

## NOTITIE

# Een veilig buitendijkse havengebied van Dordrecht – nu en in de toekomst

Overstromingsrisico's en kansrijke maatregelen

Klant: Havenbedrijf Rotterdam, Gemeente Rotterdam

Referentie: BF4776WATRP2101250929

Status: Definitief/P02.03

Datum: 3 mei 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85  
3068 AX ROTTERDAM  
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**  
+31 10 209 44 26 **F**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Een veilig buitendijkse havengebied van Dordrecht – nu en in de toekomst

Ondertitel: Overstromingsrisico's en kansrijke maatregelen

Referentie: BF4776WATRP2101250929

Status: P02.03/Definitief

Datum: 3 mei 2021

Projectnaam: Waterveiligheid overige gebieden - Dordrecht

Projectnummer: BF4776-100-109

Auteur(s): Jarit van de Visch, Koen van Hattum, Matthijs Bos

Opgesteld door: Koen van Hattum

Gecontroleerd door: Matthijs Bos, Jarit van de Visch

Datum: 15 april 2021

Goedgekeurd door: Jarit van de Visch, Marc Eisma, Joost de Nooijer, Robert Ranke

Datum: 23 april 2021

Classificatie

Projectgerelateerd

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd 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.*

## Contents

<b>1</b>	<b>Werken aan waterveiligheid in de haven van Dordrecht</b>	<b>1</b>
1.1	Werkwijze	2
1.2	Leeswijzer	4
<b>2</b>	<b>Beknopte gebiedsbeschrijving</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Overstromingskansen</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Gevolgen van een overstroming</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Overstromingsrisico's in perspectief</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Kansrijke maatregelen</b>	<b>16</b>
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>18</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>19</b>

## 1 Werken aan waterveiligheid in de haven van Dordrecht

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

In dit project is onderzocht hoe overstromingsrisico's in het buitendijkse gelegen havengebied in Dordrecht beheerst kunnen blijven. Figuur 1-1 geeft de ligging van dit buitendijkse gebied weer. "Buitendijks" gebied betekent niet dat het gebied volledig onbeschermd is. Zo zijn in het verleden sommige gebieden al hoog aangelegd om de kans op overstromen te beperken en worden ze deels beschermd door bestaande keringen/kades (bijvoorbeeld de Maeslantkering). Toch is er een kans dat een deel van het gebied bij een zeer zware storm op zee overstroomt. Door klimaatverandering en de daaraan gerelateerde zeespiegelstijging neemt de kans op een overstroming toe en zijn maatregelen om het overstromingsrisico te beheersen tot een acceptabel niveau mogelijk gewenst.

De overstromingsrisico's van het binnendijkse gebied van het eiland Dordrecht (en het binnendijks gelegen een deel van de haven) zijn in deze studie buiten beschouwing gelaten. Deze overstromingsrisicoanalyse is in 2016 in detail door HKV uitgevoerd in opdracht van de Gemeente Dordrecht (HKV, 2016).



Figuur 1-1: Overzicht van het buitendijkse havengebied van Dordrecht dat geanalyseerd is in deze studie (gemarkeerd in wit).

## 1.1 Werkwijze

Als eerste stap in deze studie zijn de overstromingsrisico's in het gebied geanalyseerd op basis van beschikbare informatie en inzichten uit voorgaande projecten over kansen en gevolgen van overstromingen<sup>1</sup>. De overstromingsrisico's zijn vervolgens afgewogen in het licht van binnendijkse waterveiligheid. Ten slotte zijn kansrijke maatregelen om overstromingsrisico's te kunnen blijven beheersen geïdentificeerd. Hieronder volgt een korte toelichting op elk van deze stappen.

### Overstromingskans

Voor de kans van overstromen is gebruik gemaakt van de Hydra-NL database van Rijkswaterstaat voor 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 met bijkomende inundatiedieptes.

De klimaatscenario's van het KNMI en de daaraan gekoppelde verwachte zeespiegelstijging zijn gebruikt om de toekomstige overstromingskans in te schatten. In deze analyse 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 1-1).

Tabel 1-1. 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

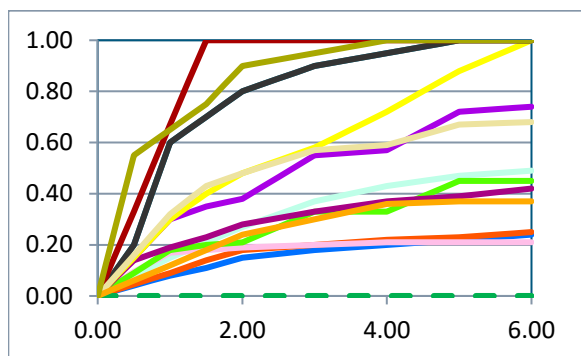
### Gevolgen van een overstroming

Een overstroming kan verschillende gevolgen hebben. Uit de voorgaande overstromingsrisicoanalyses in de buitendijkse havengebieden kwam naar voren dat economische schade dominant is om te bepalen of en wanneer een maatregel gewenst is om het risico te beheersen. Bij economische schade is onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte schade. Directe economische schade is de schade die optreedt aan gebouwen, installaties en andere voorzieningen als gevolg van een overstroming. De indirecte 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. De indirecte schade is in sommige gevallen gebiedsoverstijgend, vanwege de onderlinge afhankelijkheden tussen de verschillende activiteiten binnen een gebied en daar buiten.

De directe economische schade is gekwantificeerd met schadefuncties<sup>2</sup> van Tebodin (1998) voor de verschillende gebruiksfuncties in Dordrecht en de overstromingsbeelden. De gebruiksfuncties van Tebodin zijn verfijnd in de eerdere projecten waarin een adaptatiestrategie voor een havengebied is opgesteld (van de pilot Waterveiligheid Botlek tot waterveiligheid Waal-Eemhaven, waterveiligheid Merwe-Vierhavens, waterveiligheid Europoort en waterveiligheid Maasvlakte). Figuur 1-2 geeft de landgebruikswaardes en schadefuncties weer.

<sup>1</sup> Pilot Waterveiligheid Botlek (2017), Waterveiligheid Waal-Eemhaven (2018), Waterveiligheid Merwe-Vierhaven (2019), Waterveiligheid Europoort (2020), Waterveiligheid Maasvlakte (2021)

<sup>2</sup> Een schatting van de directe schade van een bepaalde gebeurtenis volgt uit de overstromingskarakteristieken en een schadecurve (veelal als functie van de overstromingsdiepte).



Gebrijksfunctie	Waarde (/m <sup>2</sup> )
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

Figuur 1-2: Toegepaste economische landgebruikswaardes, schadefuncties, en landgebruikskaat.

De indirecte schade is berekend op basis van een factor voor elke landgebruiksklasse (zie Tabel 1-2). Deze factor is bepaald op basis van indirecte schades uit de hiervoor genoemde projecten.

Tabel 1-2: Indirecte schadefactor per landgebruikscategorie

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

### 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 namelijk 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 dit buitendijkse havengebied acceptabel zijn, wordt het publieke kader voor overstromingsrisico's in binnendijks gebied gebruikt. In de Pilot Waterveiligheid Botlek (2017) is een afwegingskader opgesteld om overstromingsrisico's in het perspectief te plaatsen van overstromingsrisico's in binnendijks gebied. Dat afwegingskader is ook in dit gebied gebruikt om te verkennen tot wanneer het risico acceptabel is en wanneer het moment komt dat maatregelen gewenst zijn. In bijlage 1 is de methodiek van het afwegingskader weergegeven.

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

### Afwegingskader buitendijkse havengebieden Rotterdam

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

### Kansrijke maatregelen voor het beheersen van het overstromingsrisico

Om tot een beeld van kansrijke maatregelen te komen, zijn eerst de mogelijke maatregelen geïnterpreteerd (zie bijlage 2 voor een overzicht). Hiervoor is het concept Meerlaagsveiligheid (MLV) gebruikt. Ondanks dat MLV in het Nationaal Waterplan 2009-2015 betrekking had op de bescherming van binnendijks gebied, bleek uit de Pilot Waterveiligheid Botlek (2017) dat de lagenindeling ook goed toepasbaar is in buitendijks gebied. Soms laten maatregelen voor buitendijks gebied zich moeilijk in het MLV kader plaatsen, afhankelijk van de precieze definitie.

De volgende definitie van de lagen van MLV is gebruikt in dit project:

1. **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.
2. **Ruimtelijke adaptatie:** gericht op het beheersen van overstromingsrisico's door een duurzame ruimtelijke inrichting van het gebied. Denk bijvoorbeeld aan bouwcodes, waterrobuust maken van gebouwen en ophogen van sites.
3. **Crisisbeheersing:** gericht op het beheersen van overstromingsrisico's door een betere voorbereiding op en herstellen van schade na een overstroming met tijdelijke maatregelen (denk aan evacuatieplannen, noodmaatregelen zoals zandzakken of geavanceerde nooddijken, etc.).



Figuur 1-3. MLV met van onder naar boven preventie, ruimtelijke adaptatie en crisisbeheersing.

Vanuit dit brede overzicht is getrechterd naar maatregelen die kansrijk zijn om overstromingsrisico's in een gebied kunnen beheersen. Op basis van expert judgement is de (technische) uitvoerbaarheid, effectiviteit en flexibiliteit van maatregelen kwalitatief beoordeeld.

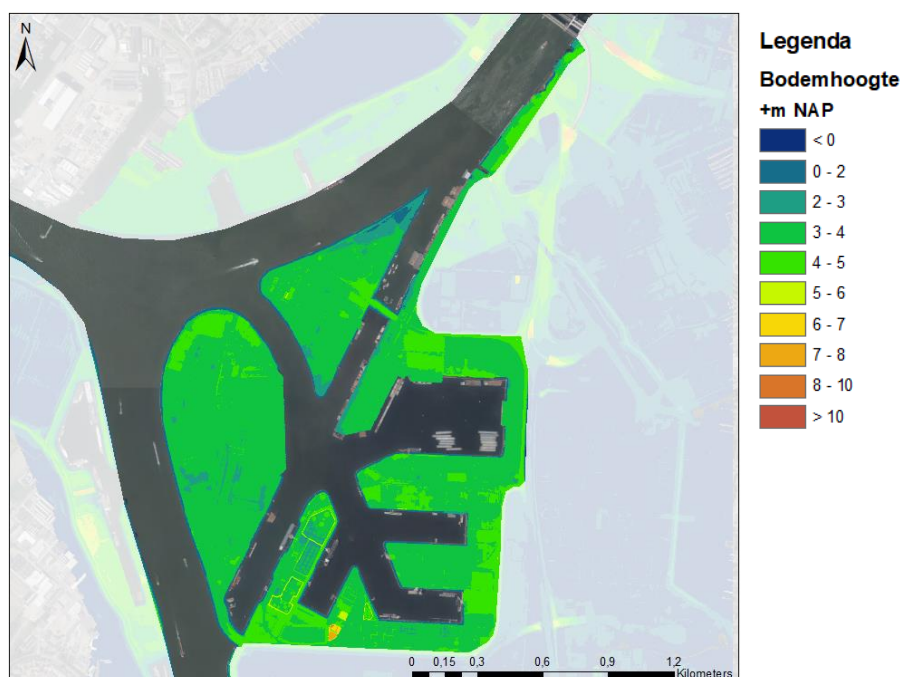
## 1.2 Leeswijzer

Deze notitie beschrijft de resultaten van de analyses en brengt de kansrijke maatregelen in beeld:

- Hoofdstuk 2: Beknopte gebiedsbeschrijving
- Hoofdstuk 3: Overstromingskansen
- Hoofdstuk 4: Gevolgen van een overstroming
- Hoofdstuk 5: Overstromingsrisico's in perspectief
- Hoofdstuk 6: Kansrijke maatregelen

## 2 Beknopte gebiedsbeschrijving

De haven van Dordrecht beslaat ongeveer 177 ha buitendijks gebied. Ongeveer 160 ha is in gebruik door havengerelateerde activiteiten van het Havenbedrijf van Rotterdam. Het gebied ligt op gemiddeld NAP+3,8m. De laagstgelegen gebieden liggen binnendijks en worden beschermd door een dijk (ofwel een primaire waterkering). Figuur 2-1 geeft de terreinhoogte weer. De gekleurde gebieden liggen buitendijks en zijn onderdeel van deze studie, de wit gearceerde gebieden liggen binnendijks en/of vallen niet onder het areaal van het Havenbedrijf van Rotterdam.

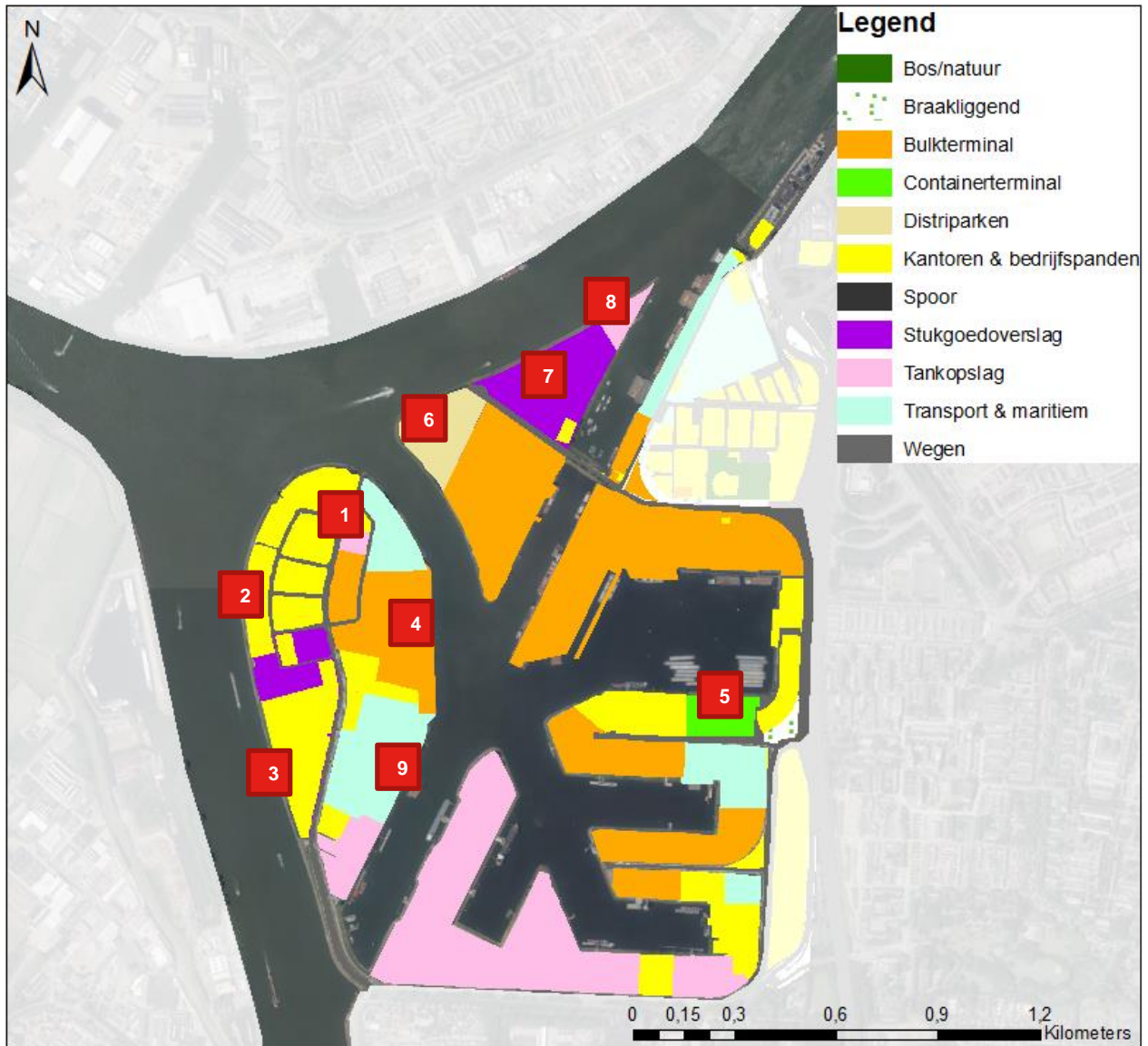


Figuur 2-1. Terreinhoogte haven van Dordrecht

Bulkterminals (32%) en kantoren en bedrijfspanden (20%) zijn het meest aanwezig in het buitendijkse havengebied. Daarna volgen tankopslag (17%), transport & maritieme dienstverlening (11%) en wegen (9%). Andere gebruiksfuncties zijn stukgoedoverslag (6%), distriparken (3%) en containerterminal (2%). Figuur 2-2 geeft het ruimtegebruik van de havengebieden weer. In deze figuur zijn een aantal nummers opgenomen. Deze staan voor nieuwe ontwikkelingen die meegenomen zijn in de overstromingsrisicoanalyse. Hieronder worden de nieuwe ontwikkelingen toegelicht. De nummers corresponderen met de nummers op de kaart.

1. Productie en opslag van gassen (tankopslag)
2. Bedrijfspand, staat momenteel leeg (kantoren & bedrijfspanden)
3. Kavel dat ontwikkeld wordt voor bedrijfspand (kantoren & bedrijfspanden)
4. Kavel dat ontwikkeld wordt voor bulkoverslag
5. Kavel dat ontwikkeld wordt voor overslag van containers (containerterminal)
6. Kavel dat ontwikkeld wordt voor distributieloodsen (distriparken)
7. Kavel dat ontwikkeld wordt voor overslag (stukgoedoverslag), dit wordt de komende jaren worden onderzocht en uitgewerkt. Daarnaast komt er een klein nieuw kantoor in de hoek rechtsonder (kantoren & bedrijfspanden)
8. Kavel dat mogelijk ontwikkeld wordt voor bunkering (tankopslag), dit wordt de komende jaren onderzocht en uitgewerkt
9. Op dit kavel staat materieel transport & maritieme dienstverlening





Figuur 2-2. Landgebruikskartaar haven van Dordrecht inclusief toekomstige ontwikkelingen

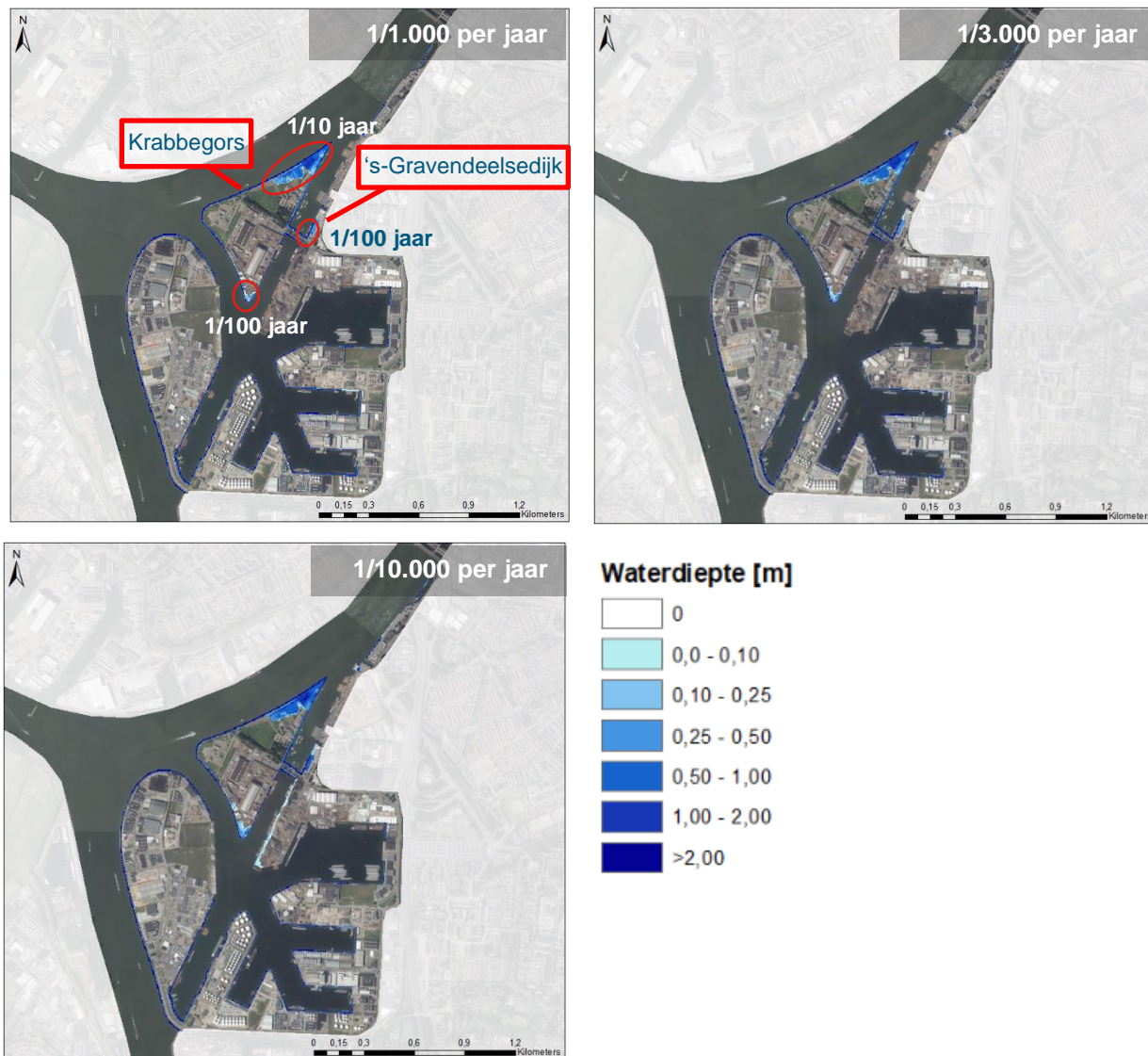
### 3 Overstromingskansen

Ondanks dat de haven van Dordrecht al verder bovenstrooms ligt dan de haven van Rotterdam vindt nog steeds de grootste dreiging van een overstroming plaats onder invloed van hoge waterstanden op zee. De verhoogde zeewaterstand door een zware storm in combinatie met een gemiddeld hoge rivierafvoer is dominant. Een overstroming in de haven van Dordrecht wordt zodoende veroorzaakt 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.

Indien de waterstand in de buitendijkse haven van Dordrecht hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 3-1 voor de waterstanden). De waterstanden zijn gebruikt voor de bepaling van de overstromingsdieptes voor de verschillende zichtjaren en herhalingstijden. Hieruit blijkt dat er in de huidige situatie dat de overstroming zich beperkt tot enkele lager gelegen delen. Het overgrote gedeelte van de haven ligt hoog genoeg en is beschermd tegen overstromingen ook voor hele kleine kansen. De kans op een overstroming is relatief groot (1/10 per jaar) op de noordpunt van Krabbegors, daarnaast hebben het zuiden van Krabbegors en het terrein langs de 's-Gravendeelsedijk een kans van 1/100 per jaar. De maaiveldhoogtes zijn daar respectievelijk: NAP+2,0m, NAP+2,7m en NAP+2,5m. Figuur 3-1 geeft een indicatie van de waterdiepte in de huidige situatie bij drie verschillende kansen: 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 per jaar. De rode cirkels in de figuur geven de plekken weer waar de kans op overstromen groter is dan 1/1.000 jaar.

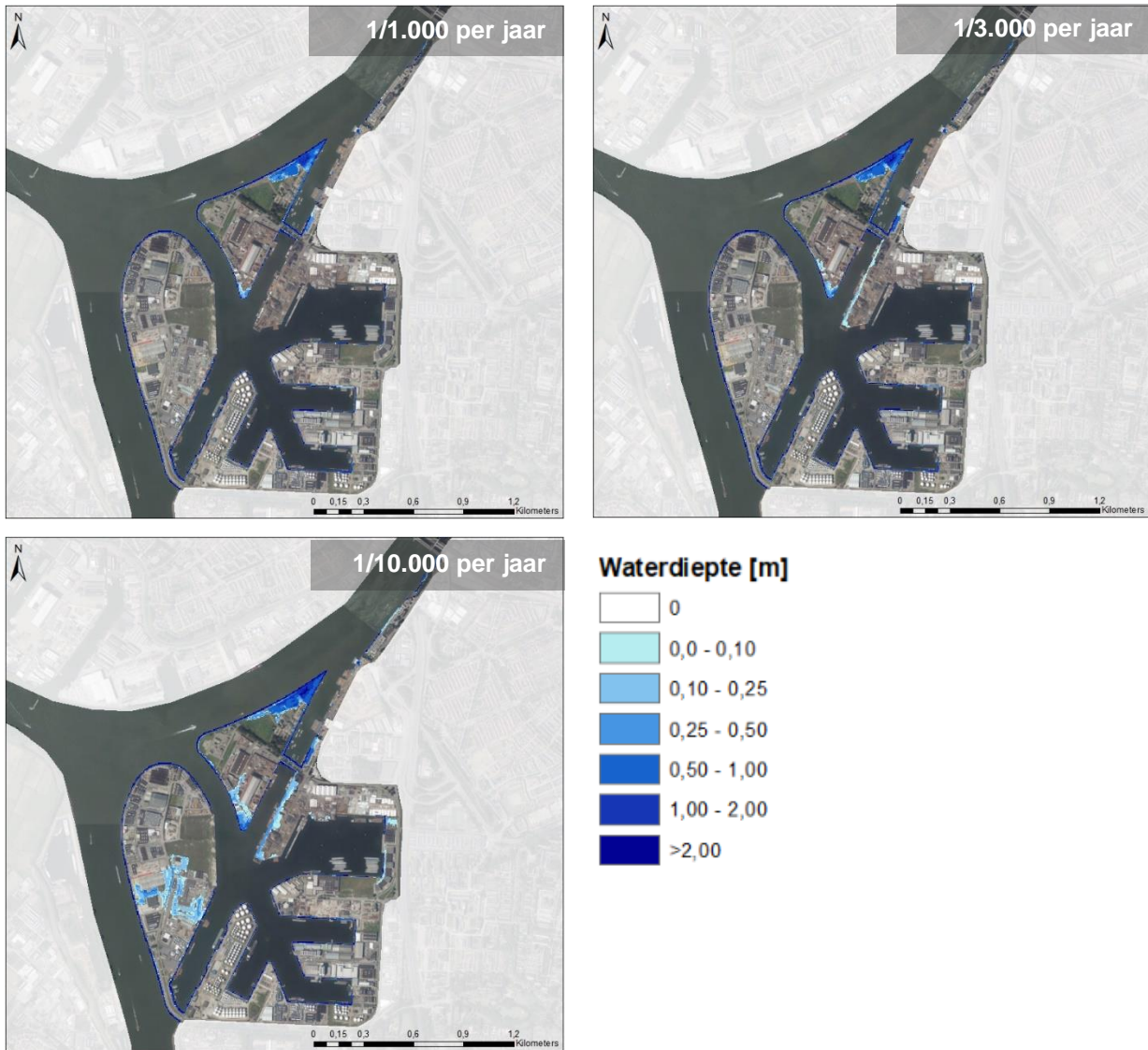
Tabel 3-1: Waterstanden in de haven van Dordrecht afgeleid op basis van de Hydra-NL database

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	2,3	2,5	2,7
100 jaar	2,6	2,7	2,9
300 jaar	2,7	2,8	3,0
1000 jaar	2,8	2,9	3,2
3000 jaar	2,8	3,0	3,4
10000 jaar	3,0	3,2	3,6

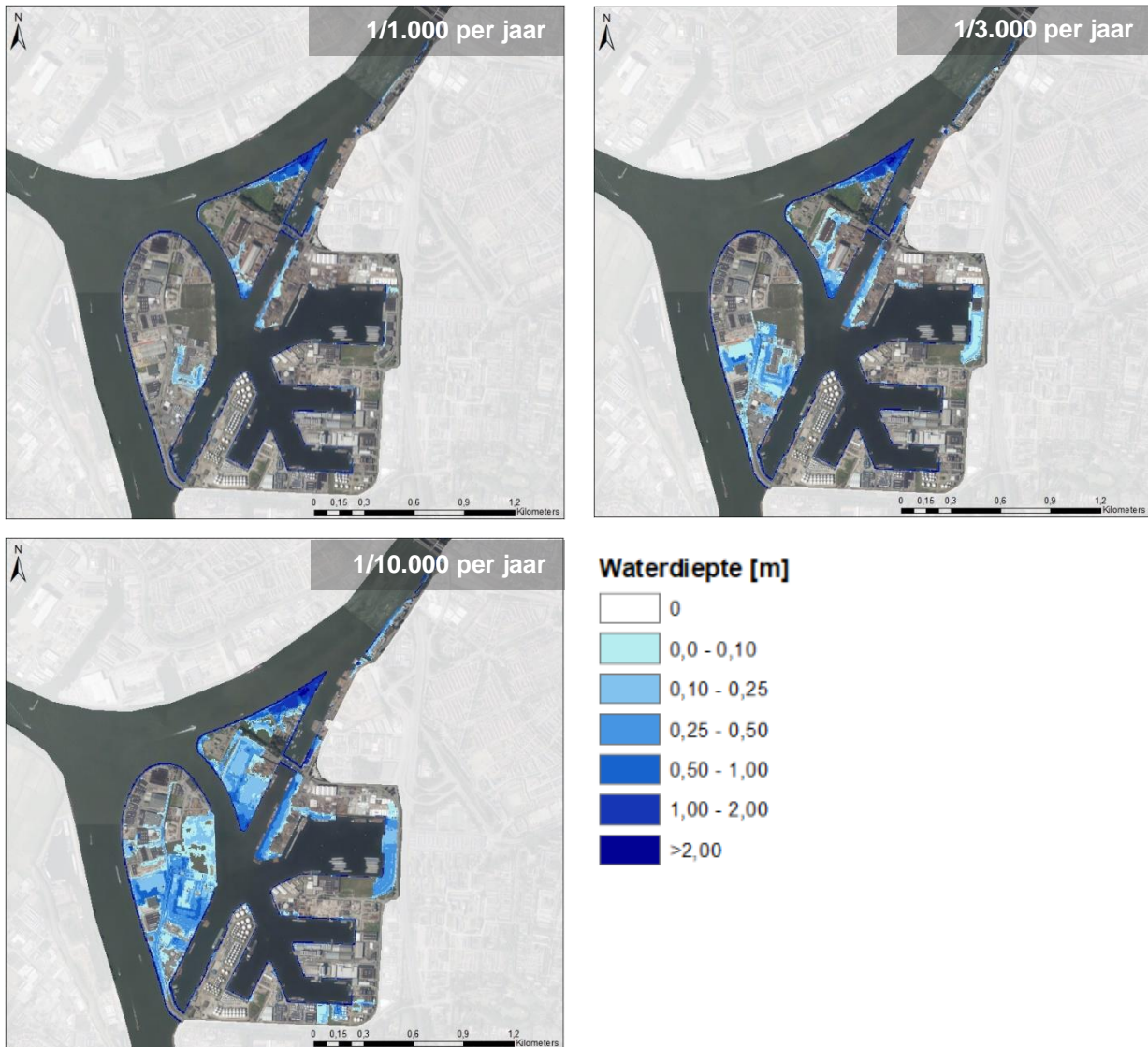


Figuur 3-1. Overstromingsbeelden van de haven van Dordrecht in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

Zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. In het deel van het buitendijkse havengebied dat in de huidige situatie overstroomt bij een kans van 1/10.000 jaar, overstroomt in 2050 (bij het W+ scenario) bij een zeespiegelstijging van +35cm bij een kans van 1/3.000 jaar. In dit scenario beginnen bij een kans van 1/10.000 jaar ook andere delen in het buitendijkse gebied te overstroomen. Bij een zeespiegelstijging van +85cm (2100 bij het W+ scenario) nemen zowel het areaal als de waterdieptes sterk toe. Het overstromingsbeeld bij een kans van 1/1.000 per jaar in 2100 verschilt niet veel van een overstroming met een kans van 1/10.000 jaar in 2050. Bij een herhalingsperiode van 1/3.000 en 1/10.000 jaar nemen overstromen grote delen van het buitendijkse gebied in de haven. Figuur 3-2 en Figuur 3-3 geven de overstromingskansen en waterdieptes weer voor 2050 en 2100 respectievelijk.



Figuur 3-2. Overstromingsbeelden van de haven van Dordrecht in 2050 ( $W+$  scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

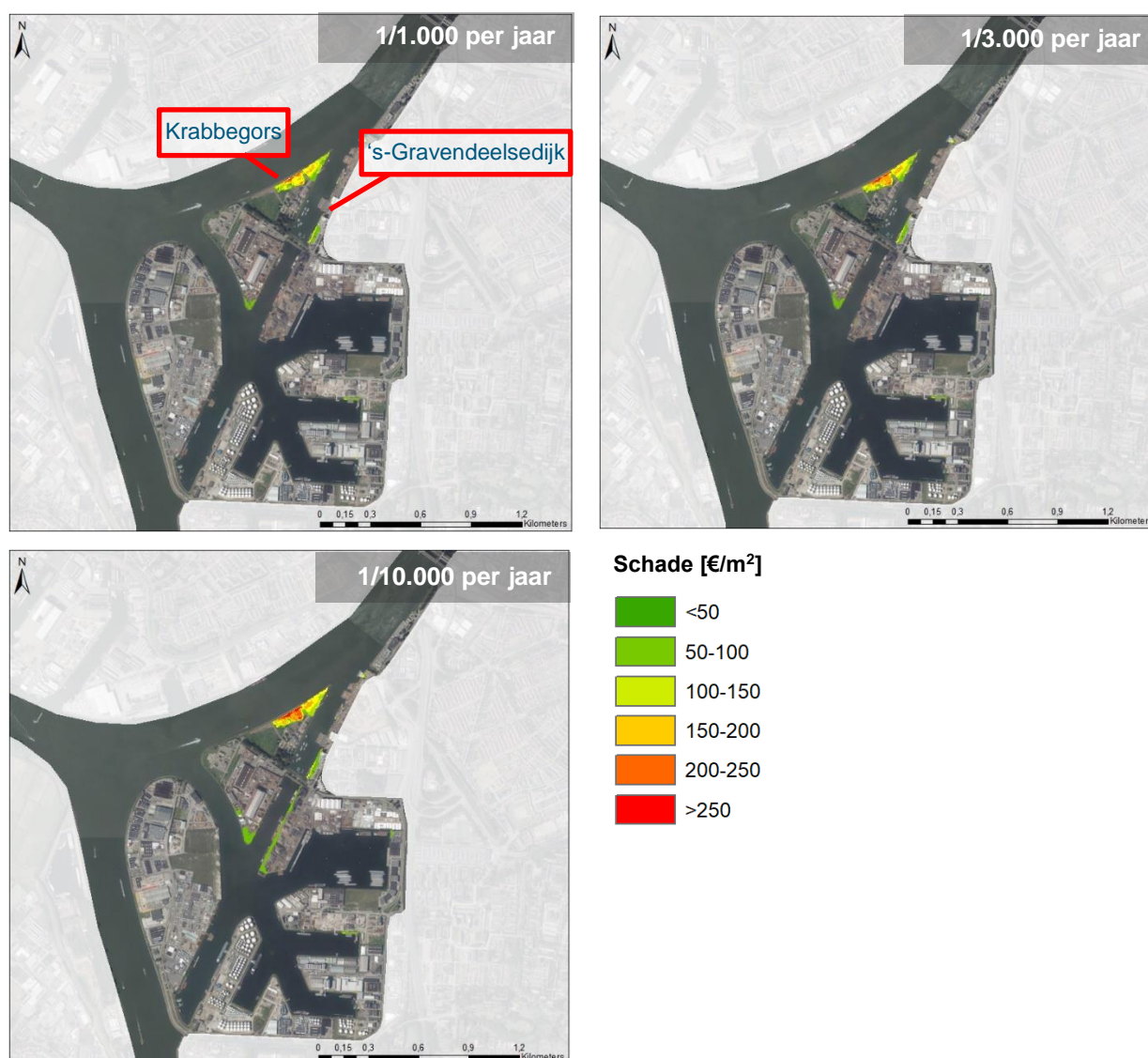


Figuur 3-3. Overstromingsbeelden van de haven van Dordrecht in 2100 (*W+* scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

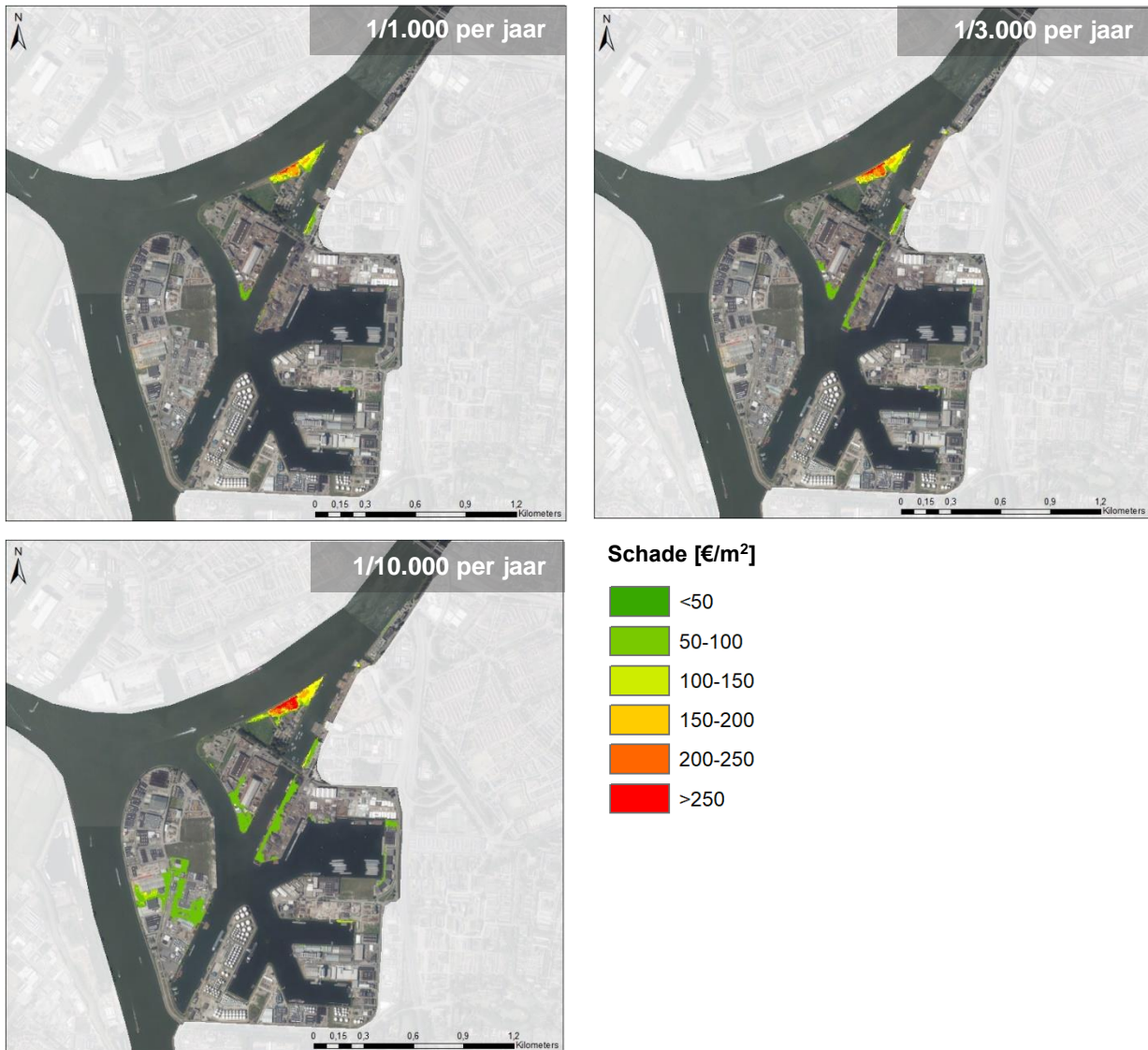
## 4 Gevolgen van een overstroming

Als gevolg van een overstroming in het buitendijkse gebied van de haven van Dordrecht treedt er economische schade op. Bij lagere herhalingsstijden treedt schade op bij de tankopslag en stukgoedoverslag op de noordhoek en de bulkterminal in het zuiden van het Krabbegors. Daarnaast treedt er ook schade op langs de kades bij de bulkterminals en transport & maritieme dienstverlening aan de 's-Gravendeelsedijk. Figuur 4-1 geeft voor drie herhalingsstijden de ruimtelijke spreiding van de directe schade weer voor de huidige situatie.

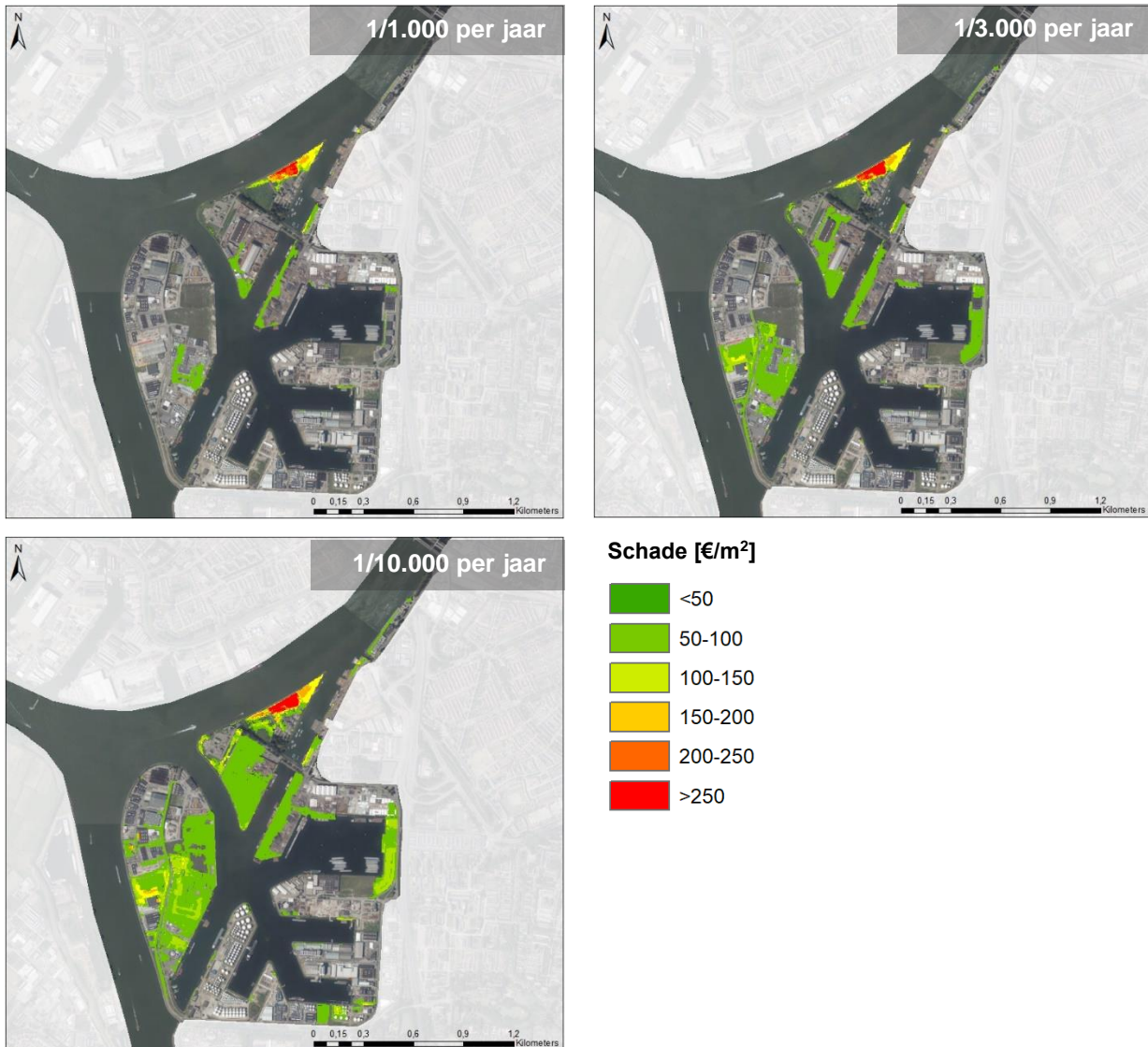
Bij een overstromingskans van 1/1.000 jaar in 2050 verandert dit beeld niet (zie Figuur 4-2). Vanaf een overstromingskans van 1/10.000 jaar in 2050 beginnen ook andere buitendijkse gebieden in de haven onder te lopen, zoals de Krabbepolder en een deel van de kavels aan de Wilhelminahaven. In 2100 zet dit beeld zich door (zie Figuur 4-3).



Figuur 4-1. Schadekaarten voor de huidige situatie met een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar



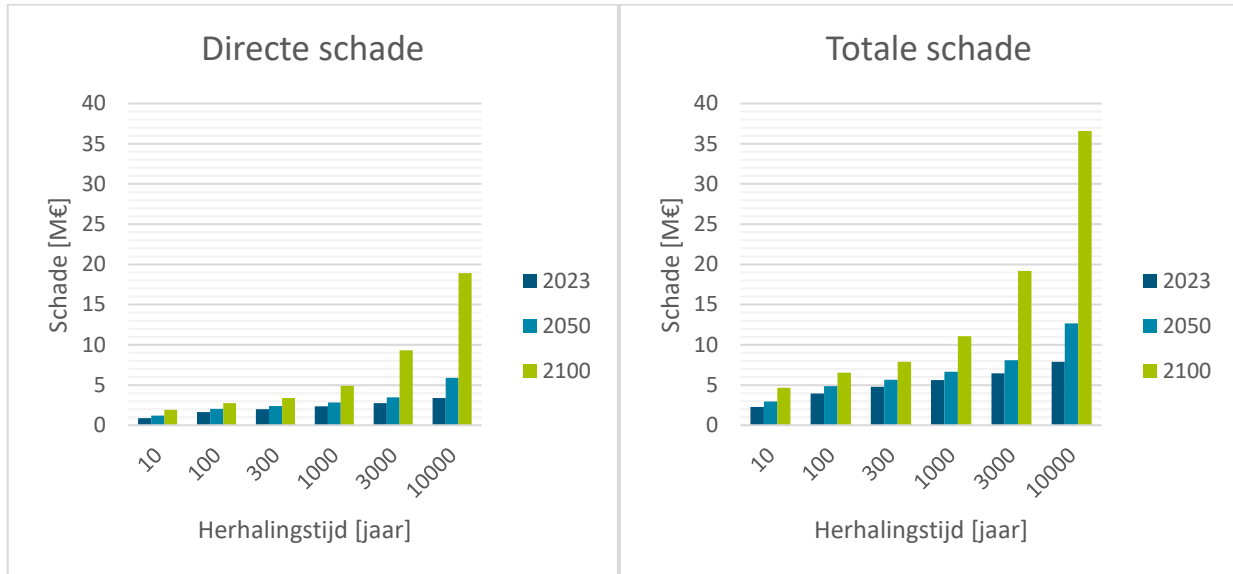
Figuur 4-2. Schade in 2050 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar



Figuur 4-3. Schade in 2100 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar

Figuur 4-4 laat een schatting van de ontwikkeling van de directe en totale economische schade (directe plus indirecte schade) zien.





Figuur 4-4. Ontwikkeling van de directe en totale economische schade in het buitendijkse gebied van de haven van Dordrecht als gevolg van klimaatverandering (W+ klimaatscenario)

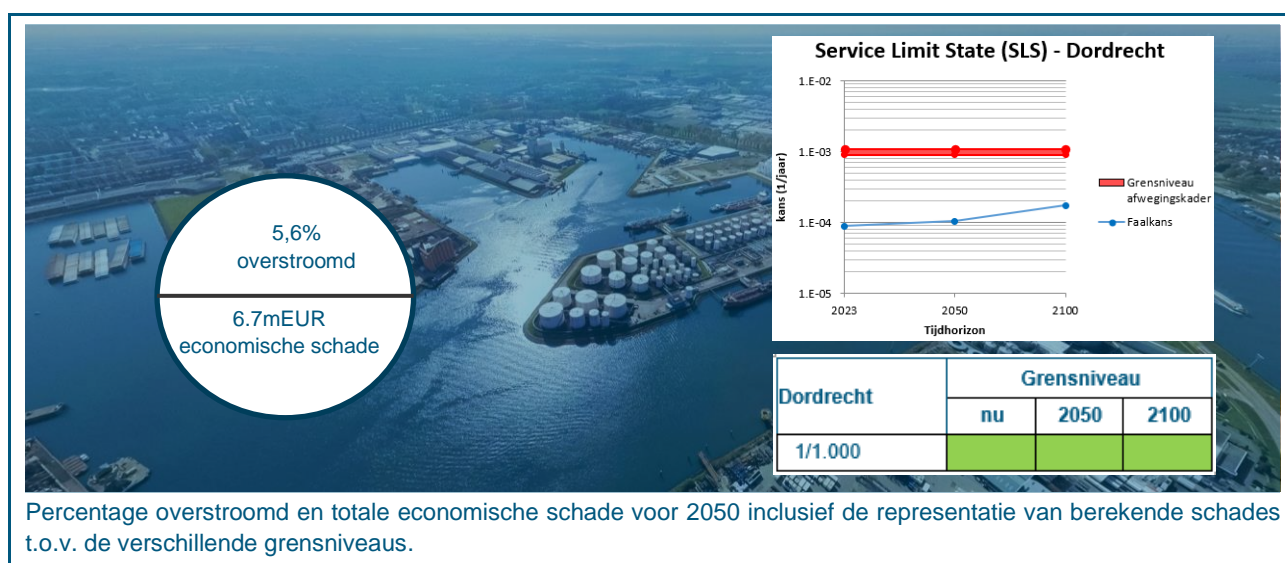
## 5 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van de haven van Dordrecht zich tot 2100 ontwikkelt in het perspectief van waterveiligheid binnendijs. Tabel 5-1 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied van Dordrecht in perspectief van waterveiligheid binnendijs te plaatsen.

Tabel 5-1. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
6,4 miljoen Euro	1/100
<b>64 miljoen Euro</b>	<b>1/1.000</b>
640 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 5-1 neemt een overstroming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



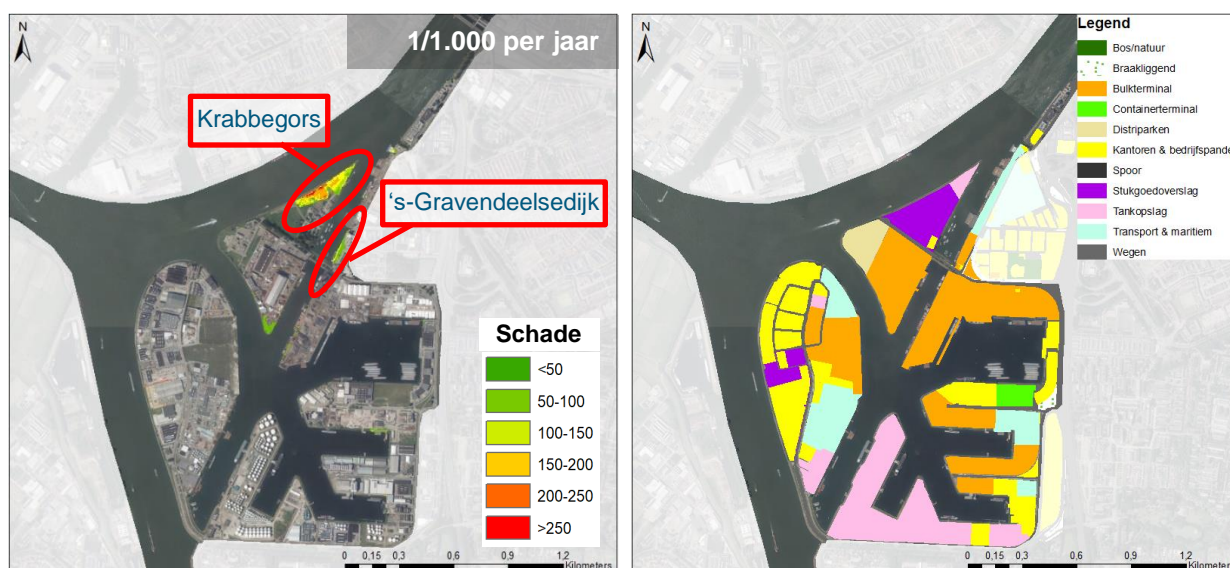
Figuur 5-1. Afweging van het overstromingsrisico bij een overstroming van 1/1.000 in 2050 met het afwegingskader voor het W+ en G klimaatscenario van het KNMI. De tabel (gebaseerd op het W+ scenario) geeft de afweging weer van nu tot en met 2100. De volgende kleurcodes gebruikt: groen = onder grensniveau (acceptabele faalkansen) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkansen vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader.

De afweging laat zien dat dat het grensniveau voor zowel de huidige periode als in 2050 en 2100 niet overschreden wordt. Het gebruikte afwegingskader geeft alleen een indicatie van de timing. Individuele afwegingen van bedrijven en andere gebruikers kunnen verschillen. Dit verschilt per bedrijfstype, geografische ligging, etc. Bedrijven kunnen een andere keuze maken voor het moment waarop en of een maatregel wenselijk zou zijn. De reden om maatregelen te nemen of 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 acceptabel zolang de kosten van het nemen van een maatregel hoger zijn dan de te verwachten baten.

## 6 Kansrijke maatregelen

Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat er tot 2100 geen maatregelen nodig zijn om het overstromingsrisico te beheersen in het havengebied van Dordrecht op basis van de huidige verwachte zeespiegelstijging en 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.

Bij veranderingen in ontwikkeling, zowel in zeespiegelstijging en landgebruik, kan het moment dat maatregelen gewenst zijn eerder in de tijd komen te liggen. Bovendien geeft het afwegingskader een gemiddelde weer van het hele gebied. De economische schade is echter niet gelijk verdeeld over het gebied. Zo zijn er deelgebieden waar substantiële economische schade wordt verwacht. Mogelijk wordt hier het grensniveau van het afwegingskader al eerder bereikt. Dit is bijvoorbeeld het geval bij Krabbegors en kade langs de 's-Gravendeelsedijk (zie Figuur 6-1).



Figuur 6-1. Deelgebieden met een mogelijk niet acceptabel overstromingsrisico (aangegeven met rode cirkels).

Maatregelen die kansrijk zijn om het overstromingsrisico in deze deelgebieden te reduceren zijn:

- **Krabbegors:** aangezien dit terrein nog ontwikkeld moet worden is het kansrijk om het terrein hoger aan te leggen en/of waterrobuust in te richten tijdens de ontwikkeling.
- **Kade langs 's-Gravendeelsedijk:** Een nadere analyse is nodig of dit terrein daadwerkelijk overstroomt, het lijkt namelijk dat de scheiding tussen land en water niet goed in het AHN3 hoogtemodel is 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.

Ook voor die gebieden waar het risico niet groot genoeg is of te ver weg in de tijd om aan de slag te gaan met maatregelen, kan het opstellen van nood- en herstelplannen inclusief noodvoorzieningen interessant zijn voor lokale knelpunten en het restrisico. 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, wegrijden van rollend materieel en afschermen van vitale en kwetsbare infrastructuur, bijvoorbeeld met big bags.

## Literatuurlijst

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

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

Gemeente Rotterdam (2008). *Ontwerp Bestemmingsplan HAVEN VAN DORDRECHT 2*. 1450-359

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

Kolen, B. en Zethof, M. (2016). *Waterveiligheidsplan Eiland Dordrecht, Impactanalyse*. HKV in opdracht van Gemeente Dordrecht

De Krijger, S. (2017) *Startdocument waterveiligheid Haven van Dordrecht & Haven van Dordrecht 1&2. Vertrekpunt van het project met alle beschikbare informatie van Haven van Dordrecht – Haven van Dordrecht 1&2*. Havenbedrijf Rotterdam en Gemeente Rotterdam

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

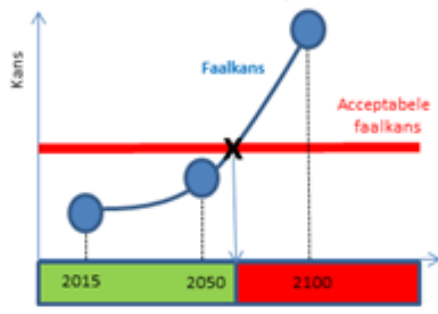
Nicolai, R. Van Vuren, S., Pleijter, G., Huizinga, J., Koks, E. en De Moel, H. (2016a). *Pilot Waterveiligheid Botlek. Toelichting op de waterdiepte kaarten*. HKV memorandum. Nederland: HKV en VU.

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

Hoogtedata (LiDAR) 2017, AHN-3

## Bijlagen

## A1 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>Tabel 0-1. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade</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>Figuur 0-1. Schematische weergave van de risicoafweging</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>									

## A2 Mogelijke maatregelen

Tabel 0-2. 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 gebiedsnood- 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>		

### A2.1 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).

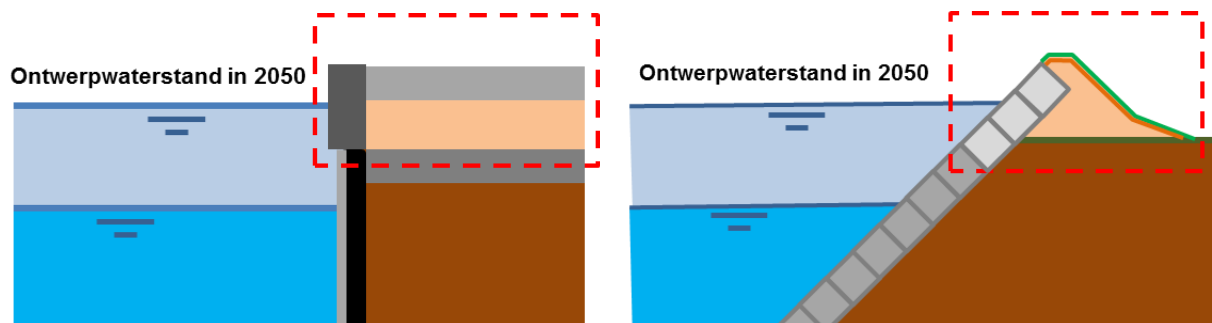
De volgende maatregelen uit laag 1, preventie, zijn mogelijke maatregelen voor het beheersen van overstromingsrisico's in de Overige gebieden:

- 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 losterrein 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 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 Figuur 0-2. De ontwerpwaterstand hangt af van het beschermingsniveau.





Figuur 0-2. (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 opheven 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 flood wall aangelegd worden. Dit is een verticale artificiële barrière (muur) om het water tegen te houden. Deelgebieden kunnen pas overstromen als een ontwerpwaterstand wordt overschreden.

## A2.2 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.

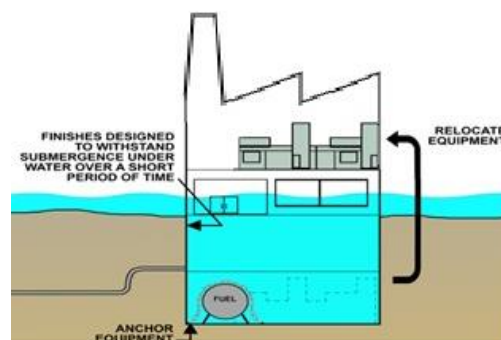
Voor bestaande terreinen met complexe en kapitaalintensieve installaties, is ophogen van het terrein meestal niet realistisch vanwege de kapitaalvernietiging en/of kosten voor het opnieuw aanleggen van dergelijke installaties. Ophogen is wel kosteneffectief voor grote open haventerreinen en/of voor specifieke 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.

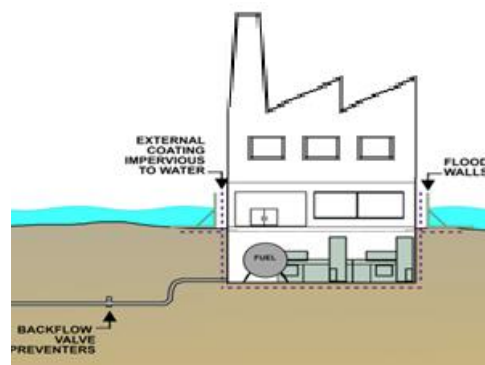


Figuur 0-3. Illustratie van wet proofing

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.



Figuur 0-4. 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.



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

## A2.3 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:

- a. Opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen;
- b. Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen;
- c. 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

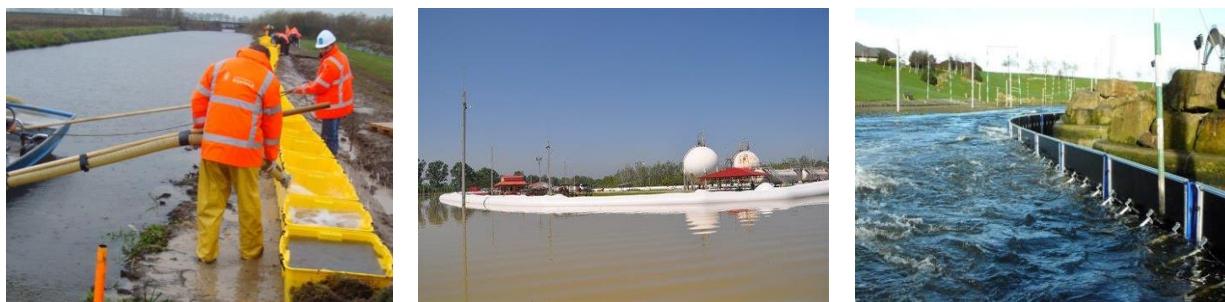
Onder noodvoorzieningen vallen maatregelen op de site die ervoor zorgen dat bedrijven de schade kunnen beperken tijdens een overstroming en/of sneller kunnen opstarten na de overstroming. Deze maatregelen hangen nauw samen met de nood- en herstelplannen van de betreffende bedrijven.

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 Figuur 0-5 voor voorbeelden).



Figuur 0-5. 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.

### A3 Inundatiekaarten



Herhalingstijd 10 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 100 jaar in huidige situatie



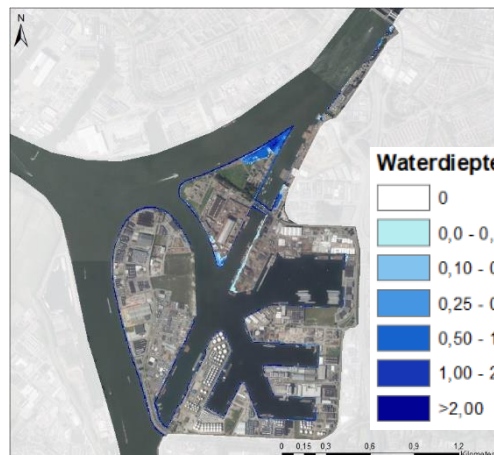
Herhalingstijd 300 jaar in huidige situatie



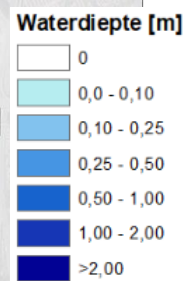
Herhalingstijd 1.000 jaar in huidige situatie

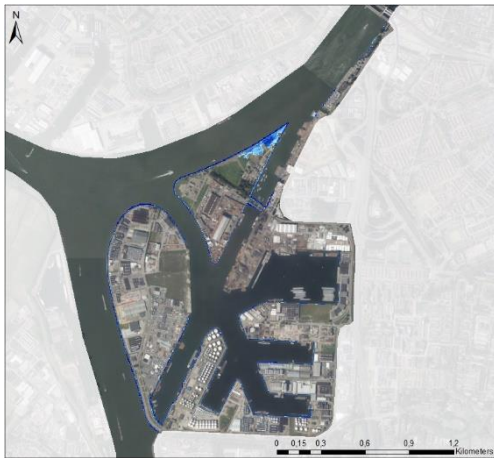


Herhalingstijd 3.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 10.000 jaar in huidige situatie





Herhalingstijd 10 jaar in 2050



Herhalingstijd 100 jaar in 2050



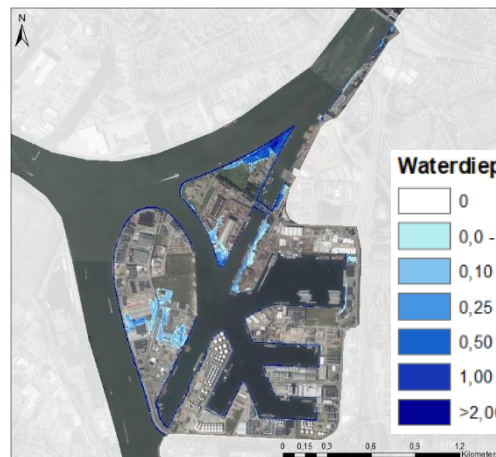
Herhalingstijd 300 jaar in 2050



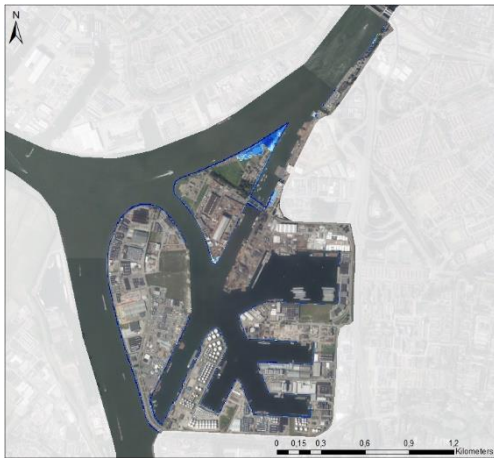
Herhalingstijd 1.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 10.000 jaar in 2050



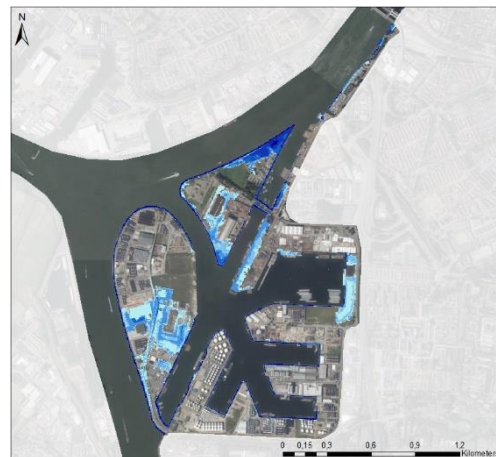
Herhalingstijd 10 jaar in 2100



Herhalingstijd 100 jaar in 2100



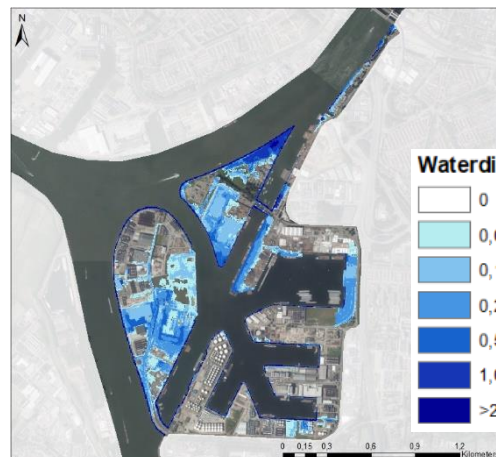
Herhalingstijd 300 jaar in 2100



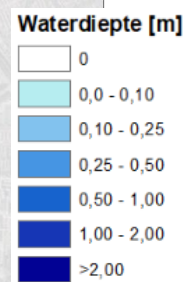
Herhalingstijd 1.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2100

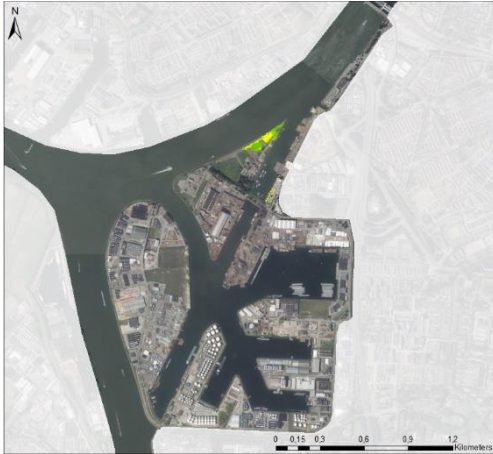


Herhalingstijd 10.000 jaar in 2100





## A4 Schadekaarten



Herhalingstijd 10 jaar in huidige situatie



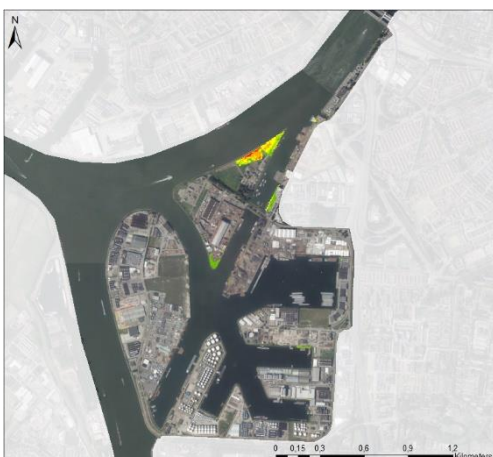
Herhalingstijd 100 jaar in huidige situatie



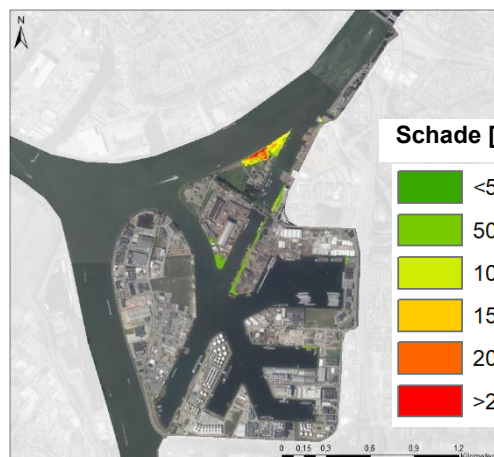
Herhalingstijd 300 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 1.000 jaar in huidige situatie

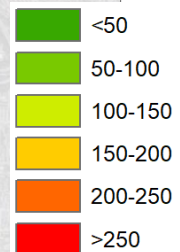


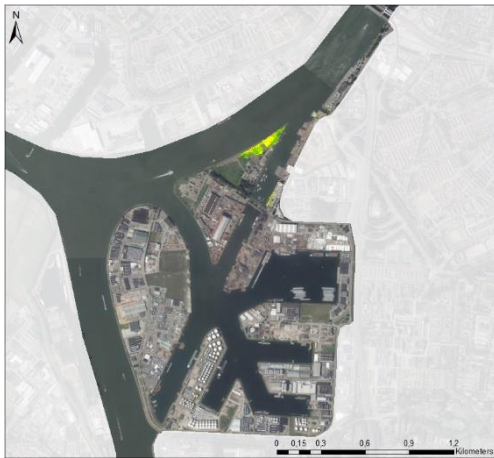
Herhalingstijd 3.000 jaar in huidige situatie



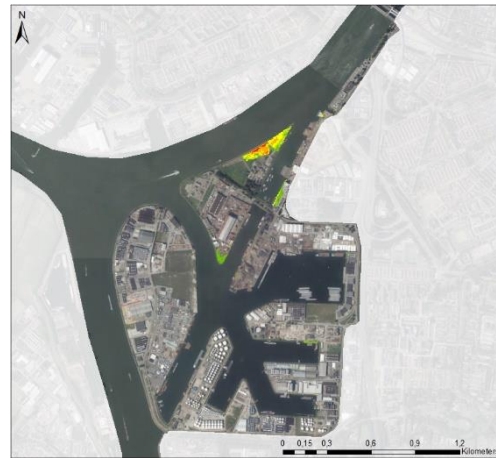
Herhalingstijd 10.000 jaar in huidige situatie

**Schade [€/m<sup>2</sup>]**

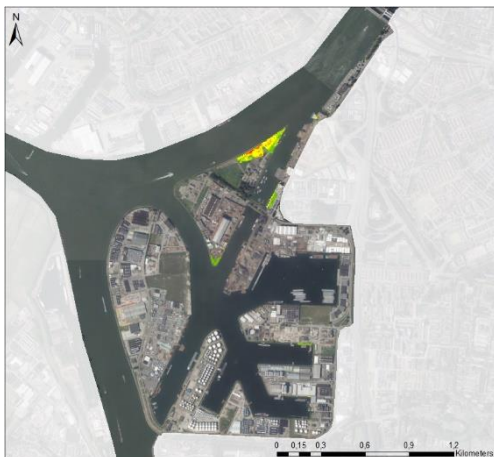




Herhalingstijd 10 jaar in 2050



Herhalingstijd 100 jaar in 2050



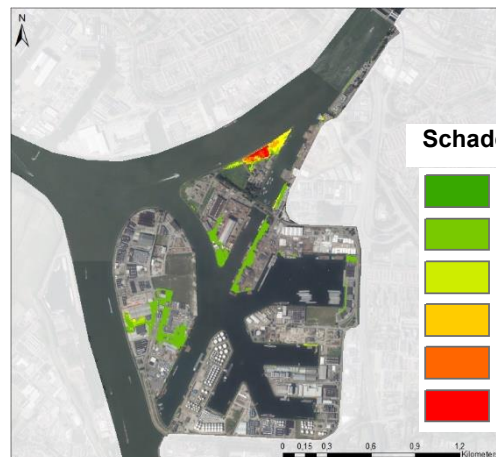
Herhalingstijd 300 jaar in 2050



Herhalingstijd 1.000 jaar in 2050

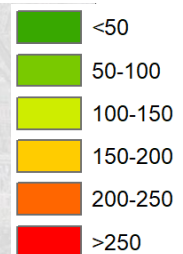


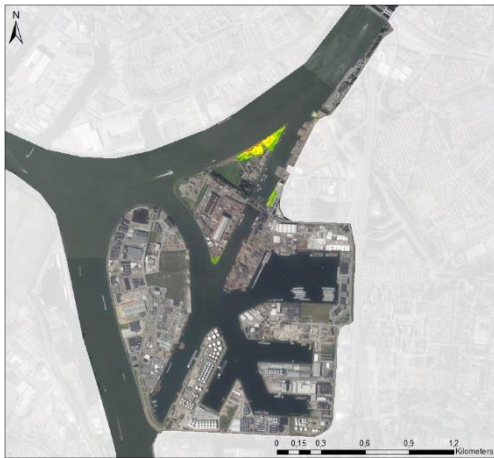
Herhalingstijd 3.000 jaar in 2050



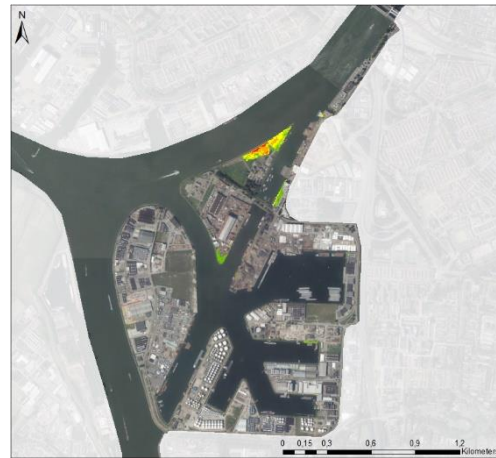
Herhalingstijd 10.000 jaar in 2050

Schade [€/m<sup>2</sup>]

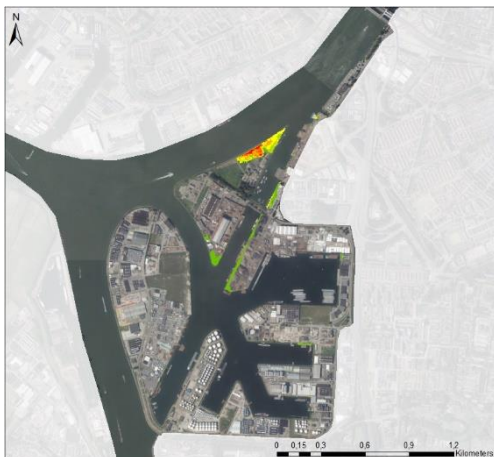




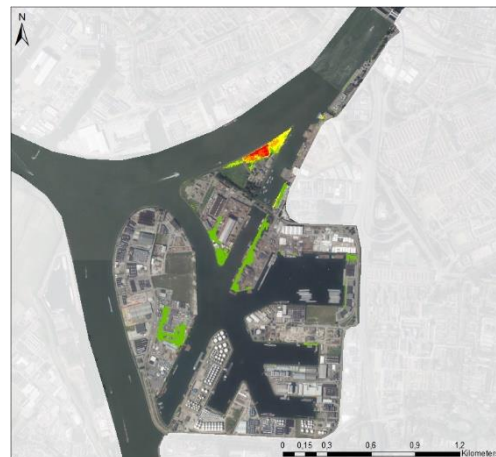
Herhalingstijd 10 jaar in 2100



Herhalingstijd 100 jaar in 2100



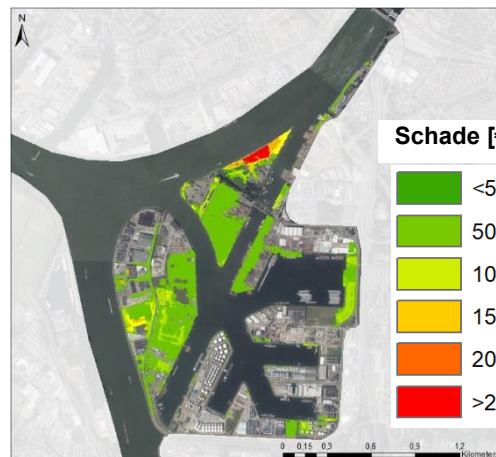
Herhalingstijd 300 jaar in 2100



Herhalingstijd 1.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 10.000 jaar in 2100

**Schade [€/m<sup>2</sup>]**

