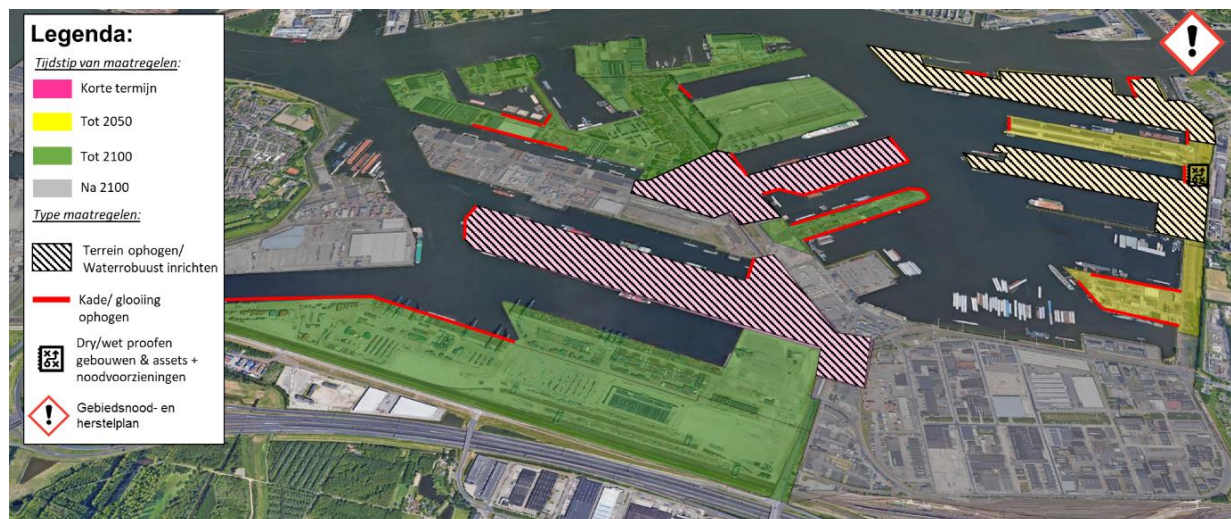
Met het ophogen en verlengen van de Tuimelkade Botlek wordt het overstromingsrisico in de Brittanniëhaven nog niet beheerst. Hier zijn op korte termijn maatregelen gewenst om het overstromingsrisico aan de noordzijde van de haven te beheersen. Noodmaatregelen zijn hier kansrijk, omdat de aanwezige goederen (auto's) mobiel zijn en dus makkelijk verplaatsbaar indien er een alternatieve locatie is om ze te parkeren. Om te bepalen of en tot wanneer deze noodmaatregelen en voorzieningen adequaat zijn om het risico te beheersen is het aanbevolen om een onderzoek uit te voeren. Vanaf het moment dat de noodmaatregelen niet meer adequaat zijn, lijken een flexibele kering langs de noordzijde en een uitbreiding van de tuimelkade langs de zuidzijde van de Brittanniëhaven kansrijk.

5.2.4 Maatregelen voor de Vondelingenplaat

In de Vondelingenplaat zijn pas op lange termijn maatregelen gewenst (bij een zeespiegelstijging van +85cm, dit is in het W+ scenario het geval in 2100). De Maeslantkering draagt bij aan de bescherming van de Vondelingenplaat. In afwachting van een besluit over de vervanging van de kering (tussen 2070-2100) wordt aanbevolen dat bedrijven lokaal onderzoeken tot wanneer het overstromingsrisico voor hen acceptabel is en waterveiligheid mee te nemen in investeringsbeslissingen. Dit zouden dan geen-spijtmateregelen moeten zijn die voor vervanging van de Maeslantkering al (voldoende) schade reduceren om kosteneffectief te zijn, of ook met een verlaging van de faalkans van de Maeslantkering effectief zijn.

5.2.5 Maatregelen voor de Waal-Eemhaven

De Waal-Eemhaven kenmerkt zich door pieren die elk een eigen overstromingsrisico kennen. Ruimtelijke adaptatie in combinatie met lokaal kades en glooiingen ophogen zijn kansrijk voor de pieren waar op korte of middellange termijn maatregelen gewenst zijn (zie Figuur 5-7).



Figuur 5-7. Kansrijke maatregelen voor de Waal-Eemhaven

In de Waal-Eemhaven is het overstromingsrisico voor meerdere pieren voor lange tijd acceptabel. Op een aantal pieren komt het moment dat maatregelen wenselijk zijn eerder in beeld. Voor alle pieren is het echter kansrijk om lokaal glooiingen op te hogen op het moment dat deze aan vervanging toe is. Hetzelfde geldt voor het waterrobuust maken van kwetsbare en vitale assets tijdens onderhouds- en investeringsmomenten, denk hierbij aan de stroomvoorziening in kraanbanen en inkoop- en trafostations. Voor de pieren met een overstromingsrisico dat eerder om maatregelen vraagt, is in een verdiepingsslag (HbR, 2020) gekeken naar aanvullende maatregelen.

Pieren waar eerder maatregelen gewenst zijn

Voor de pieren 1, 2, 4, 7, Den Hamweg en Sluisjesdijk is het overstromingsrisico minder lang acceptabel. Voor al deze pieren is het kansrijk om de laagst gelegen glooiingen op te hogen en/of de laag gelegen delen van het terrein op te hogen. Bijvoorbeeld het terrein langs kades en glooiingen ophogen met een aflopend maaiveld naar de hoogte van de kademuur, waardoor het water op de kade automatisch terugstroomt naar de rivier en de kademuren niet verhoogd hoeven te worden. Hiernaast kunnen de bedrijven ervoor kiezen om de geen-spijtmateregelen te implementeren voor het reduceren van het overstromingsrisico op de korte termijn.

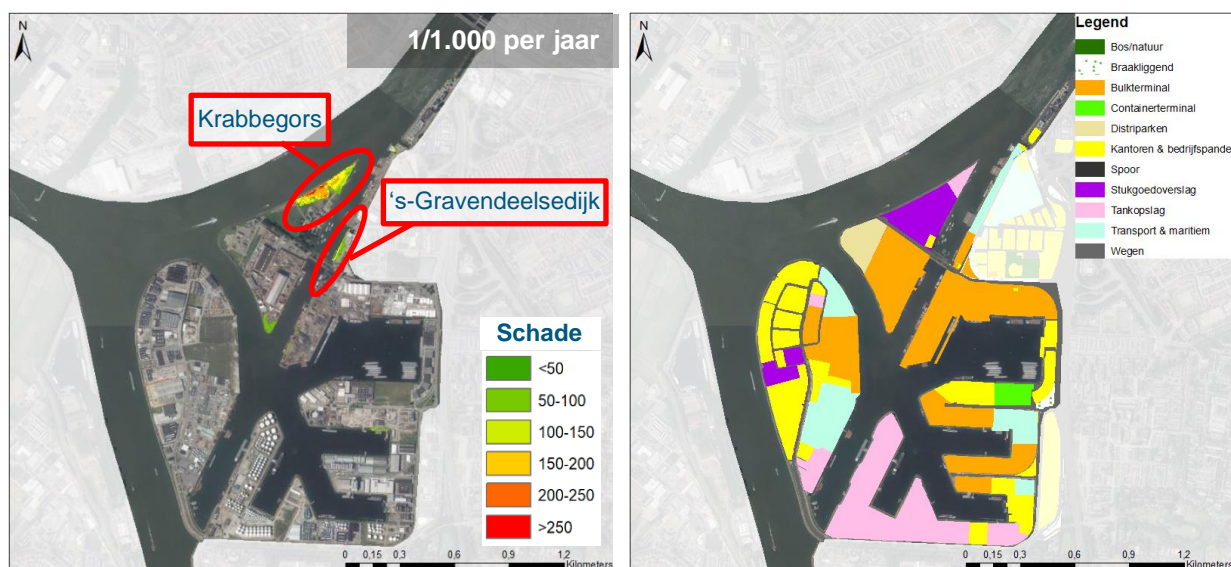
Op lange termijn komen alle glooiingen in beeld voor ophoging, als gevolg van zeespiegelstijging en zetting in het gebied. Door mee te koppelen met onderhoudsmomenten en mogelijke transformatie van (delen van) het gebied, kunnen kosten en overlast beperkt worden. De bedrijven kunnen hiernaast een hoger veiligheidsniveau krijgen door vitale en kwetsbare assets waterrobuust te maken, bijvoorbeeld met dry proofing. Bijlage A7 geeft een korte toelichting en visualiseert de voorgestelde maatregelen voor deze pieren.

5.2.6 Maatregelen voor Merwe-Vierhavens

In de Merwe-Vierhaven staat een transformatie van havengebied naar woon-werkfunctie op de agenda. Waterveiligheid zou meegenomen moeten worden bij de ruimtelijke ontwikkeling van het gebied. De gemeente Rotterdam pakt dit op in het ruimtelijk kader voor het gebied dat naar woongebied getransformeerd wordt. Het sappencluster blijft mogelijk nog wel havengebied. Aangezien het moment dat maatregelen gewenst zouden zijn om het overstromingsrisico te beheersen (2050 in het W+ scenario) na de transformatie van het gebied ligt (2035), is het opportuun om een keuze over de te nemen maatregelen uit te stellen tot er meer duidelijkheid is over de uiteindelijke inrichting van het gebied.

5.2.7 Maatregelen voor het haventerrein in Dordrecht

Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat er geen maatregelen nodig zijn tot een zeespiegelstijging van +85cm (in 2100 bij het W+ scenario). Dit resultaat is een gemiddelde voor het hele havengebied van Dordrecht. In een aantal deelgebieden is echter substantieel meer economische schade. Mogelijk zijn maatregelen hier toch wenselijk. Figuur 5-8 geeft de locatie en schadebeeld van de deelgebieden aan waarvoor dit het geval is.



Figuur 5-8. Deelgebieden met een mogelijk niet acceptabel overstromingsrisico (aangegeven met rode cirkels).

Op basis van expert judgement zijn maatregelen verkend die kansrijk lijken om het overstromingsrisico in de deelgebieden met significant meer schade te reduceren:

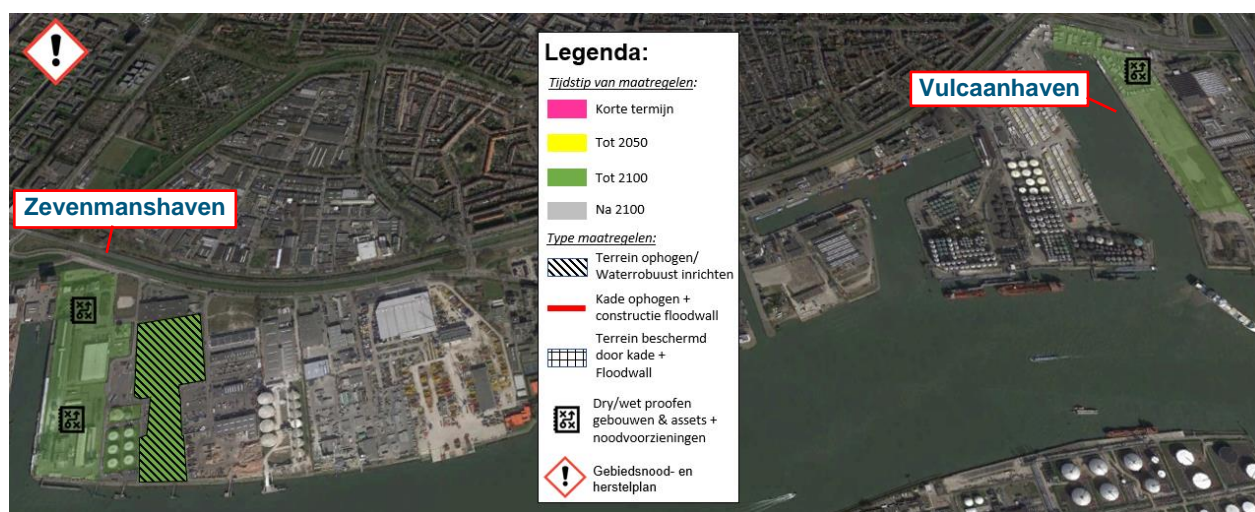
- Krabbegors: Ophoging en/of waterrobuuste inrichting bij ontwikkeling van het terrein.
- Kade langs 's-Gravendeelsedijk: Nadere analyse van de kans op overstromen. De scheiding tussen land en water lijkt namelijk niet goed in het AHN3 hoogtemodel opgenomen. Hierdoor overstroomt dit terrein hevig, terwijl het mogelijk met een stalen scheiding is beschermd. Indien deze bescherming niet aanwezig is, kunnen deze terreinen eenvoudig worden beschermd door het plaatsen van schotten voor het beschermen van de producten of het dry/wet proofing van gebouwen en assets.

5.2.8 Maatregelen voor de haventerreinen in de overige gebieden

Voor de meeste haventerreinen in de overige gebieden blijft het overstromingsrisico voor lange tijd acceptabel, met uitzondering van het haventerrein in Vlaardingen en de haventerreinen in het stedelijk gebied. Op basis van expert judgement zijn mogelijke maatregelen geïdentificeerd voor deze terreinen.

Haventerrein in Vlaardingen

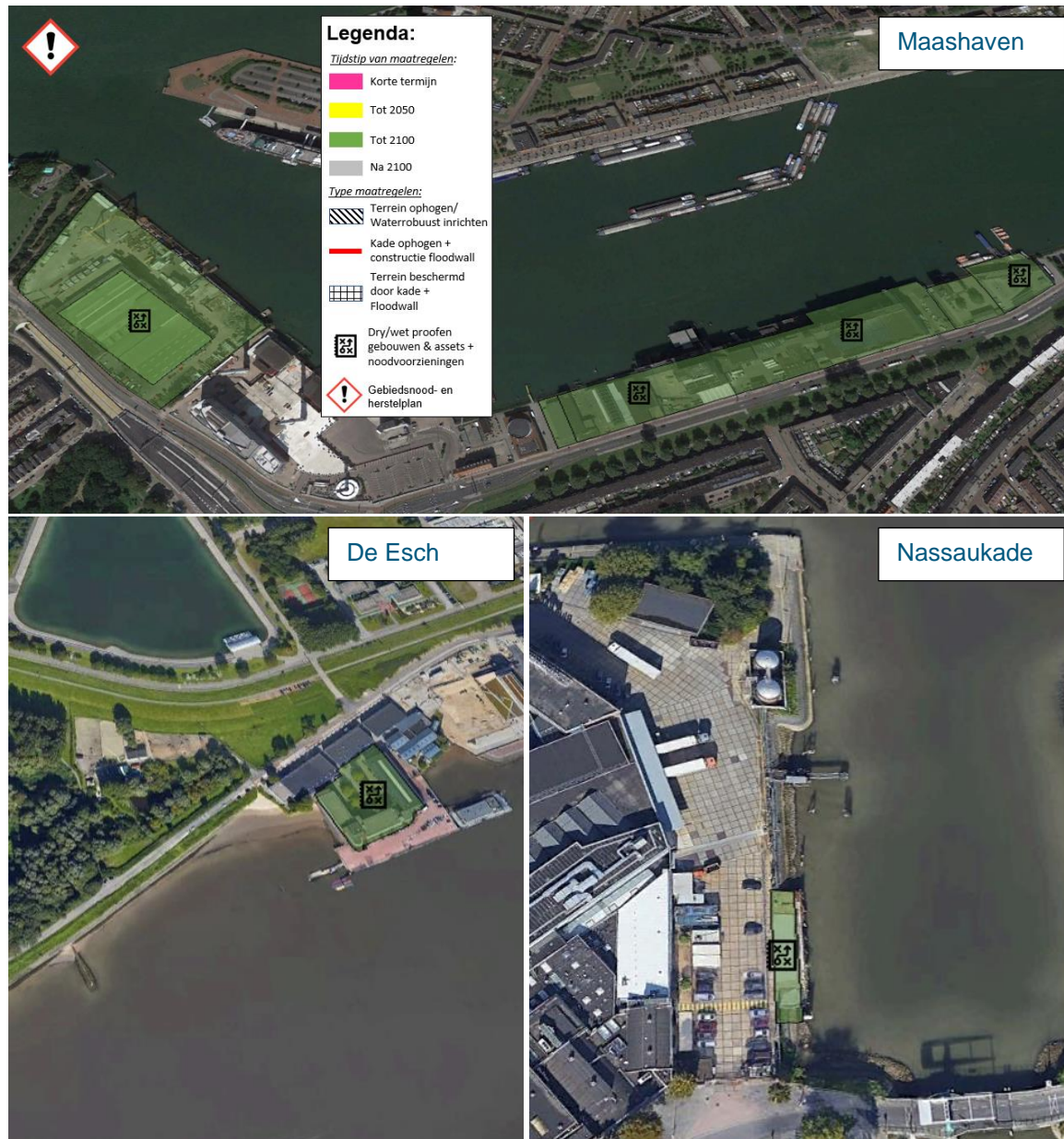
De Zevenmanshaven heeft de meeste economische schade als gevolg van een overstroming. Hier lijkt een waterrobuuste terreinindeling en ophoging bij (her)ontwikkeling van het braakliggende terrein kansrijk in combinatie met dry en wet proofing van vitale en kwetsbare assets zoals kranen. In de Vulcaanhaven komen maatregelen later in beeld. Ook hier lijkt dry en wet proofing van vitale en kwetsbare assets op het terrein met stukgoedoverslag het meest kansrijk. Figuur 5-9 visualiseert deze maatregelen.



Figuur 5-9. Combinatie van kansrijke maatregelen om het overstromingsrisico in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen

Haventerreinen in het stedelijke gebied

Voor de drie haventerreinen in het stedelijk gebied lijkt dry/wet proofing van de meest gevoelige en kritische assets kansrijk. Voor de Esch lijken alleen maatregelen gewenst voor het terrein met transportmiddelenindustrie en maritieme dienstverlening in het oosten. Voor de Nassaukade gaat het om een terrein met kantoren en parkeerterrein. Zowel op het terrein in de Esch als het terrein op de Nassaukade staan gebouwen en is er een parkeerterrein. Indien het water de gebouwen binnen kan stromen is dry/wet proofing van het gebouw een kansrijke maatregel. Voor de voertuigen op het parkeerterrein is het kansrijk om deze vlak voorafgaand aan een overstroming naar hoger gelegen gebied te rijden. Figuur 5-10 visualiseert deze maatregelen.



Figuur 5-10. Kansrijke maatregelen voor de haventerreinen in het stedelijk gebied

5.3 Het vervolg: kanttekeningen en kennisvragen

Natuurlijk zijn er ook kanttekeningen te plaatsen bij de adaptatiestrategie. Bovendien zijn er vragen boven komen drijven in de dialogen met de belanghebbenden en uit de inhoudelijke resultaten, waar bedrijven en beheerders in het gebied nog meer kennis over op zouden willen halen. Meer inzicht in de kanttekeningen en antwoorden op de kennisvragen kunnen bijvoorbeeld verworven worden door onderzoek, ervaringen met overstromingen van (haven)gebieden elders en uit andere onderzoeken over overstromingen uit binnen- en buitenland. Ook is het raadzaam om ervaringen met waterrobuust maken van vitale en kwetsbare infrastructuur onderling te delen, zodat bedrijven meer inzicht krijgen in de mogelijkheden en effectiviteit ervan. Overigens wordt verwacht dat aanvullende kennis vooral invloed kan hebben op de timing van maatregelen en niet zozeer op de maatregelenkeuze.

De kanttekeningen en kennisvragen die het meeste invloed kunnen hebben op het vervolg komen hieronder aan bod.

Kanttekeningen

Aannames en onzekerheden in dit project kunnen invloed hebben op het overstromingsrisicobeeld en de afweging ervan. In het afwegingskader zijn grensniveaus vastgesteld voor economische schade op basis van publieke kaders. Deze grensniveaus zijn geen harde getallen. Ze 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 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 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, zeker ook bij de onderlinge afstemming tussen verschillende partijen die de maatregelen realiseren. Ook de snelheid van klimaatverandering, de economische ontwikkeling van het gebied, de haven en de economie van Nederland zijn onzeker. Het is daarom vooral zaak weldoordachte (geen-spijt) maatregelen te nemen en zoveel als mogelijk een flexibele strategie te volgen die rekening houdt met de onzekerheden op de korte en lange termijn.

Kennisvragen

Vraag 1: Wat is de impact is van gewijzigde inzichten ten aanzien van zeespiegelstijging?

De adaptatiestrategie is geformuleerd op basis van de huidige inzichten, waarbij een bandbreedte gehanteerd is voor de verwachte zeespiegelstijging (variërend van +35cm tot +85cm in 2100). Nieuwe inzichten over de zeespiegelstijging kunnen er toe leiden dat mogelijk eerder maatregelen gewenst zijn, dan nu naar voren komt met het afwegingskader. Dit past bij de term adaptatiestrategie, een strategie die zich aanpast aan nieuwe inzichten, bijvoorbeeld door maatregelen te vervroegen.

De nieuwe inzichten worden beschikbaar in de nieuwe klimaatscenario's. Deze zijn gepland voor 2023 door het KNMI. Het klimaatsignaal'21 (KNMI, 2021) geeft al een eerste beeld van de verwachtingen over de zeespiegelstijging. De hierin verwachte zeespiegelstijging varieert tussen +30cm en +121cm in 2100 en valt daarmee voor een groot deel binnen de gehanteerde bandbreedte.

Vraag 2: Waar heeft bodemdaling significant effect op het overstromingsrisico?

In de regio Rijnmond-Drechtsteden is sprake van bodemdaling. Ook delen van het HIC hebben hier mee te maken. Bodemdaling heeft vooral effect op glooiingen en terreinhoogte. Verwacht wordt dat het geen effect heeft op de hoogte van de kademuren, ervan uitgaande dat deze zijn onderheid (in het zand zijn gefundeerd). Als gevolg van een lagere terreinhoogte en glooiingen neemt het overstromingsrisico toe. Bodemdaling is niet meegenomen in de overstromingsrisicoanalyse. Meer onderzoek naar bodemdaling kan de vraag beantwoorden op welke plekken dit leidt tot een verandering in het moment dat maatregelen

gewenst zijn. Daarnaast wordt aanbevolen om bodemdaling mee te nemen in het ontwerp bij het ontwikkelen van maatregelen.

Vraag 3: Wat is de risicoperceptie van een individueel bedrijf/ beheerder?

De overstromingsrisico's en afweging ervan zijn een gemiddelde van een (deel)gebied. Per terrein kan dit verschillen, bijvoorbeeld vanwege een lagere of hogere ligging, meer of minder economische waarde en/of de risicoperceptie van het daar gelegen bedrijf. Voor de bedrijven, nutsbeheerders, overheden, etc. in het gebied is het daarom aan te bevelen om de overstromingsrisico's ook individueel te onderzoeken en af te wegen om zo een indruk te krijgen van het moment waarop maatregelen voor hen gewenst zijn. De uitkomsten van deze afweging kunnen gebruikt worden voor het meenemen van waterveiligheid in groot onderhoud en investeringsbeslissingen.

Vraag 4: Wat is de sterkte van containmentdijken aan de buitenkant?

De betrokken belanghebbenden geven aan te verwachten dat containmentdijken het water buiten de deur zullen houden, maar kunnen dit niet met zekerheid zeggen. Onderzoek naar de sterkte van een containmentdijk haalt deze onzekerheid weg.

Vraag 5: Wat is het effect van een overstroming in het HIC op crisisbeheersing (indien de A15 overstroomt)?

Een overstroming in het HIC kan ook tot beperkingen leiden in het gebruik van de A15 en daarmee de toegang tot het gebied belemmeren – zowel voor evacuatie als voor herstelwerkzaamheden en continuering van de operatie. Organisaties verantwoordelijk voor crisisbeheersing en herstel kunnen samen met Rijkswaterstaat verkennen wat de kans op schade is als gevolg van een overstroming (o.a. de opbouw van de weg en kunstwerken, locatie en afschakelprocedures van elektra en alternatieven voor de A15), wanneer de A15 afgesloten wordt, of de afsluitingsprocedure past bij de effecten ervan en hoe een evacuatie uit het HIC eruit ziet en wat de rol van de A15 hierin is.

Literatuurlijst

Beer, A. en Bos, M. (2019). *Consistentie methodiek waterkaarten*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam.

Bos, M., Bart, L. en Boersen, S. (2018). *Kosten-baten analyse Tuimelkade van de Botlek*. Royal HaskoningDHV in opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam.

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

Buckers, M.D. (2020). *Detailering waterveiligheid Pier Sluisjesdijk, Pier 1 en Pier 2. Rapportage detailering adaptatiestrategie*. Witteveen en Bos in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam.

Buckers, M.D. (2020). *Detailering waterveiligheid Pier 7 en Pier Den Hamweg. Rapportage detailering adaptatiestrategie*. Witteveen en Bos in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam.

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

Deltaprogramma | Rijnmond-Drechtsteden (2020). *Voorkeursstrategie Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden*. Programmteam 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-klimaatsscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. De Bilt, Nederland: KNMI

KNMI (2021). *KNMI Klimaatsignaal '21. Hoe het klimaat in Nederland verandert*. KNMI, De Bilt

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

Mooyaart, L. & Schoemaker, M. (2017) *KBA terreinhoogte buitendijks*. Royal HaskoningDHV in opdracht van gemeente Rotterdam

Nicolai, R. Van Vuren, S., Pleijter, G., Huizinga, J., Koks, E. en De Moel, H. (2016a). *Pilot Waterveiligheid Botlek. Toelichting op de waterdieptekaarten*. 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

Programmabureau Rotterdam Makers District. (2019). *Ruimtelijk raamwerk Merwe-Vierhavens Rotterdam. Toekomst in de maak*. Nederland: DELVA Landschape Architects / Urbanism, Site Urban Development, Skonk, Goudappel Coffeng

Quirijns, S. en De Nooijer, J. (2019). *Waterveiligheid Pier 4. Gedetailleerde gebiedsstrategie voor Pier 4 in de Waal-Eemhaven*. Intern Havenbedrijf Rotterdam document

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

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. en Wiertz, A. (1998). *Schadecurves industrie ten gevolge van overstroming*. Nederland: Tebodin, opdrachtgever Rijkswaterstaat DWW

Van de Visch, J., Bos, M. en Schaap, A. (2018). *Waterveiligheid Waal-Eemhaven. Een adaptatiestrategie voor een veilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam

Van de Visch, J. & Bos, M. en Stuij, S. (2019). *Waterveiligheid Merwe-Vierhavens. Een adaptatiestrategie voor een veilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en gemeente Rotterdam

Van de Visch, J., Bos, M. en Schaap, A. (2020). *Waterveiligheid Europoort. Een adaptatiestrategie voor een veilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en gemeente Rotterdam

Van de Visch, J., Bos, M. en Westerhof, S. (2021). *Waterveiligheid Maasvlakte. Een adaptatiestrategie voor een veilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en gemeente Rotterdam

Van de Visch, J., Bos, M. en Van Hattum, K. (2021). *Een veilig buitendijks havengebied van Dordrecht – nu en in de toekomst. Overstromingsrisico's en kansrijke maatregelen*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en gemeente Rotterdam

Van de Visch, J., Bos, M. en Van Hattum, K. (2021). *Overstromingsrisico's overige gebieden. Een waterveilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam en gemeente Rotterdam

Van Hattum, K. (2021). *Erratum - Pilot Waterveiligheid Botlek Waterveiligheid: een veilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam

Van Ledden, M. en Van de Visch, J. (2017). *Botlek waterveiligheid. Pilot Waterveiligheid Botlek Waterveiligheid: een veilige haven – nu en in de toekomst*. Royal HaskoningDHV in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam, Rijkswaterstaat WNZ en gemeente Rotterdam

Hoogtedata (LiDAR) 2017, AHN-3.

Bijlagen

A1 Modelling overstromingsrisico's HIC

Gebied	Overstromings-berekeningen	Model	Directe economische schade	Model	Indirecte economische schade	Model	Bijzonderheden
Botlek & Vondelingen-plaat	Deltares & HKV (2015) RHDHV (kleine revisie 2019 ¹⁷)	SOBEK tijdsafhanke-lijk (Deltares), WAQUA tijdsafhanke-lijk (RHDHV), GFRT ¹⁸ / scripts (HKV)	HKV (2015) RHDHV (revisie 2021)	HIS-SSM (eigen tool)	VU Amsterdam (2015)	ARIO in- & output model	SOBEK-modellering in opdracht van RWS WAQUA-modellering voor analyse impact van Tuimelkade op waterstandseffect .
Waal-Eemhaven	RHDHV (2017) RHDHV (kleine revisie 2019 ¹)	GFRT ²	RHDHV (2017)	GFRT ²	Geen analyse: factor o.b.v. indirecte schade-analyse andere gebieden ¹⁹	-	Factor indirecte schade: 1x directe schade, geen onderscheid in type industrie Revisie: 10cm opslagfactor van de waterstanden afgehaald voor alle herhalingstijden
Merwe-Vierhavens	RHDHV (2018) RHDHV (kleine revisie 2019 ¹)	GFRT ²	RHDHV (2018)	GFRT ²	Geen analyse: factor o.b.v. indirecte schade-analyse andere gebieden ³	-	Factor indirecte schade: 1x directe schade, geen onderscheid in type industrie Revisie: 10cm opslagfactor van de waterstanden afgehaald voor alle herhalingstijden
Europoort	Deltares & HKV (2018) RHDHV (revisie 2019 ¹)	GFRT ²	RHDHV (2019)	GFRT ²	VU Amsterdam (2019)	ARIO in- & output model	HKV heeft voor 50 uitvoerpunten in het havengebied Hydra-NL database gemaakt
Maasvlakte	Deltares & HKV (2018) RHDHV (revisie in 2019 ¹)	GFRT ²	RHDHV (2020)	GFRT ²	VU Amsterdam (2020)	ARIO in- & output model	HKV heeft voor 50 uitvoerpunten in het havengebied Hydra-NL database gemaakt

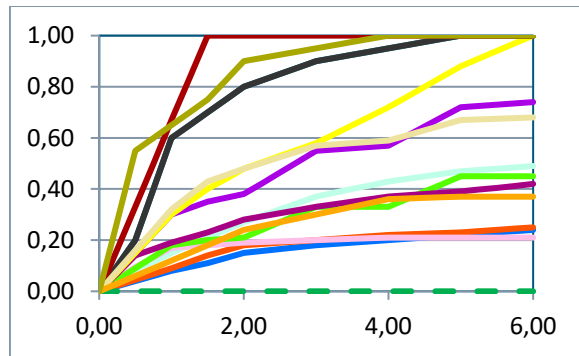
¹⁷ In 2019 zijn alle waterstandskarten nog eenmaal grondig doorgelopen en waar nodig aangevuld en gereviseerd. HKV heeft in onderaanneming voor de gehele haven waterkansenkaarten opgesteld voor overstromingen van 10, 50 en 100 cm in de huidige situatie, 2050 en 2100

¹⁸ GFRT staat voor Global Flood Risk Tool: een online GIS-tool ontwikkeld door Royal HaskoningDHV, dat inundaties/overstromingen, schades en risico's modelleert en visualiseert met geïntegreerde scripts.

¹⁹ Voor Waal-Eemhaven, Merwe-Vierhavens, Dordrecht en overige gebieden met terreinen die onder het beheer van HbR vallen, is ervoor gekozen om de indirecte schade te berekenen op basis van een factor bovenop de directe schade. Hier is bewust voor gekozen vanwege de relatief beperkte omvang van de economische schade in vergelijking met de gebieden waarvoor wel een modelberekening is toegepast. De factor is bepaald op basis van indirecte schades in de andere geanalyseerde havengebieden.

Gebied	Overstromings- berekeningen	Model	Directe economische schade	Model	Indirecte economische schade	Model	Bijzonderheden
Dordrecht	RHDHV (2019)	GFRT ²	RHDHV (2021)	GFRT ²	Geen analyse: factor o.b.v. indirecte schade-analyse andere gebieden ³	-	Factor indirecte schade: 0-3 x directe schade, afhankelijk van type industrie
Overige gebieden in beheer van HbR	RHDHV (2019)	GFRT ²	RHDHV (2021)	GFRT ²	Geen analyse: factor o.b.v. indirecte schade-analyse andere gebieden ³	-	Factor indirecte schade: 0-3 x directe schade, afhankelijk van type industrie

A2 Landgebruikwaardes en schadefuncties



Gebruiksfunctie	Waarde (/m ²)
Stukgoedoverslag	€ 886
Transportmiddelenindustrie & maritieme dienstverlening	€ 633
Beheerder nutsvoorziening	€ 1,583
Olieraffinaderij	€ 1,519
Tankopslag	€ 823
Containerterminal	€ 696
Chemische en biobased industrie	€ 506
Kantoren en bedrijfspanden	€ 633
Spoor	€ 333
Wegen	€ 40
Braakliggend	€ -
Kolen en Ertsterminal	€ 433
Distriparken	€ 886
Bulkterminal	€ 443
Bos/natuur	€ 11
dagrecreatief terrein	€ 13

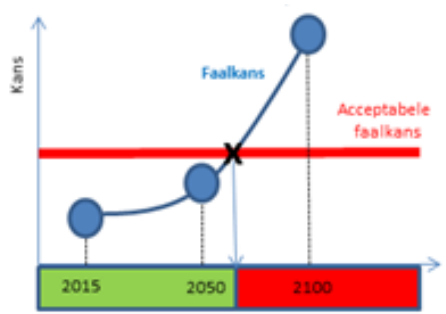
Toegepaste economische landgebruikwaardes, schadefuncties, en landgebruikskaat.

De factor voor indirecte schade is berekend op basis van een factor voor elke landgebruiksklasse (zie onderstaande tabel).

Indirecte schadefactor per landgebruikscategorie (Dordrecht en overige gebieden in beheer van HbR)

factor	Categorie
0	Braakliggend, bos & natuur, dagrecreatief terrein
1.5	Kantoren & bedrijfspanden, distripark
2	Beheerder nutsvoorziening, bulkterminal, containerterminal, stukgoedoverslag, transportmiddelenindustrie en maritieme dienstverlening, spoor, wegen
3	Tankopslag, chemie

A3 Beschrijving van het afwegingskader

De drie stappen in de systematiek onder het afwegingskader									
<p>1. <i>Definieer de grenstoestand voor een specifiek object</i> De eerste stap analyseert wanneer, dat wil zeggen bij welke waterdiepte, een object niet meer bruikbaar is en/of schade oploopt. Uit eerdere gesprekken met belanghebbenden komt bijvoorbeeld naar voren dat bij 10-20 cm waterdiepte er schade ontstaat aan assets en producten onder, op en/of vlak boven het maaiveld. Denk hierbij aan leidingtracés, vorkheftrucks en laaggelegen pompen en elektra. Ook overstromen het riool en buffers bij deze waterdiepte en wordt verwacht dat het vervoer over de weg en rail uitvalt.</p>									
<p>2. <i>Bepaal (a) de faalkans en (b) de acceptabele faalkans</i> Stap 2a bepaalt bij de waterdiepten voor de grenstoestand wat de faalkans is voor verschillende jaren (op dit moment, 2050 en 2100): Wat is de kans dat deze grenstoestand voorkomt in de huidige situatie en hoe verandert deze kans als functie van de tijd als gevolg van klimaatverandering? Dit grensniveau is gebaseerd op de totale economische schade die geaccepteerd is bij een bepaalde kans van voorkomen.</p>	<p><i>Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Totaal economische schade</th> <th>Acceptabele kans</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40 Euro /ha</td> <td>1/100</td> </tr> <tr> <td>400 Euro /ha</td> <td>1/1.000</td> </tr> <tr> <td>4.000 Euro /ha</td> <td>1/10.000</td> </tr> </tbody> </table>	Totaal economische schade	Acceptabele kans	40 Euro /ha	1/100	400 Euro /ha	1/1.000	4.000 Euro /ha	1/10.000
Totaal economische schade	Acceptabele kans								
40 Euro /ha	1/100								
400 Euro /ha	1/1.000								
4.000 Euro /ha	1/10.000								
<p>3. <i>Beoordeel of het object voor deze grenstoestand wel/niet voldoet gedurende de levensduur</i> De laatste stap vergelijkt de kans dat het object overstroomt met een bepaalde waterstand (stap 2a) met de acceptabele kans van optreden (stap 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.</p>	 <p><i>Schematische weergave van de risicoafweging</i></p>								
<p><i>Kanttekeningen bij het afwegingskader</i> 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 en/of afweging.</p> <p>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.</p>									

A4 Overzicht van mogelijke maatregelen

Overzicht met mogelijke maatregelen

1. Preventie	2. Ruimtelijke adaptatie	3. Crisisbeheersing
a. Ophoging van kades en/of glooiingen	a. Waterrobuuste inrichting van terreinen/ waterrobuuste functie	a. Individuele en/of gebiedsnoed- en herstelplannen
b. Compartimentering / drempels	b. Ophoging van deelgebieden / terreinen / kritische voorzieningen	b. Noodvoorzieningen
c. Weg ophogen t.b.v. kerende functie	c. Spuien	c. Nooddijken / -keringen
d. Afsluitbaar open kering	d. Wet proofing van sites/ gebouwen / kwetsbare voorzieningen	d. Crisisbeheerplan
e. Dijk/ (flexibele) kering om gebied / terrein	e. Dry proofing van sites/ gebouwen / kwetsbare voorzieningen	 
 <p>Foto: ANP</p>		

A4.1 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).

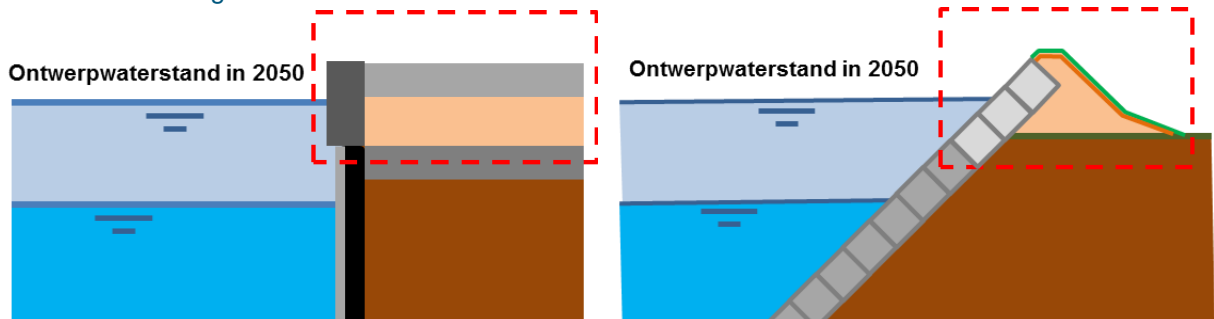
De volgende maatregelen uit laag 1, preventie, zijn mogelijke maatregelen voor het beheersen van overstromingsrisico's in de Overige gebieden:

- Ophogen kades en glooiingen
- Compartimentering / drempels
- Weg ophogen t.b.v. kerende functie
- Afsluitbaar open kering
- Dijk / (flexibele) kering

a. Kades en glooiingen ophogen

Bij het ophogen (en versterken) van kades en glooiingen wordt ervoor gezorgd dat deelgebieden pas kunnen overstromen als een ontwerpwaterstand wordt overschreden. De kades inclusief achterliggend laad- en lossterrein worden dan op juiste hoogte gebracht. Onder glooiing verstaan we de scheiding tussen land en water onder een helling beschermd door een steenbekleding. Schepen kunnen hier niet direct aan 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 en een graslaag er

bovenop. Beide ophogingen zijn geïllustreerd in de onderstaande figuur. De ontwerpwaterstand hangt af van het beschermingsniveau.



(Links) ophoging en versterken van kades inclusief los- en laadterrein, (rechts) ophoging glooiing exclusief achterliggend terrein. Voor ophoging zie rood gestippeld kader.

b. Compartimentering / drempels

Om ervoor 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.

c. Weg opheugen ten behoeve van kerende functie

Om een weg als kering te laten fungeren, moeten de lage delen van de weg opgehoogd worden. Tevens moeten eventuele onderdoorgangen (al dan niet tijdelijk) dichtgemaakt worden, bijvoorbeeld door het plaatsen van deuren boven of naast de weg.

d. Afsluitbaar-openkering

Een nieuwe stormvloedkering kan de maatgevende waterstand voor de Overige gebieden fors reduceren. Het concept afsluitbaar open houdt in dat de havengebieden tijdens normale omstandigheden bereikbaar zijn voor scheepvaart en tijdens extreme condities worden 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.

Afhankelijk van de gekozen locatie, heeft de afsluitbaar-openkering niet alleen effect op het overstromingsrisico in (delen van) de Overige gebieden, maar profiteren ook (delen van) andere havengebieden van deze maatregel.

e. Dijk / flexibele kering

Een maatregel om de overstromingsrisico's te beheersen is het plaatsen van een dijk of (flexibele) langs het water. Met een flexibele kering wordt hier bedoeld dat de kering op een vooraf bepaalde plek gebouwd wordt en deels aanwezig is. Ook kan een floodwall aangelegd worden. Dit is een verticale artificiële barrière (muur) om het water tegen te houden. Deelgebieden kunnen pas overstromen als een ontwerpwaterstand wordt overschreden.

A4.2 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, kunnen ook specifieke deelgebieden (bijv. met de grootste risico's en/of meest kritieke assets) aangepakt worden.

Mogelijke ruimtelijke maatregelen die verkend zijn om het overstromingsrisico in de Overige gebieden te beheersen zijn:

- a. Waterrobuuste inrichting van terreinen;
- b. Ophogen van deelgebieden / terreinen / kritische voorzieningen;
- c. Spuien;
- d. Wet proofing van sites / gebouwen / kwetsbare voorzieningen;
- e. Dry proofing van sites / gebouwen / kwetsbare voorzieningen.

a. Waterrobuuste inrichting van terreinen

In geval van overstromingsrisicobeheersing gaat het bij waterrobuuste inrichting om het fysiek (ver)plaatsen van activiteiten en voorzieningen naar gebieden met een lagere overstromingskans om schade te voorkomen. Denk hierbij aan het verplaatsen van kapitaalintensieve en/of kritieke deelactiviteiten en vitale voorzieningen zoals elektra, telecom en ICT. Op- en overslagbedrijven zouden hun site zo kunnen indelen dat producten met de hoogste waarde op de hoogste delen van de site staan en/of ervoor kunnen zorgen dat er zo min mogelijk producten op de laagste delen van de site staan door producten als laatste op de lage delen op te slaan.

Verplaatsing van activiteiten en voorzieningen is alleen haalbaar indien er hoger gelegen gebieden beschikbaar zijn binnen een haventerrein of deelgebied. Verplaatsen van vitale voorzieningen is in een aantal gevallen maar beperkt mogelijk, omdat deze voorzieningen ter plaatse noodzakelijk zijn.

b. Ophogen van deelgebieden en 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. Zo ligt de Overige gebieden op een hoogte van gemiddeld 5,0 meter boven NAP.

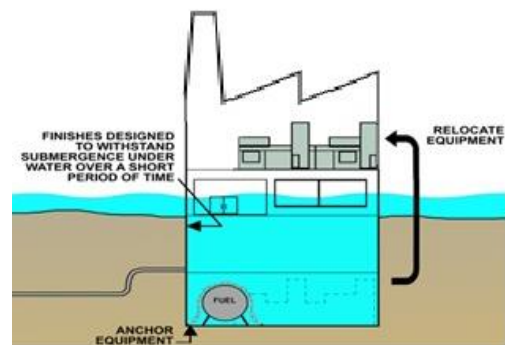
Voor bestaande terreinen met complexe en kapitaalintensieve installaties, is ophogen van het terrein meestal niet realistisch vanwege de kapitaalvernietiging en/of kosten voor het opnieuw aanleggen van dergelijke installaties. Ophogen is wel kosteneffectief voor grote open haventerreinen en/of voor specifieke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

c. Spuien

Spuien is het lozen van water door een spuisluis. Spuien is mogelijk op die plekken waar het water op buitenwater kan worden geloosd. Zo spuien bijvoorbeeld de Haringvlietsluizen bij te hoge waterstanden het overtollig rivierwater in zee.

d. 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.

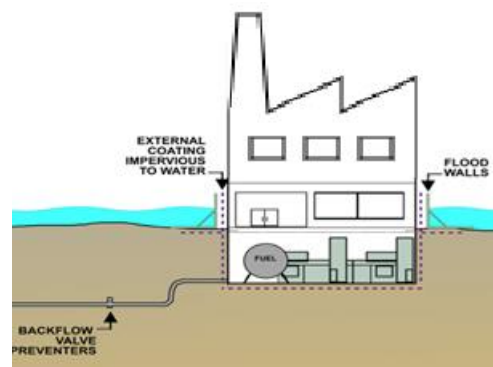


Illustratie van wet proofing

Wet proofing kan tot waterdiepten van maximaal 3 meter worden toegepast. Een nadeel van wet proofing is dat er nog steeds water in de asset komt. Wet proofing is dus niet haalbaar indien de aard van de bedrijvigheid zodanig is dat het niet wenselijk is om water toe te laten. Bovendien zal na afloop van de overstroming een grote schoonmaakactie nodig zijn om de asset weer in gebruik te kunnen nemen.

e. 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. Muren, ramen en deuren in gebouwen worden waterdicht gemaakt tot een bepaald niveau. 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.



Illustratie van dry proofing

Dry proofing is in de praktijk realistisch tot circa 1 meter 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.

A4.3 Crisisbeheersing

De derde laag van MLV gaat over de (organisatorische) voorbereiding op (en herstel na) een overstroming. Dit omvat alle handelingen die vlak voor of tijdens een overstroming worden genomen.

Voor de Overige gebieden zijn de volgende mogelijke maatregelen uit laag 3 nader verkend:

- Opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen;
- Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen;
- Plaatsen van nooddijken/ -keringen;

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

a. 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. Brzo-bedrijven zijn verplicht om op siteniveau een noodplan te hebben voor calamiteiten, inclusief de calamiteit 'overstroming'. Echter, ook niet-Brzo bedrijven die in laag gelegen gebieden liggen, zouden noodplannen kunnen opstellen voor overstromingsrisico's en/of overstromingsrisico's kunnen meenemen in bestaande noodplannen. 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 heel gebied bijdragen aan schadereductie. Voor de Overige gebieden lijkt dit zeker effectief indien ook de andere havengebieden in het HIC waarmee een nauwe relatie bestaat meegenomen worden in het plan, denk aan de Botlek en Overige gebieden. Nood- en herstelmaatregelen zijn effectiever in geval van onderlinge samenhang. In deze zogenaamde gebiedsnoodplannen zouden ook de nutsbedrijven en andere leveranciers van vitale voorzieningen betrokken moeten worden. In het noodplan is het niet alleen nuttig om tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en nutsbeheerders de volgorde van afschakelen af te stemmen om nadelige effecten te beperken. Het is in de Overige gebieden (samen met Botlek en Overige gebieden) vooral belangrijk om af te stemmen wie als eerste in bedrijf moet zijn na afloop van een overstroming om de herstelperiode zo kort mogelijk (en de indirecte schade zo laag mogelijk) te houden.

b. 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:

- Noodvoorraden aanleggen (bijvoorbeeld stikstof en demiwater vanwege mogelijke keteneffecten bij uitval van de levering van deze producten uit de Botlek in het geval van een overstroming);
- Kritische en kapitaalintensieve producten tijdelijk hoger/elders opslaan of alles wat kan drijven in tanks zetten;
- Rollend materieel verrijden naar een hoger gelegen plek;
- Ballasten van tanks;
- Product venten (leegmaken van tanks)
- Plaatsen van big bags rond vitale en kwetsbare voorzieningen;
- Noodstroomvoorziening realiseren om het wegvallen van elektriciteit op te kunnen vangen;
- Afname van goederen door klant vervroegen/ levering van goederen door leverancier vertragen;
- Afschakelen.

c. 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 noodkeringen in allerlei soorten en maten. Sommigen 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 (zie onderstaande figuur voor voorbeelden).



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

Voor een nooddijk/ -kering is voldoende opslagcapaciteit nodig. Bovendien moet er voldoende tijd en capaciteit zijn om een noodkering op te zetten voorafgaand aan een overstroming.

d. Opstellen, beheren en oefenen van crisisbeheerplan

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.

A5 Economische schades per herhalingstijd per gebied

Maasvlakte

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	37	65	155
1/300 jaar	76	115	843
1/1.000 jaar	156	531	2.303
1/3.000 jaar	817	1.875	4.097
1/10.000 jaar	2.438	3.897	6.194
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	3	7	20
Contante Waarde VJS [mEUR]	116	227	686

Europoort

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	83	126	136
1/300 jaar	96	132	302
1/1.000 jaar	120	270	1.066
1/3.000 jaar	323	770	1.931
1/10.000 jaar	721	1.551	2.674
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	5	8	12
Contante Waarde VJS [mEUR]	178	282	405

Botlek excl. Britanniëhaven

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0	0	254
1/300 jaar	0	255	1.850
1/1.000 jaar	250	1.856	4.892
1/3.000 jaar	1.820	2.122	5.995
1/10.000 jaar	2.105	4.797	6.202
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) ²⁰ [mEUR/jr]	2	6	21
Contante Waarde VJS [mEUR]	57	204	709

Britanniëhaven

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	33	41	81
1/300 jaar	46	70	386
1/1.000 jaar	81	356	1.040
1/3.000 jaar	425	529	1.492
1/10.000 jaar	555	1.204	1.651
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	1	1	5
Contante Waarde VJS [mEUR]	26	51	158

²⁰ 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.

Vondelingenplaat

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	9	10	15
1/300 jaar	10	13	75
1/1.000 jaar	13	50	2.864
1/3.000 jaar	49	152	3.165
1/10.000 jaar	151	2.814	4.847
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,1	1	7
Contante Waarde VJS [mEUR]	5	29	247

Waal-Eemhaven

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	24	44	132
1/300 jaar	45	86	227
1/1.000 jaar	94	159	497
1/3.000 jaar	167	305	929
1/10.000 jaar	384	742	1.452
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	2	3	11
Contante Waarde VJS [mEUR]	65	118	364

Merwe-Vierhavens

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	3	5	20
1/300 jaar	5	11	60
1/1.000 jaar	14	25	108
1/3.000 jaar	26	76	162
1/10.000 jaar	92	139	325
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,3	0,5	2
Contante Waarde VJS [mEUR]	9	16	60

Haventerrein Dordrecht

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	2,26	2,96	4,65
1/300 jaar	3,95	4,86	6,53
1/1.000 jaar	4,79	5,66	7,89
1/3.000 jaar	5,63	6,65	11,06
1/10.000 jaar	6,45	8,07	19,18
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,33	0,41	0,59
Contante Waarde VJS [mEUR]	11,29	14,13	20,46

Overige haventerreinen

- Haventerreinen in stedelijk gebied

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0,2	0,4	3
1/300 jaar	0,4	1	6
1/1.000 jaar	2	4	12
1/3.000 jaar	4	8	21
1/10.000 jaar	10	17	32
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,02	0,04	0,2
Contante Waarde VJS [mEUR]	1	1	7

- Haventerrein Vlaardingen

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0,1	0,2	15
1/300 jaar	0,2	11	21
1/1.000 jaar	12	17	33
1/3.000 jaar	18	24	54
1/10.000 jaar	28	44	84
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,04	0,1	1
Contante Waarde VJS [mEUR]	1	4	32

- Brielse Maas

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0	0	0
1/300 jaar	0	0	3
1/1.000 jaar	0	3	4
1/3.000 jaar	3	4	4
1/10.000 jaar	4	4	4
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,003	0,008	0,024
Contante Waarde VJS [mEUR]	0,1	0,3	0,8

- Landtong Rozenburg

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	1	1	1
1/300 jaar	1	1	1
1/1.000 jaar	1	1	2
1/3.000 jaar	1	1	4
1/10.000 jaar	2	3	7
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,1	0,1	0,1
Contante Waarde VJS [mEUR]	2	2	3

- Haventerrein Alblasserdam

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0	0	0
1/300 jaar	0	0	0
1/1.000 jaar	0	0	0
1/3.000 jaar	0	0	0
1/10.000 jaar	0	0	11
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0	0	0,002
Contante Waarde VJS [mEUR]	0	0	0,08

- Madroelhaven

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0,0	0,0	0,1
1/300 jaar	0,0	0,0	0,1
1/1.000 jaar	0,0	0,1	0,2
1/3.000 jaar	0,1	0,1	0,6
1/10.000 jaar	0,1	0,3	2
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,001	0,001	0,005
Contante Waarde VJS [mEUR]	0,04	0,05	0,2

- Botlek aan het Hartelkanaal

Herhalingstijd	Schade nu (mEUR)	Schade +35cm (mEUR)	Schade +85cm (mEUR)
1/100 jaar	0	0	0
1/300 jaar	0	0	0,2
1/1.000 jaar	0	0,2	1
1/3.000 jaar	0,2	0,4	3
1/10.000 jaar	0	1	3
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [mEUR/jr]	0,003	0,004	0,008
Contante Waarde VJS [mEUR]	0,1	0,1	0,3

A6 Kosten-batenanalyse kansrijke maatregelen

Gebied	Deelgebied	Timing	KBA (mEUR)			Maatregel
			Kosten	Baten	B/K ratio	
Vondelingenplaat		2070	0	0	--	Selectie maatregel als vervanging Maeslantkering duidelijk is
Botlek	Botlek 1 & 2	2050	22,0	350,0	15,9	Tuimelkade ophogen
	Brittanniahaven	nu				Flexibele waterkering
Maasvlakte	Deelgebied 1 (Noordelijke pier)	bij ontwikkeling	27,6	151,6	5,5	Terrein ophogen of waterrobuuste inrichting
	Deelgebied 2 (Prinsessenhavenweg)	bij ontwikkeling				Terrein ophogen of waterrobuuste inrichting
	Deelgebied 3	--				
	Deelgebied 4 (Middengebied)	2100 / bij ontwikkeling				Bestaand terrein: dry/wet proofofen van gebouwen en assets Ontwikkeling: terrein ophogen of waterrobuuste inrichting
	Deelgebied 5 (MV I - Rhenus)	nu				Dry/wet proofofen van gebouwen en assets
	Deelgebied 6 (MV I - Pieren Amazonehaven)	nu-2050				Dry/wet proofofen van gebouwen en assets
	Deelgebied 7 (MV I - Beerweg)	2100				Dry/wet proofofen van gebouwen en assets
Europoort	Deelgebied 1 (Kop van de Beer)	nu	11,4	36,1	3,2	Golfremmende maatregel
	Deelgebied 2 (Langs het Calandkanaal)	--				
	Deelgebied 3 (Moazelweg)	--				Flood proofing kwetsbare elektriciteitsstations
	Deelgebied 4 (Bedrijventerrein achter Europaweg)	nu				Ophogen Tuimelkade
	Deelgebied 5 (A15)	--				
	Deelgebied 6 (Tussen Beerkanaal & Dintelhaven)	--				
Waal-Eemhaven	Bunschotenweg	--	29,1	73,3	2,5	
	Den Hamweg	2050				1. Glooiing ophogen; 2. Terrein ophogen
	Eemhavenweg	>2100				
	Eemnesweg	>2100				
	Noord Vondelingenweg	--				
	Pier 1 (Kesterenstraat)	2050-2100				1. Glooiing voet pier ophogen (gepland); 2. Dry proofofen van gebouwen en assets
	Pier 2 (Nijmegenstraat)	2050-2100				Terrein ophogen (of glooiing ophogen)
	Pier 4 (Drutenstraat)	2050-2100				Glooiingen ophogen
	Pier 6 (Hellouwstraat)	--				
	Pier 7 (Zaltbommelstraat)	nu				1. Glooiing ophogen; 2. Terrein ophogen
	Pier 8 (Ophemertstraat)	2100				
	RDM	2100				
	Sluisjesdijk	bij ontwikkeling				1. Glooiingen ophogen; 2. Waterrobuust inrichten
	Streefwaalseweg	--				

A7 Detaillering adaptatiestrategie Waal-Eemhaven

Pier Sluisjesdijk

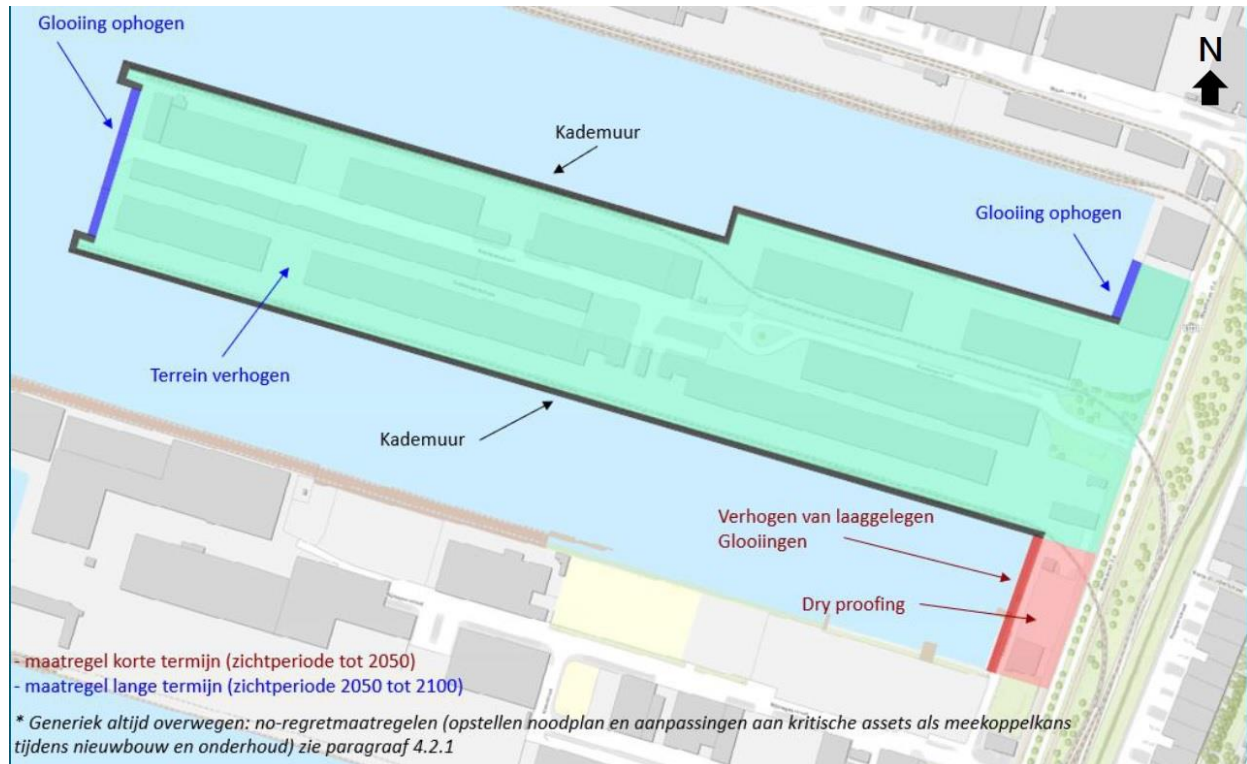
Ophoging van de glooiingen aan de noordzijde die lager liggen dan 3m boven NAP op korte termijn. Op lange termijn ophoging van de overige glooiingen alsook het achterliggende terrein langs de kades en glooiingen. Voor verlaging van het overstromingsrisico op het middenterrein, kunnen de wegen rond dit terrein verhoogd worden op onderhoudsmomenten. De onderstaande figuur visualiseert de voorgestelde maatregelen.



Overzicht mogelijke maatregelen op korte en lange termijn Pier Sluisjesdijk (Witteveen en Bos, 2020)

Pier 1

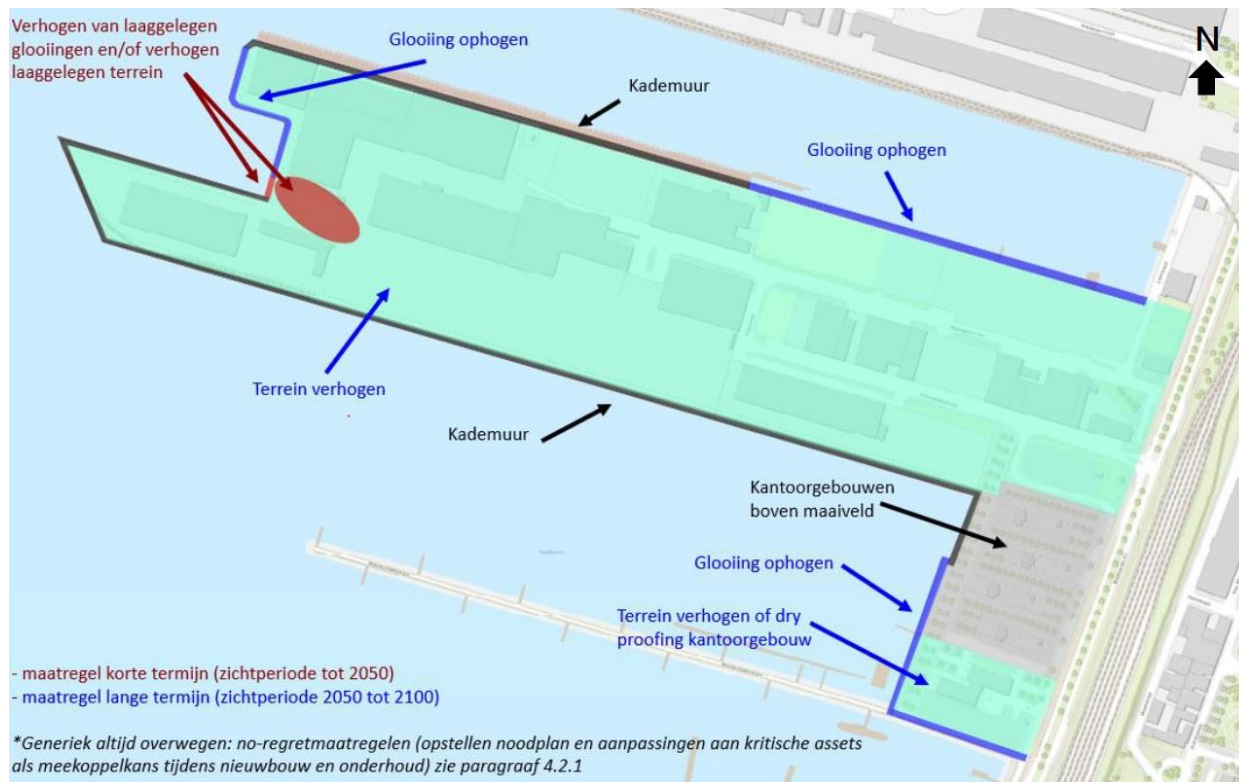
Ophoging van de glooiing aan de voet op korte termijn (reeds gepland) en op lange termijn ophoging van het terrein op pier 1 met een aflopend maaiveld naar de hoogte van de kademuur. Voor het bedrijf aan de voet van de pier in het laagst gelegen stuk lijkt alleen dry proofing van vitale en kwetsbare assets kosteneffectief om het overstromingsrisico te verlagen. De afweging hiervoor ligt bij de terreinbeheerder op de pier. De figuur op de volgende pagina visualiseert de voorgestelde maatregelen.



Overzicht mogelijke maatregelen op korte en lange termijn Pier 1 (Witteveen en Bos, 2020)

Pier 2

Ophoging van de laagst gelegen glooiing aan de westzijde van de pier en/of het terrein dat erachter ligt. Op lange termijn ophoging van de overige glooiingen (bij onderhoudsmomenten) en ophoging van de laag gelegen terreinen die nu braak liggen of waar ontwikkelplannen voor zijn, zodra deze ontwikkeld gaan worden. De figuur op de volgende pagina visualiseert de voorgestelde maatregelen.



Overzicht mogelijke maatregelen op korte en lange termijn Pier 2 (Witteveen en Bos, 2020)

Pier 4

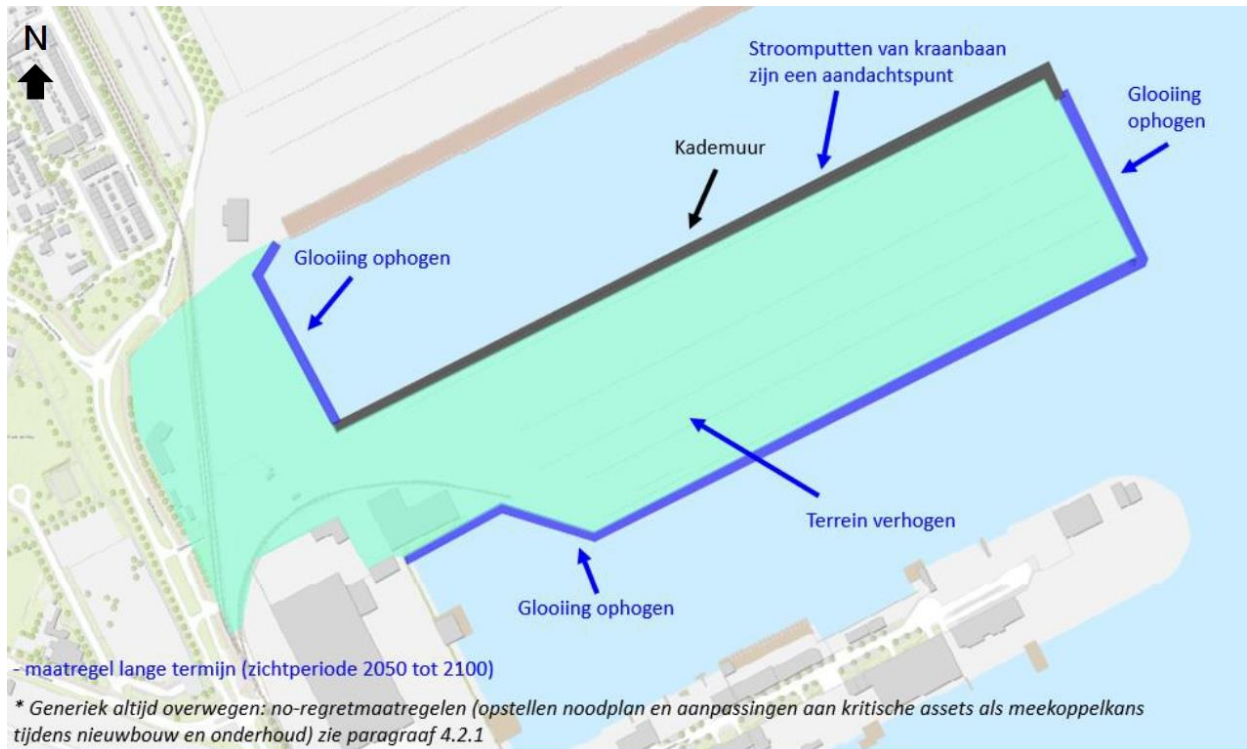
Ophoging van de glooiingen binnen het reguliere onderhoudsprogramma. Op een aantal plekken is er een knelpunt, zoals steigers langs de waterkant en een combinatie van glooiing, steiger en kademuur aan de zuidzijde van de pier. Hier is in detail gekeken naar mogelijke maatwerkoplossingen. Denk hierbij aan het accepteren van een hoger overstromingsrisico op de locatie van de steigers, het glooiend aanleggen en ophogen van het terrein tot voldoende hoogte en/of het ophogen of versterken van de kaderand aan de zuidzijde²¹.

Pier 7 en pier Den Hamweg

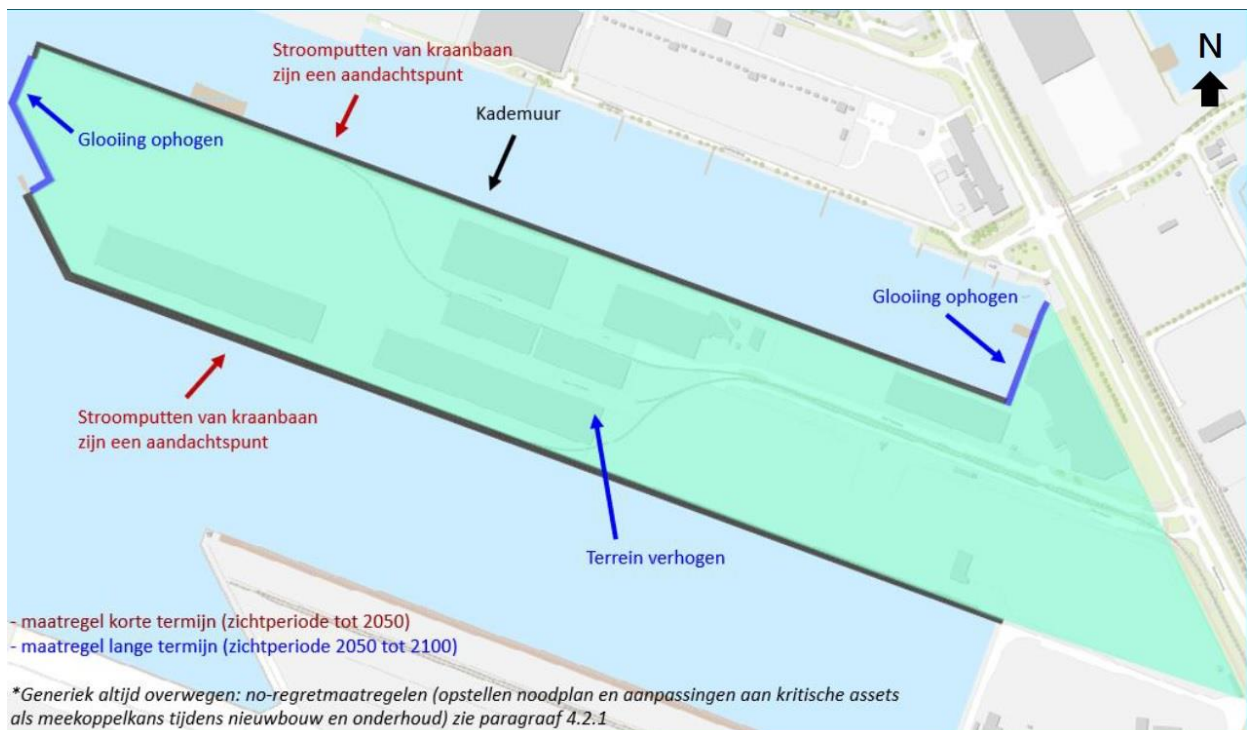
Op de lange termijn ophoging van de glooiingen tijdens onderhoudsmomenten, ophoging van het terrein met een aflopend maaiveld naar de hoogte van de kademuur en waterrobuust maken van de stroomvoorziening van de kraanbanen. **Error! Reference source not found.** visualiseert de voorgestelde maatregelen

voor Pier 7. De figuren op de volgende pagina visualiseert de voorgestelde maatregelen voor Pier Den Hamweg.

²¹ N.B. Indien het ophogen van de glooiingen niet voor de hele pier wordt doorgevoerd, levert dit wel een hoger overstromingsrisico op voor de bedrijven die niet aan de waterkant liggen. In dat geval zou gekozen kunnen worden voor ophogen van het terrein om het risico te verlagen.



Overzicht mogelijke maatregelen op korte en lange termijn Pier 7 (Witteveen en Bos, 2020)



Overzicht mogelijke maatregelen op korte en lange termijn Pier Den Hamweg (Witteveen en Bos, 2020)