

NOTITIE

Overstromingsrisico's overige gebieden

Een waterveilige haven - nu en in de toekomst

Klant: Havenbedrijf Rotterdam

Referentie: BF4776WATRP2101271017

Status: Definitief/P01.03

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: Overstromingsrisico's overige gebieden

Ondertitel: Een waterveilige haven – nu en in de toekomst
Referentie: BF4776WATRP2101271017
Status: P01.03/Definitief
Datum: 3 mei 2021
Projectnaam: Waterveiligheid overige gebieden
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: 16 februari 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

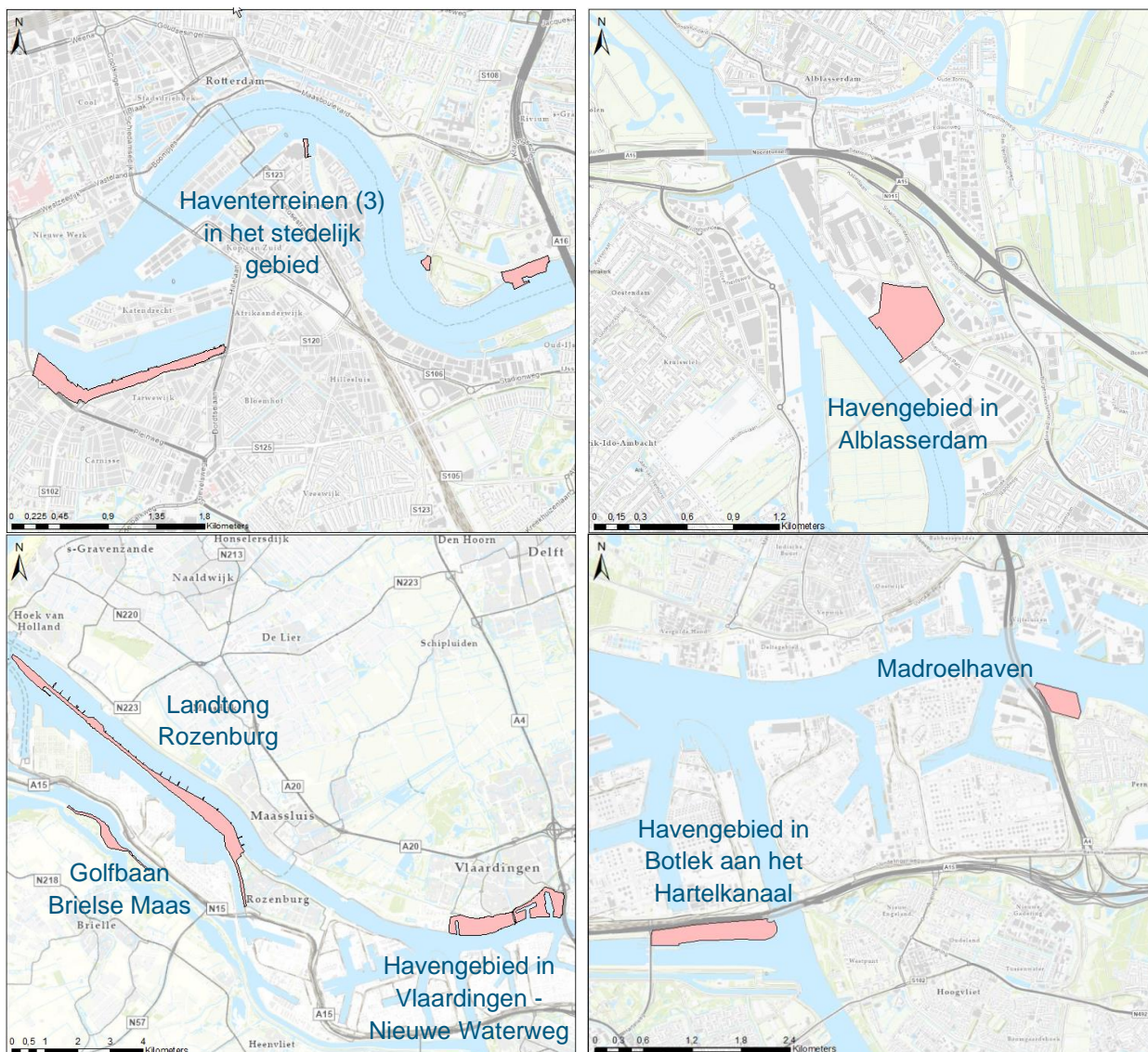
1	Werken aan waterveiligheid in het Rotterdamse havengebied	1
1.1	Werkwijze	2
1.2	Leeswijzer	5
2	Een waterveilig havengebied in Alblasserdam	7
2.1	Gebiedsbeschrijving	7
2.2	Overstromingskansen	7
2.3	Gevolgen van een overstroming	8
2.4	Overstromingsrisico's in perspectief	9
2.5	Kansrijke maatregelen	10
3	Een waterveilige golfbaan 'Brielse Maas'	11
3.1	Gebiedsbeschrijving	11
3.2	Overstromingskansen	12
3.3	Gevolgen van een overstroming	14
3.4	Overstromingsrisico's in perspectief	14
3.5	Kansrijke maatregelen	15
4	Een waterveilig havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg	16
4.1	Gebiedsbeschrijving	16
4.2	Overstromingskansen	16
4.3	Gevolgen van een overstroming	19
4.4	Overstromingsrisico's in perspectief	22
4.5	Kansrijke maatregelen	24
5	Een waterveilige landtong Rozenburg	26
5.1	Gebiedsbeschrijving	26
5.2	Overstromingskansen	27
5.3	Gevolgen van een overstroming	36
5.4	Overstromingsrisico's in perspectief	37
5.5	Kansrijke maatregelen	38
6	Waterveilige havengebieden in het stedelijk gebied	39
6.1	Gebiedsbeschrijving	39
6.2	Overstromingskansen	40
6.3	Gevolgen van een overstroming	43
6.4	Overstromingsrisico's in perspectief	46

6.5	Kansrijke maatregelen	47
7	Een waterveilige Madroelhaven	51
7.1	Gebiedsbeschrijving	51
7.2	Overstromingskansen	51
7.3	Gevolgen van een overstroming	54
7.4	Overstromingsrisico's in perspectief	57
7.5	Kansrijke maatregelen	58
8	Een waterveilig havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal	59
8.1	Gebiedsbeschrijving	59
8.2	Overstromingskansen	59
8.3	Gevolgen van een overstroming	62
8.4	Overstromingsrisico's in perspectief	65
8.5	Kansrijke maatregelen	66
	Literatuurlijst	67
	Bijlagen	68

1 Werken aan waterveiligheid in het Rotterdamse havengebied

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 het project 'Waterveiligheid overige buitendijkse havengebieden' is onderzocht hoe overstromingsrisico's in de volgende buitendijkse gelegen havengebieden beheerst kunnen blijven: Alblasterdam, Brielse Maas, Nieuwe waterweg – Vlaardingen, Rozenburg en enkele haventerreinen in het stedelijk gebied (zie Figuur 1-1). "Buitendijks" gebied betekent niet dat het gebied volledig onbeschermd is. Zo zijn in het verleden sommige gebieden al hoog aangelegd om de kans op overstroom 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 er in sommige gebieden maatregelen gewenst om het overstromingsrisico te beheersen tot een acceptabel niveau.



Figuur 1-1: 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.

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 overstromingen¹. 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.

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

Overstromingskans

Voor de kans van overstromen is gebruik gemaakt van de Hydra-NL database van Rijkswaterstaat voor de waterstanden bij verschillende herhalingstijden en zichtjaren (Deltares, 2018)². 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

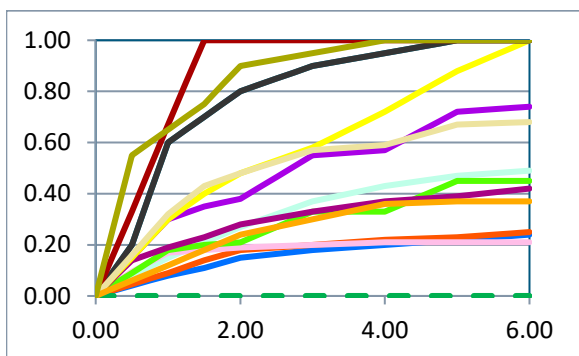
Een overstroming kan verschillende gevolgen hebben. Uit de voorgaande overstromingsrisicoanalyses in de buitendijkse havengebieden kwam naar voren dat economische schade dominant is ten opzichte van de kans op dodelijke slachtoffers en milieuschade³ om te bepalen of en wanneer een maatregel gewenst is 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 (bijvoorbeeld met andere havengebieden in Rotterdam).

De directe economische schade is gekwantificeerd met schadefuncties⁴ van Tebodin (1998) voor de verschillende gebruiksfuncties in Alblasterdam 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.

² De waterstanden voor het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal zijn vastgesteld op basis van numerieke modellering in het kader van de pilot Botlek Waterveiligheid

³ Uit de analyse van het Lokaal Individueel Risico is de kans op dodelijke slachtoffers vrijwel nihil naar verwachting. Een kwalitatieve analyse met experts en stakeholders laat zien dat verwacht wordt dat eventuele milieuschade beperkt blijft tot het 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).



Gebrijksfunctie	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

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 terrein
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 deze gebieden 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 geïventariseerd (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 het 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 per hoofdstuk een gebied: de karakteristieken ervan, de overstromingsrisico's en de kansrijke maatregelen:

- Hoofdstuk 2: Een waterveilig havengebied in Alblasterdam;
- Hoofdstuk 3: Een waterveilige golfbaan 'Brielse Maas';
- Hoofdstuk 4: Een waterveilig havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg;
- Hoofdstuk 5: Een waterveilige landtong Rozenburg;
- Hoofdstuk 6: Waterveilige havengebieden in het stedelijk gebied;

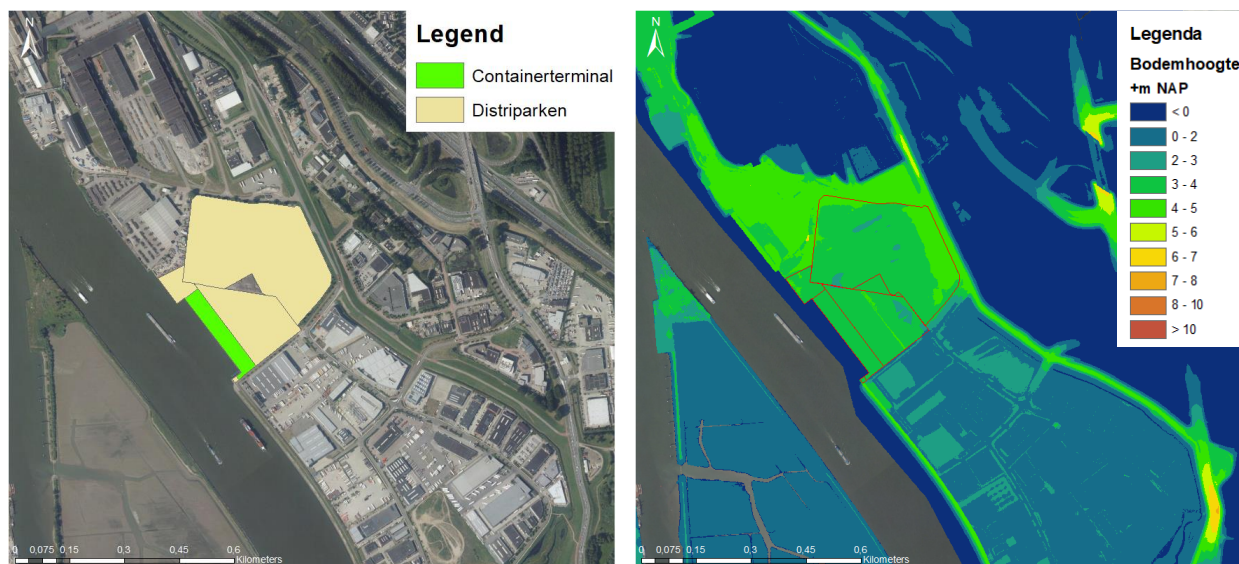
- Hoofdstuk 7: Een waterveilige Madroelhaven;
- Hoofdstuk 8: Een waterveilig havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal.

2 Een waterveilig havengebied in Alblasserdam

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van het gebied (§2.1), de overstromingskansen (§2.2) en gevolgen ervan (§2.3). In §2.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewenst zijn. Tenslotte staan in §2.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van een waterveilig buitendijks havengebied in Alblasserdam, nu en in de toekomst.

2.1 Gebiedsbeschrijving

Het buitendijkse gebied in Alblasserdam beslaat ongeveer 120 ha, waarvan 14 ha in gebruik is voor havengerelateerde activiteiten van het Havenbedrijf van Rotterdam. Deze activiteiten bestaan voor ruim 90% uit distriparken. De rest van het gebied is in gebruik door een containerterminal die gevestigd is aan de kade. Het buitendijkse haventerrein ligt op gemiddeld NAP+3,6m en de kadehoogte varieert tussen de NAP+3,6 en 4,0m. Figuur 2-1 geeft het landgebruik van het havengebied en de terreinhoogte weer.



Figuur 2-1. Landgebruik (links) en terreinhoogte van het buitendijkse havengebied in Alblasserdam

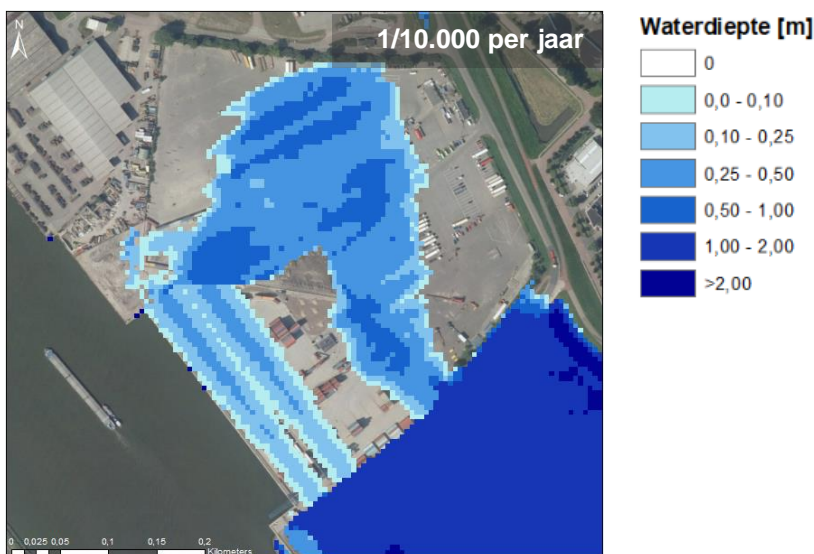
2.2 Overstromingskansen

Ondanks dat de haven van Alblasserdam 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 Alblasserdam 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 haven van Alblasserdam hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 2-2 voor de waterstanden).

Tabel 2-1: Waterstanden in de haven van Alblasterdam 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	2,5	2,6	2,8
100 jaar	2,7	2,8	3,1
300 jaar	2,8	2,9	3,3
1.000 jaar	2,9	3,0	3,4
3.000 jaar	3,0	3,2	3,6
10.000 jaar	3,1	3,4	3,7

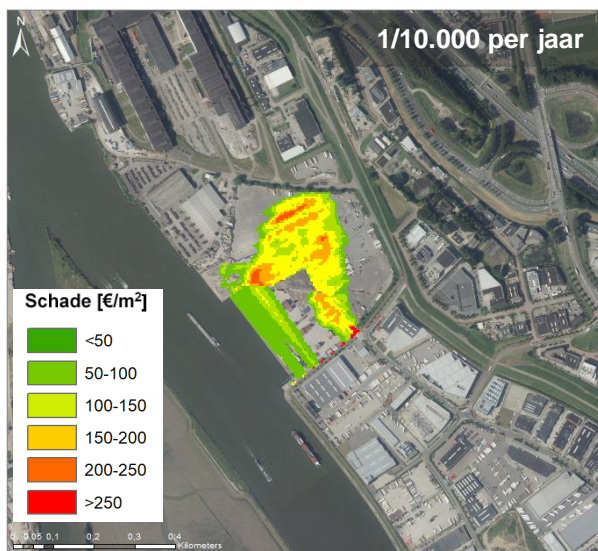
Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming in het studiegebied. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat de kans dat het buitendijkse havengebied in Alblasterdam overstroomt als gevolg van hoogwater op de Noordzee op dit moment kleiner is dan 1/10.000 jaar. In de toekomst neemt de kans op overstromen toe door zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering. Echter, ook vanaf 2100 blijft de kans op overstroming klein (1/10.000 jaar). Figuur 2-2 geeft de waterdiepte van een overstroming van 1/10.000 jaar in 2100 weer.



Figuur 2-2. Overstromingsbeelden van het buitendijkse havengebied in Alblasterdam in 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/10.000

2.3 Gevolgen van een overstroming

In dit gebied leidt een overstroming tot economische schade vanaf zichtjaar 2100 bij een overstromingskans van 1/10.000 jaar. In alle andere situaties treedt er geen schade op. Figuur 2-3 visualiseert de schade van een overstroming met een kans van voorkomen van 1/10.000 jaar in het havengebied in Alblasterdam in 2100.



Directe schade			
Kans/jaar	nu	2050	2100
1/10.000	0	0	7,3

Totale schade			
Kans/jaar	nu	2050	2100
1/10.000	0	0	11,0

Alle waardes in miljoenen Euro's.

Figuur 2-3. Schadekaart van het havengebied in Alblaserdam in 2100 (W+ scenario) met een overstromingskans van 1/10.000 jaar

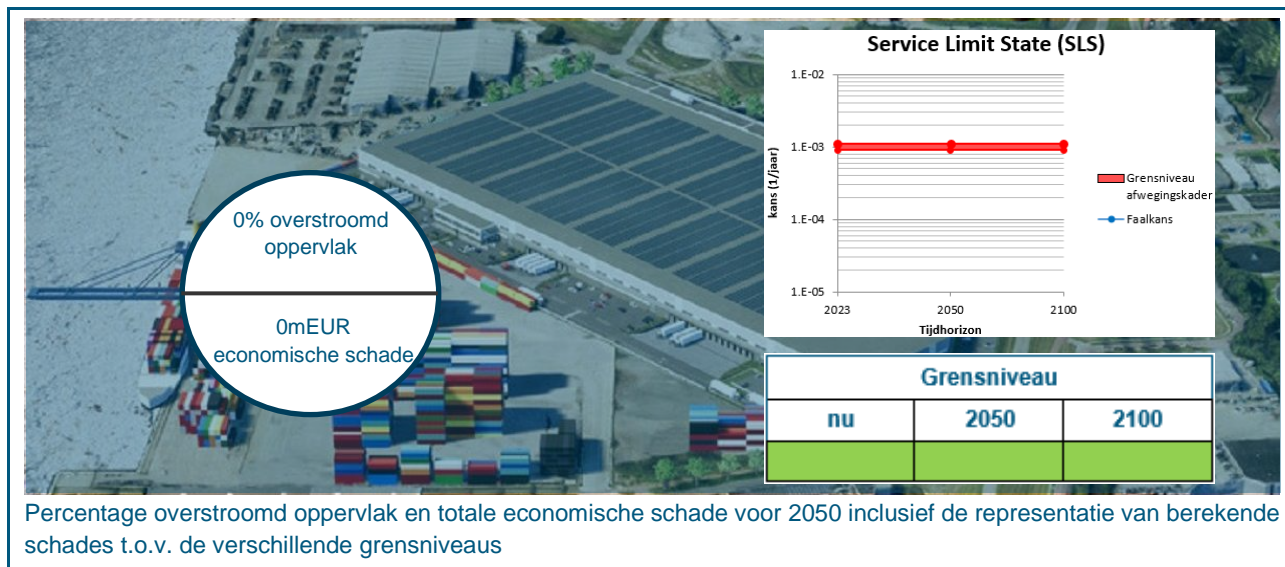
2.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van het havengebied in Alblaserdam zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief (het grensniveau). Tabel 2-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied in Alblaserdam in perspectief van waterveiligheid binnendijks te plaatsen.

Tabel 2-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
0,56 miljoen Euro	1/100
5,6 miljoen Euro	1/1.000
56 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 2-4 neemt een overstroming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Figuur 2-4. 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 faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader

De afweging in Figuur 2-4 laat zien dat het grensniveau voor zowel de huidige periode als in 2050 en 2100 niet overschreden wordt, omdat er geen schade optreedt.

2.5 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 buitendijkse havengebied in Alblasterdam op basis van de huidige verwachte zeespiegelstijging en het huidige landgebruik.

Ondanks dat het risico naar verwachting niet groot genoeg is om aan de slag te gaan met maatregelen, kan het opstellen van nood- en herstelplannen inclusief noodvoorzieningen mogelijk interessant zijn. De kosten van deze maatregel zijn beperkt terwijl het tegelijkertijd nuttig is voor het oplossen van lokale knelpunten en mitigeren van het restrisico. Met een noodplan in combinatie met noodvoorzieningen kan een bedrijf het overstromingsrisico zoveel mogelijk opvangen aan de voorkant. 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.

3 Een waterveilige golfbaan ‘Brielse Maas’

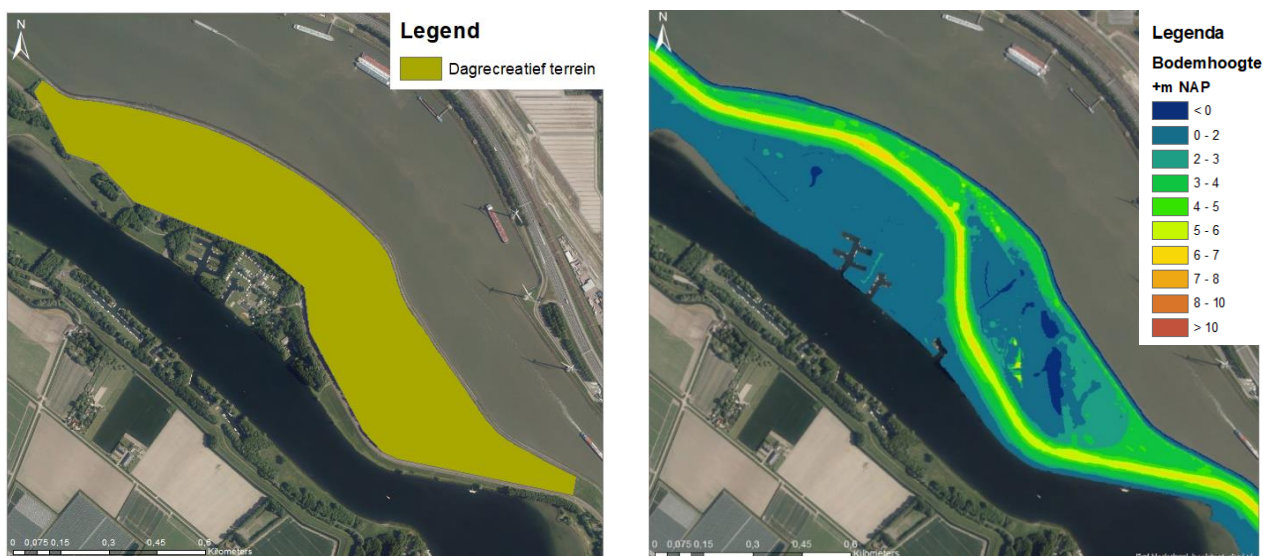
Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van het gebied (§3.1), de overstromingskansen (§3.2) en gevolgen ervan (§3.3). In §3.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewenst zijn. Tenslotte staan in §3.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van een waterveilige buitendijks gelegen golfbaan ‘Brielse Maas’, nu en in de toekomst.

3.1 Gebiedsbeschrijving

De golfbaan ligt buitendijks in het recreatiegebied Brielse Meer aan de ‘Brielse Maas’ en is ongeveer 52 ha. Het terrein is in eigendom van het Havenbedrijf van Rotterdam en de grond van dit gebied is in erfpacht bij het Havenbedrijf. Het gebied heeft aan de waterkant (het Hartelkanaal) een hoogte van gemiddeld NAP+3,5 m – dit is een glooiing met een muurtje erboven tot NAP+5,0m op (zie foto onder), maar het grootste deel van gebied ligt op gemiddeld op NAP+1,0 m. De hoger gelegen Krabbeweg doorsnijdt het gebied. Figuur 3-1 geeft het landgebruik en de terreinhoogte weer.



Foto 3-1. Visualisatie van de glooiing en het muurtje op de golfbaan aan de kant van het Hartelkanaal (Bron: Google)



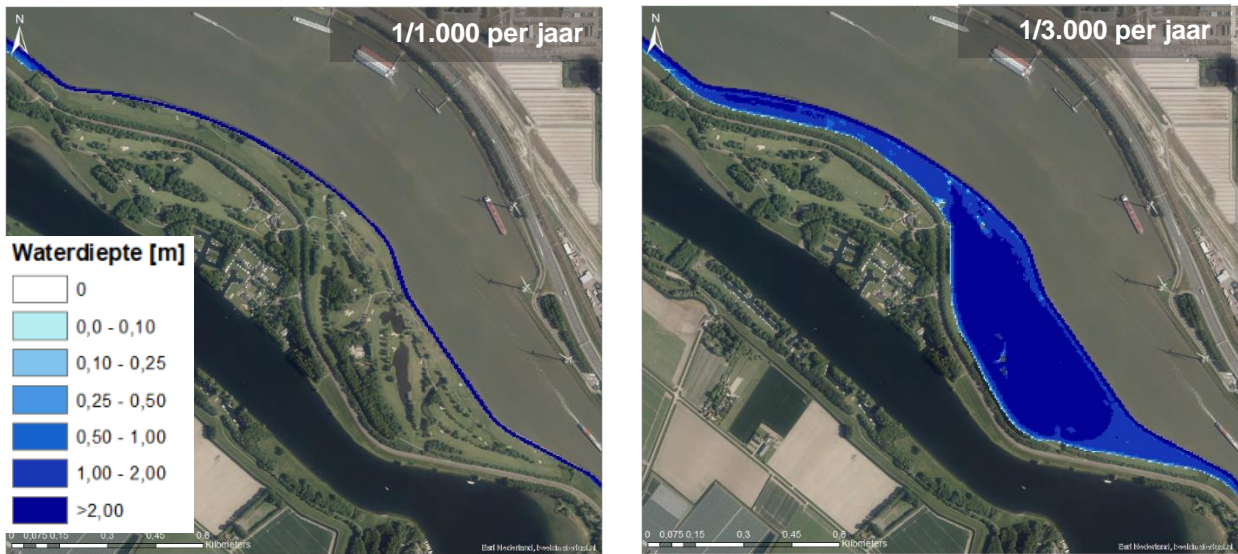
Figuur 3-1. Landgebruik (links) en terreinhoogte van het buitendijkse havengebied Brielse Maas

3.2 Overstromingskansen

Indien de waterstand ter plaatse van de golfbaan hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 3-1 voor de waterstanden). Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming van de golfbaan. Uit deze analyse komt naar voren dat er een kans is van 1/3.000 jaar dat het gebied overstroomt vanwege hoogwater op de Noordzee. Dit is het moment dat het water over de glooiing en het muurtje stroomt, waarna het gebied tussen de glooiing en de Krabbeweg volloopt. Bij een kleinere overstromingskans (bijv. 1/10.000 jaar) verandert dit beeld niet. Figuur 3-2 visualiseert deze overstromingskans.

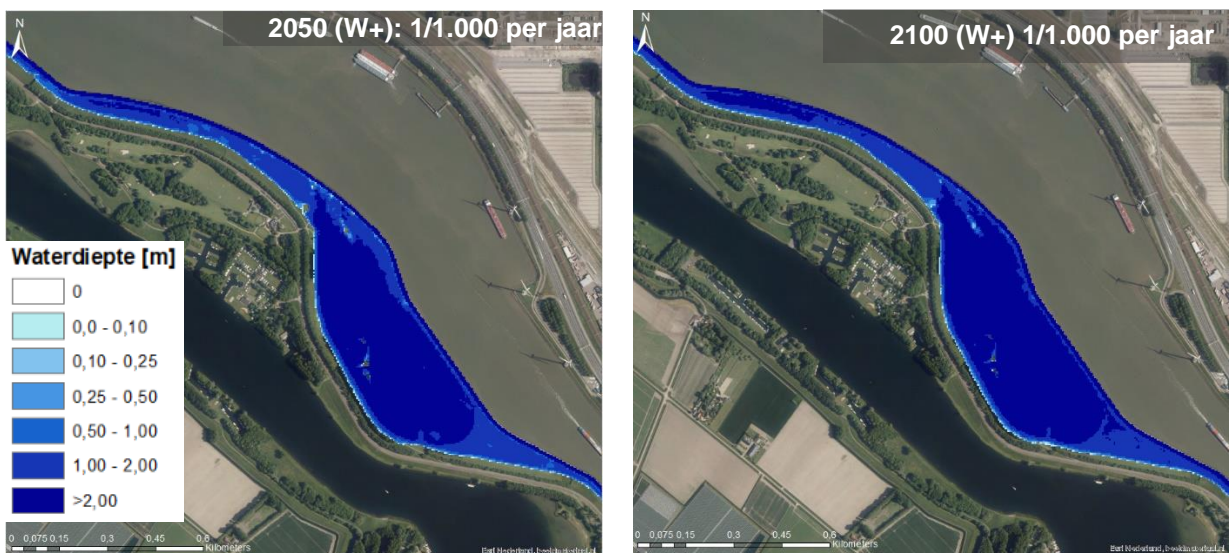
Tabel 3-1: Waterstanden ter plaatse van golfbaan 'Brielse Maas' afgeleid op basis van de Hydra-NL database

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	3,7	3,9	4,3
100 jaar	4,3	4,5	4,9
300 jaar	4,5	4,7	5,2
1.000 jaar	4,9	5,1	5,5
3.000 jaar	5,2	5,4	5,9
10.000 jaar	5,6	5,8	6,3



Figuur 3-2. Overstromingsbeelden van de golfbaan 'Brielse Maas' in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000 en 1/3.000

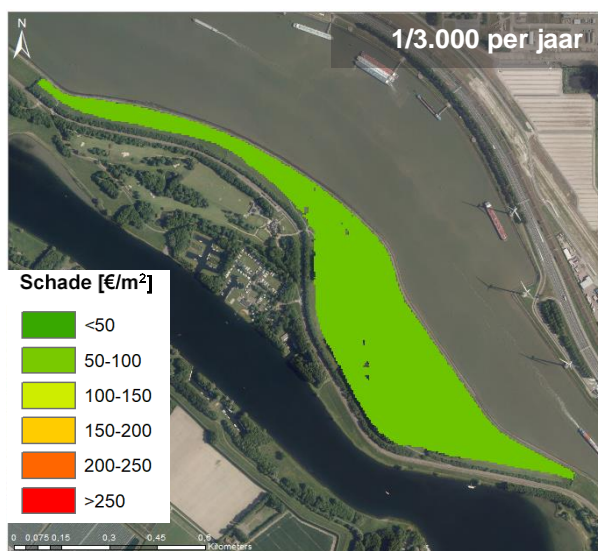
In de toekomst neemt de kans op overstromen toe door zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering. Met een zeespiegel van +35 cm (2050 bij het W+ scenario) overstromt de glooiing met het muurtje bij een overstroming van 1/1.000 jaar. Een zeespiegelstijging van 85 cm (2100 bij het W+ scenario) heeft als gevolg dat de kans op een overstroming nog meer toeneemt (ca. 1/300 jaar). Ook nemen de inundatiedieptes toe als gevolg van zeespiegelstijging (toe boven de 2m bij een overstromingskans van 1/10.000 jaar en 1/3.000 jaar respectievelijk). Het overstromingsbeeld blijft verder gelijk aan een overstroming met een kans van 1/3.000 jaar op dit moment. Figuur 3-3 visualiseert deze overstromingskansen.



Figuur 3-3. Overstromingsbeelden van golfbaan Brielse Maas in 2050 en 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000

3.3 Gevolgen van een overstroming

Als het gebied te maken krijgt met een overstroming loopt het hele gebied tussen de glooiing en de Krabbeweg onder. Door de lage economische landgebruikswaarde, is er weinig verschil in economische schade tussen de verschillende overstromingskansen en zichtjaren. De spreiding van de schade die optreedt in de huidige situatie bij een overstromingskans van 1/3.000 is gevisualiseerd in Figuur 3-4.



Directe schade			
Kans/jaar	nu	2050	2100
1/1.000	0	3,4	3,6
1/3.000	3,4	3,6	3,8
1/10.000	3,6	3,8	3,9

Totale schade			
Kans/jaar	nu	2050	2100
1/1.000	0	3,4	3,6
1/3.000	3,4	3,6	3,8
1/10.000	3,6	3,8	3,9

Alle waarden in miljoenen Euro's.

Figuur 3-4. Schadekaart in de huidige situatie bij een overstromingskans van 1/3.000 jaar

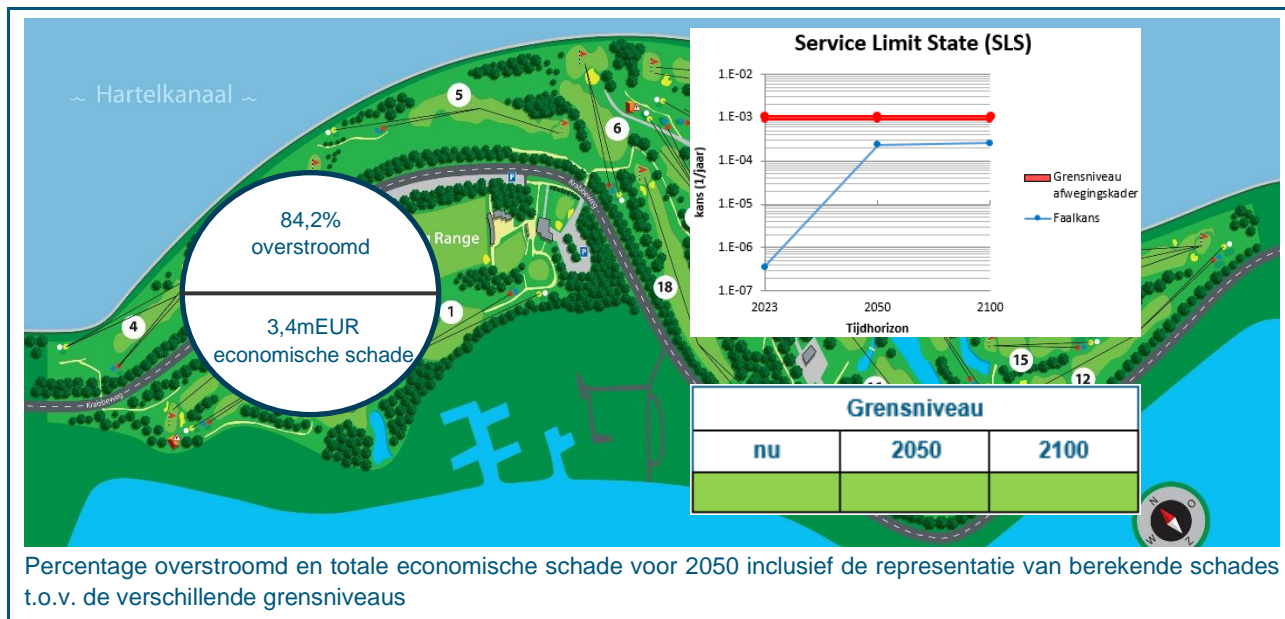
3.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van de golfbaan 'Brielse Maas' zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Tabel 3-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's van de golfbaan in perspectief van waterveiligheid binnendijs te plaatsen.

Tabel 3-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
1,4 miljoen Euro	1/100
14 miljoen Euro	1/1.000
140 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 3-5 neemt een overstroming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Figuur 3-5. 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 faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader.

De afweging in Figuur 3-5 laat zien dat het grensniveau voor zowel de huidige periode als in 2050 en 2100 niet overschreden wordt.

3.5 Kansrijke maatregelen

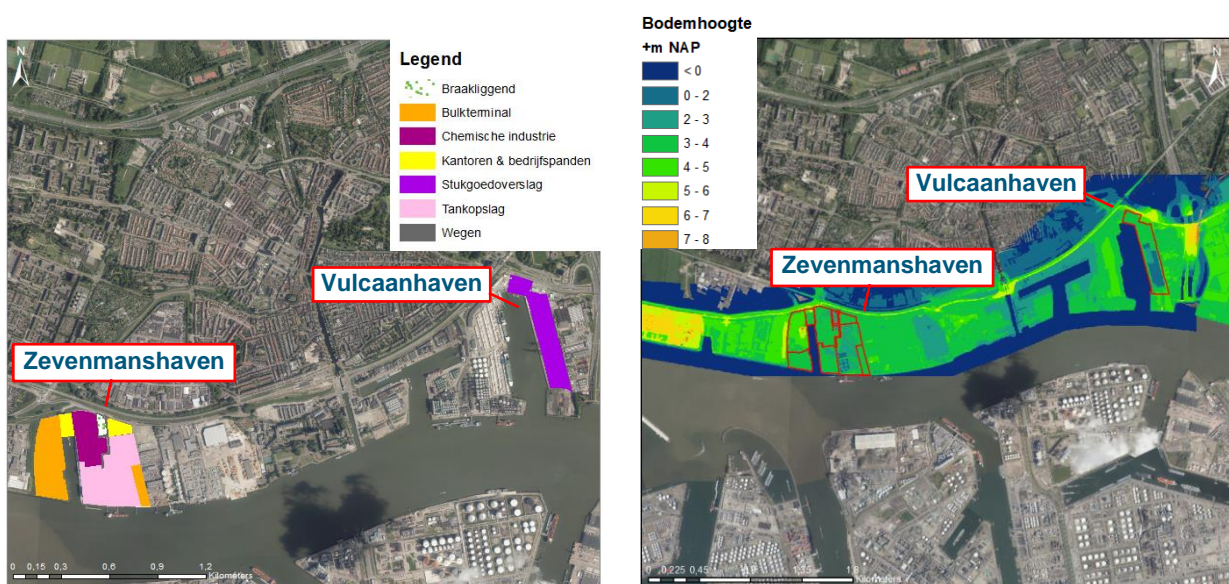
Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat er geen maatregelen nodig zijn om het overstromingsrisico te beheersen van de golfbaan 'Brielse Maas' op basis van het huidige landgebruik.

4 Een waterveilig havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van het gebied (§4.1), de overstromingskansen (§4.2) en gevolgen ervan (§4.3). In §4.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewenst zijn. Tenslotte staan in §4.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van een waterveilig buitendijks havengebied in Vlaardingen, nu en in de toekomst.

4.1 Gebiedsbeschrijving

Het buitendijkse gebied bij de Nieuwe Waterweg in Vlaardingen is ongeveer 402 ha, waarvan 38 ha in gebruik wordt genomen door havengerelateerde activiteiten van het Havenbedrijf van Rotterdam. Deze activiteiten liggen in de Zevenmanshaven en Vulcaanhaven (zie Figuur 4-1). De Zevenmanshaven ligt gemiddeld op NAP+3,3m en de Vulcaanhaven ligt gemiddeld op NAP+2,9m. Wat betreft havenactiviteiten zijn tankopslag (29%), bulkterminal (25%) en stukgoedoverslag (24%) het meest aanwezig. Daarna volgen chemische en biobased industrie (13%), kantoren & bedrijfspanden (6%) en wegen (1%). Figuur 4-1 geeft het landgebruik en de terreinhoogte weer.



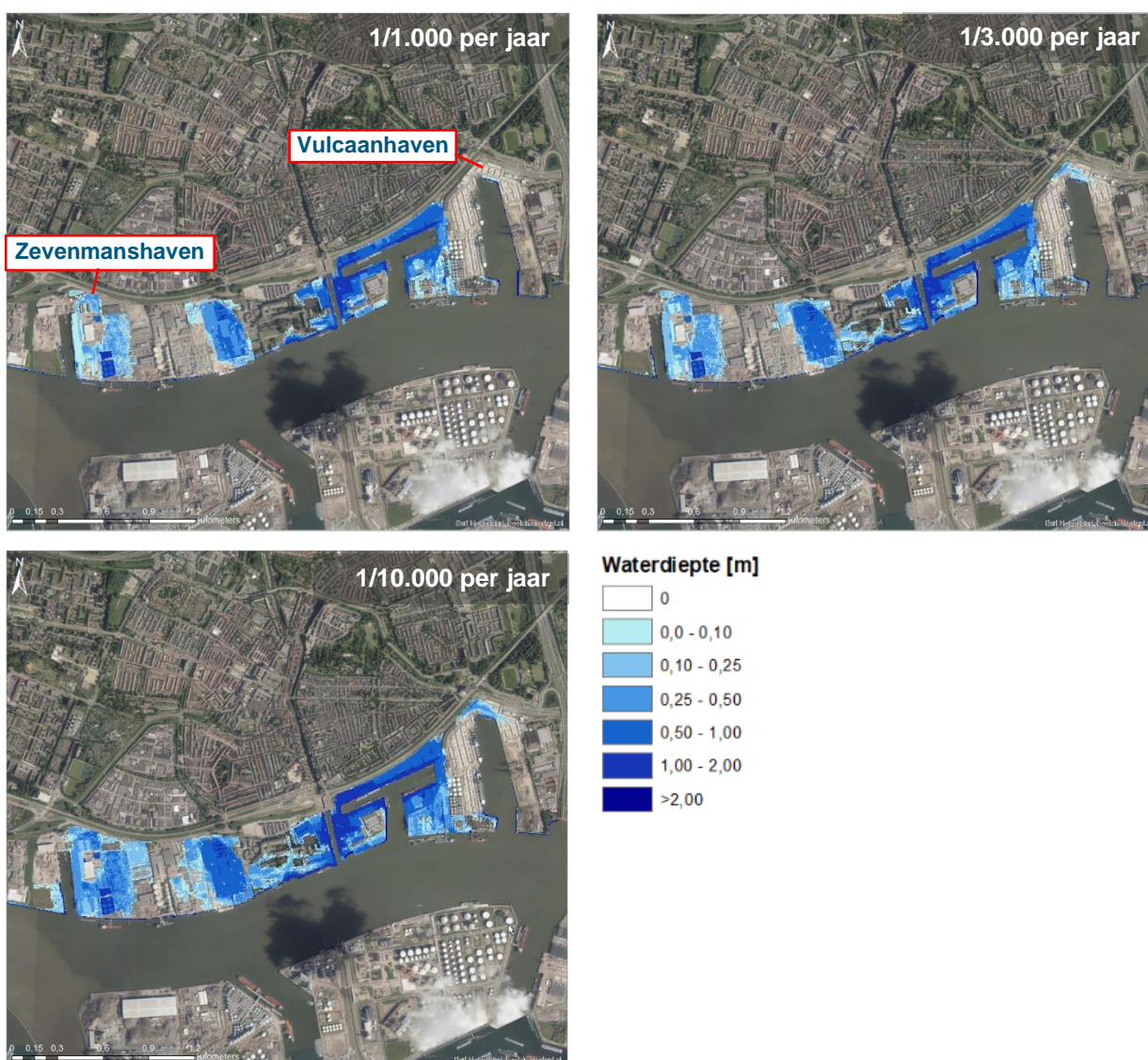
Figuur 4-1. Landgebruik (links) en terreinhoogte van het buitendijkse havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg

4.2 Overstromingskansen

Indien de waterstand in het havengebied van Vlaardingen hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 4-1 voor de waterstanden). Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat er een kleine kans (1/1.000-per jaar) is dat een groot gedeelte van de Zevenmanshaven in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen te maken krijgt met een overstroming vanwege hoog water op de Noordzee. De Vulcaanhaven overstroomt niet, ook niet bij een zeer kleine kans van 1/10.000 jaar, met uitzondering van het meest noordelijke puntje. Figuur 4-2 geeft de overstromingsbeelden weer. De figuur laat zien Dat een aantal terreinen buiten het studiegebied (het buitendijkse havengebied van het Havenbedrijf van Rotterdam) een grotere kans op overstroom heeft. Deze zijn echter geen onderdeel van deze overstromingsrisicoanalyse.

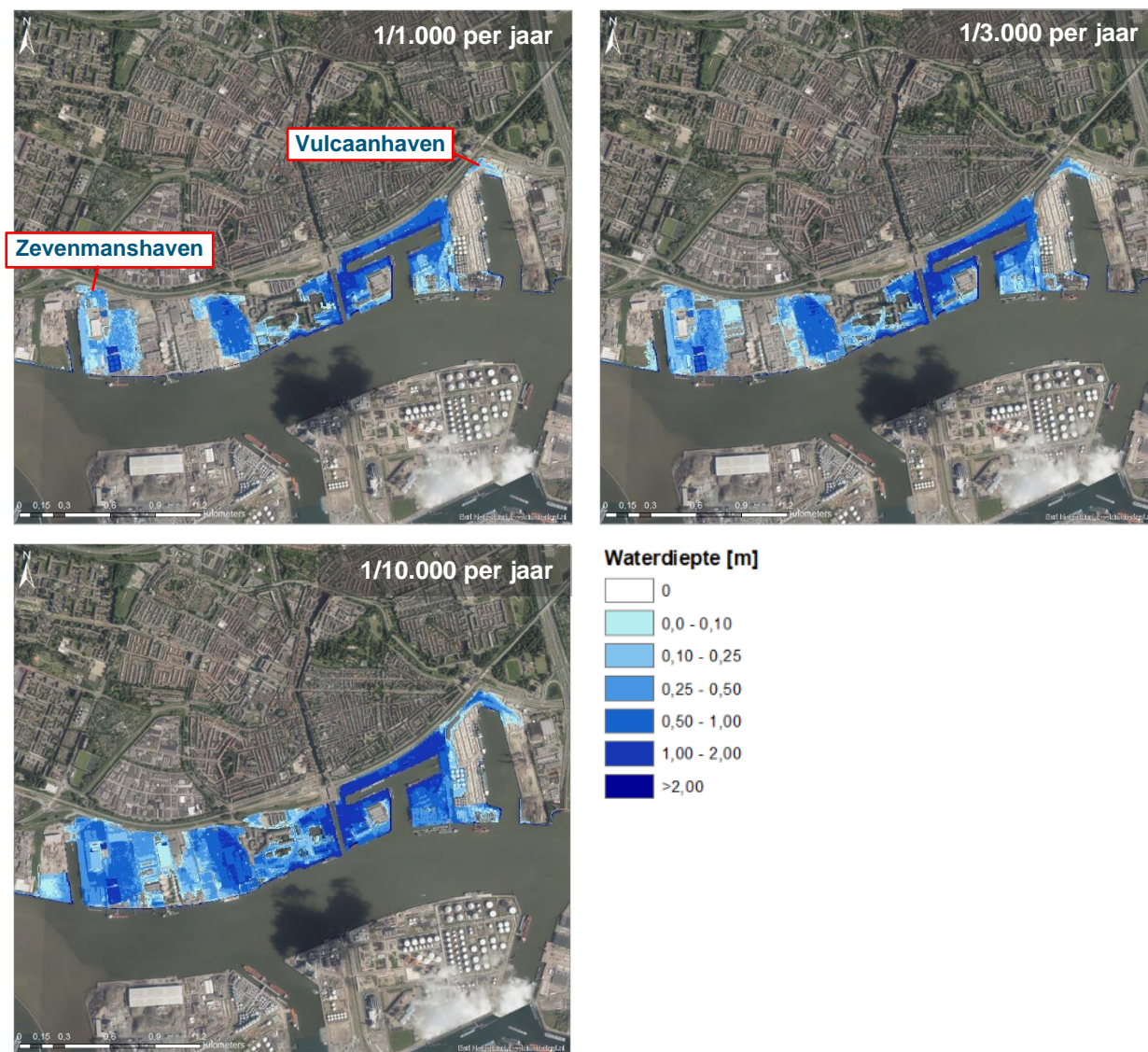
Tabel 4-1: Waterstanden voor havengebied in Vlaardingen afgeleid op basis van de Hydra-NL database

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	2,9	3,0	3,2
100 jaar	3,1	3,2	3,3
300 jaar	3,2	3,3	3,4
1000 jaar	3,3	3,4	3,6
3000 jaar	3,4	3,5	3,9
10000 jaar	3,5	3,8	4,2

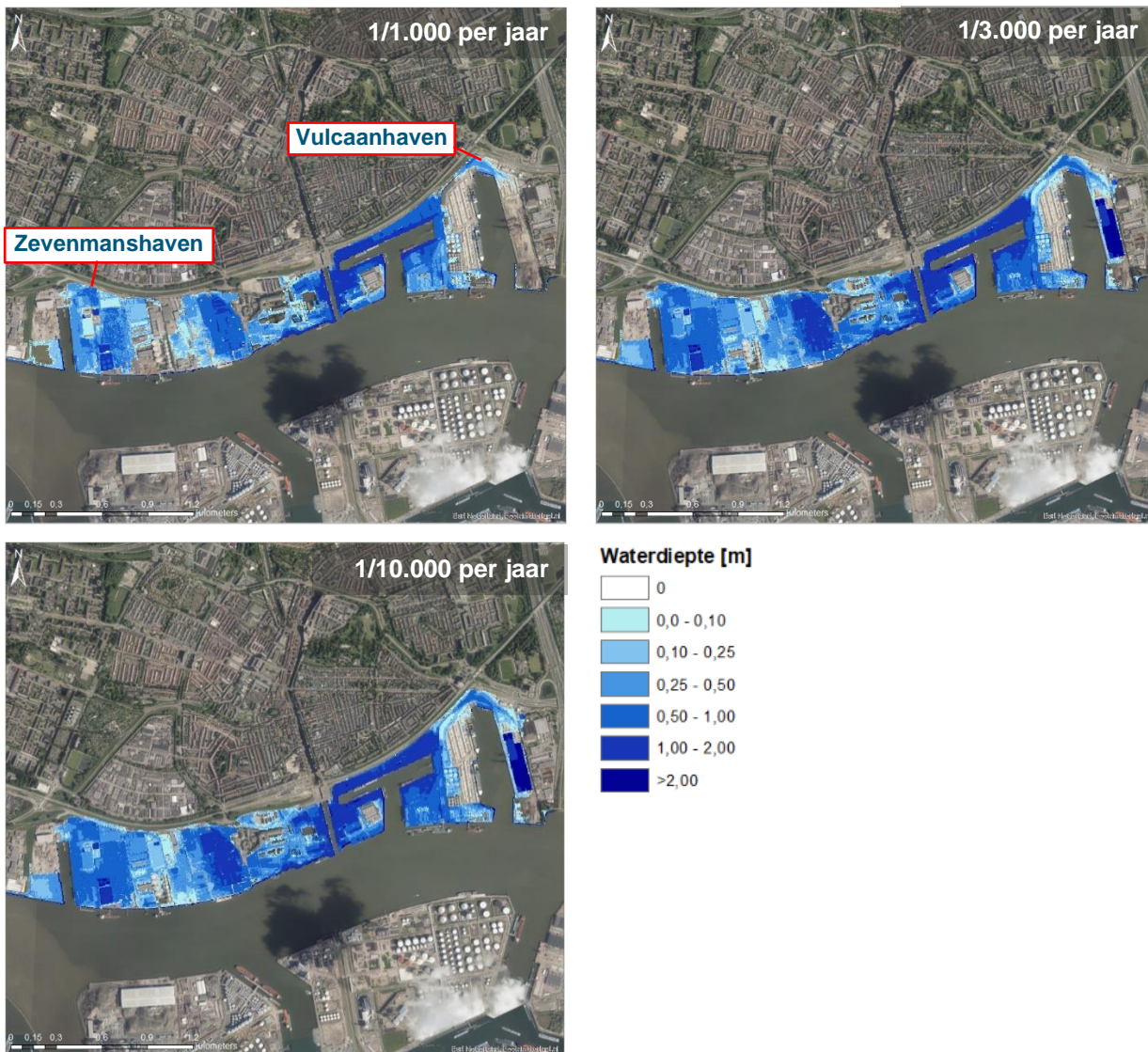


Figuur 4-2. Overstromingsbeelden van het buitendijkse gebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000.

De zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. Bij een zeespiegelstijging van +35cm (in 2050 bij het W+ scenario) bij een kans van 1/1.000 is het overstromingsbeeld ongeveer gelijk aan het beeld in de huidige situatie bij een kans van 1/3.000. Bij kleinere overstromingskansen in 2050 (W+ scenario) neemt zowel het areaal als de waterdiepte toe (zie Figuur 4-3). Een zeespiegelstijging van +85cm (in 2100 bij het W+ scenario) zet de toename in areaal en waterdiepte verder door. Bij een overstromingskans van 1/10.000 jaar in 2100 (W+ scenario) krijgt bijna het hele buitendijkse gebied in Vlaardingen bij de Nieuwe Waterweg te maken met een overstroming (zie Figuur 4-4).



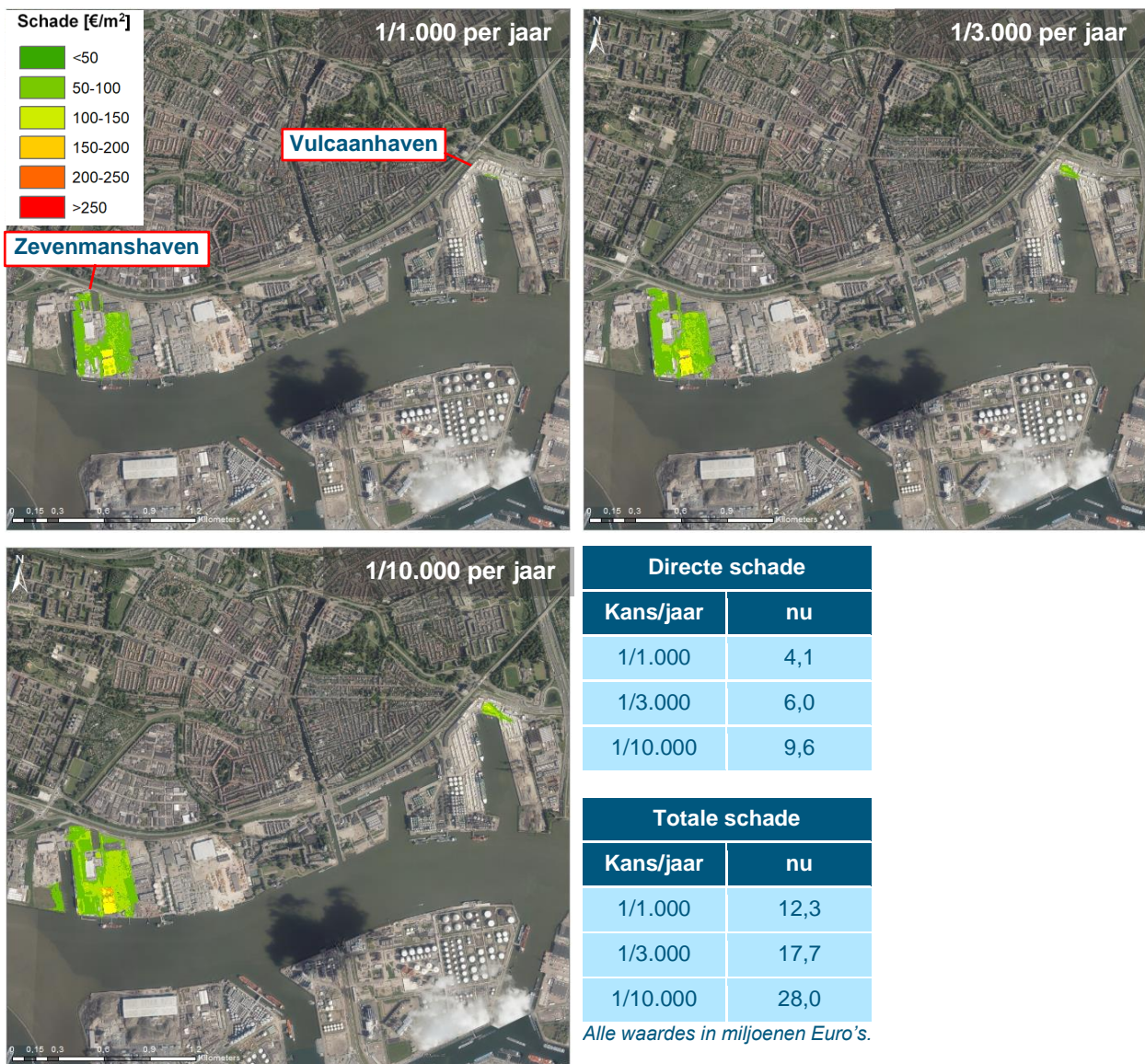
Figuur 4-3. Overstromingsbeelden van het buitendijkse gebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg in de 2050 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



Figuur 4-4. Overstromingsbeelden van het buitendijkse gebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg in de 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

4.3 Gevolgen van een overstroming

Als gevolg van een overstroming treedt er economische schade op in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen. Figuur 4-5 geeft voor drie herhalingstijden de ruimtelijke spreiding van de directe schade weer in het havengebied in de huidige situatie. Bij lagere herhalingstijden treedt in de Zevenmanshaven. In 2050 (Figuur 4-6) en 2100 (Figuur 4-7) breidt dit beeld zich verder uit en neemt ook de schade toe in het noordelijke puntje van de Vulcaanhaven in het oosten.



Figuur 4-5. Schade in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg in de huidige situatie bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar



Figuur 4-6. Schade in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg in 2050 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar



Figuur 4-7. Schade in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg in 2100 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar

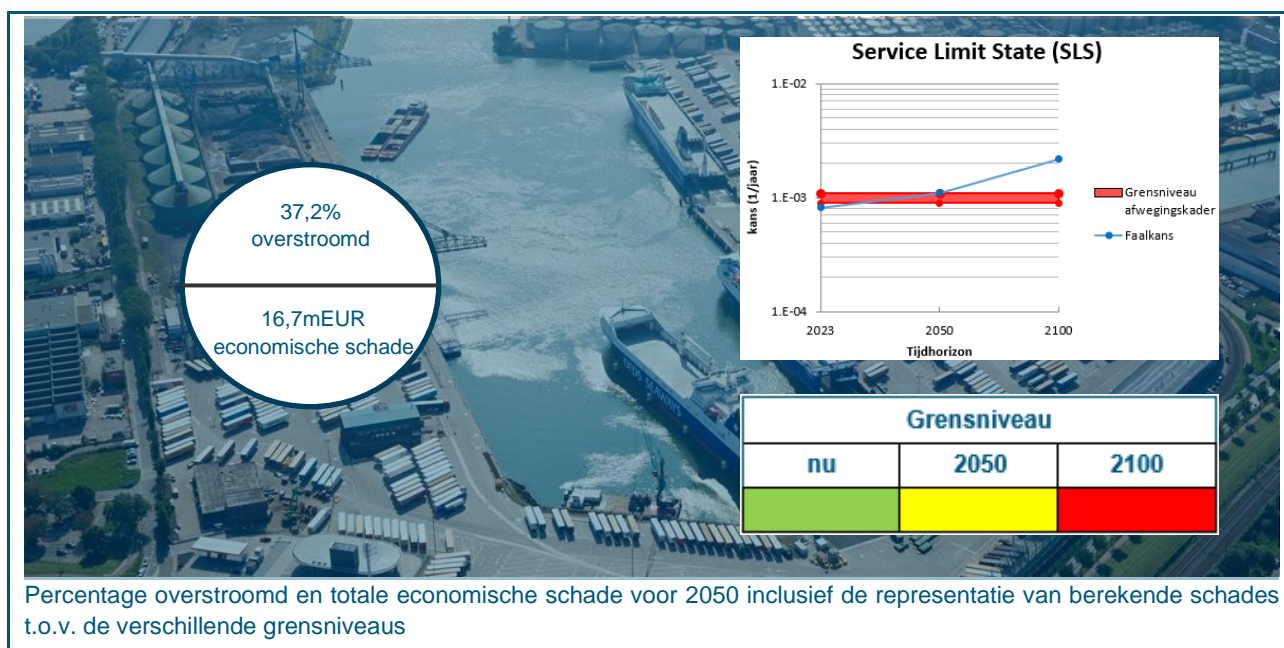
4.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van het buitendijkse havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Tabel 4-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen in perspectief van waterveiligheid binnendijks te plaatsen.

Tabel 4-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
1,5 miljoen Euro	1/100
15 miljoen Euro	1/1.000
152 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 4-8 neemt een overstrooming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Figuur 4-8. Afweging van het overstromingsrisico bij een overstrooming 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 faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader

De afweging in Figuur 4-8 laat zien dat een overstrooming met een kans van voorkomen van 1/1.000 per jaar niet leidt tot een overschrijding van het grensniveau in de huidige situatie. De toename van economische schade blijft tot circa 2030 lager dan het gekozen grensniveau. Tussen circa 2030 en 2055 vallen de acceptabele kans en de faalkans ongeveer samen om na 2055 boven het acceptabele grensniveau te komen. Dit betekent dat er vanuit een binnendijkse waterveiligheidsperspectief vanaf circa 2055 maatregelen gewenst zijn in het havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg. Deze afweging is een gemiddelde voor de Zevenmans- en Vulcaanhaven. Aangezien de economische schade zich voornamelijk voordoet in Zevenmanshaven, is het waarschijnlijk dat maatregelen in de Zevenmanshaven eerder gewenst zijn en in de Vulcaanhaven pas later.

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.

4.5 Kansrijke maatregelen

Op basis van expert judgement lijken (duurdere) preventieve maatregelen zoals het aanleggen van lokale keringen en het ophogen van kades en glooiingen niet kansrijk voor de twee haventerreinen in het gebied vanwege de beperkte economische schade⁵. Maatregelen die uitgaan van ruimtelijke adaptatie lijken hierdoor kansrijker. Dit zijn individuele bedrijfsspecifieke maatregelen, die ook passen bij de eigen verantwoordelijkheid van gebruikers van het buitendijkse gebied als het gaat om waterveiligheid. Hieronder een aantal mogelijke maatregelen voor de Zevenmanshaven en Vulcaanhaven. In dialoog met de daar gelegen bedrijven zou meer inzicht verkregen moeten worden in hoe kansrijk deze of alternatieve maatregelen zijn.

Zevenmanshaven

In de Zevenmanshaven zijn de onderstaande maatregelen mogelijk kansrijk om het overstromingsrisico te beheersen:

- Waterrobuuste terreinindeling en ophoging bij (her)ontwikkeling van het braakliggende terrein;
- Dry en wet proofing van gebouwen, kranen en overige assets van de terreinen met kantoren en stukgoedoverslag;
- Nood- en herstelplannen plus noodvoorzieningen.

In de Zevenmanshaven ligt aan de oostzijde een terrein dat momenteel nog braak ligt maar in de toekomst de functie bulkterminal zal krijgen. Bij de ontwikkeling van dit terrein is het kansrijk om het terrein verhoogd aan te leggen. Het ophogen van het terrein verlaagt de waterdiepte tijdens een overstroming. Aangezien er nog geen complexe en kapitaalintensieve installaties aanwezig zijn op het terrein, is het een kansrijke maatregel om de gevolgen van overstromingen te reduceren. Indien ophogen (op delen) van het terrein niet uitvoerbaar is door bijvoorbeeld aansluiting op de kade en of infrastructuur, kan ook gekozen worden voor een waterrobuuste inrichting, waarbij alleen kwetsbare en vitale assets en producten hoger aangelegd worden.

Voor bestaande terreinen met complexe en kapitaalintensieve installaties, is ophogen en waterrobuuste inrichting van het terrein niet realistisch vanwege de kapitaalvernietiging en/of kosten voor het opnieuw aanleggen van dergelijke installaties. Een waterrobuuste inrichting is vaak ook maar beperkt haalbaar op bestaande terreinen, omdat hoger gelegen gebieden niet altijd beschikbaar zijn of omdat assets ter plaatse noodzakelijk zijn. Het is daarom kansrijker om het overstromingsrisico op de terreinen met kantoren en stukgoedoverslag te beheersen met dry/wet proofing van de gebouwen, kranen en vitale infrastructuur.

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. Dit is realistisch tot circa 1m waterdiepte. Wet proofing houdt in dat de asset volledig geschikt gemaakt wordt om het water te ontvangen binnen 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. 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

⁵ Op een plek lijkt een preventieve maatregel wel kansrijk, namelijk het aanleggen van een lokale kering (containmentdijk) rond de tanks op het tankopslagterrein aan te leggen. Met deze maatregel voorkom je de hoogste economische schade die optreedt bij de tanks waardoor een groot deel van het economisch risico wordt gereduceerd. Daarnaast beheers je gelijk een eventueel milieurisico bij het falen van een tank (het product uit de tank blijft dan binnen het terrein achter de containmentdijk). Uiteindelijk is het een bedrijfsspecifieke beslissing over of en welke maatregel kansrijk is voor het beheersen van het overstromingsrisico.

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.

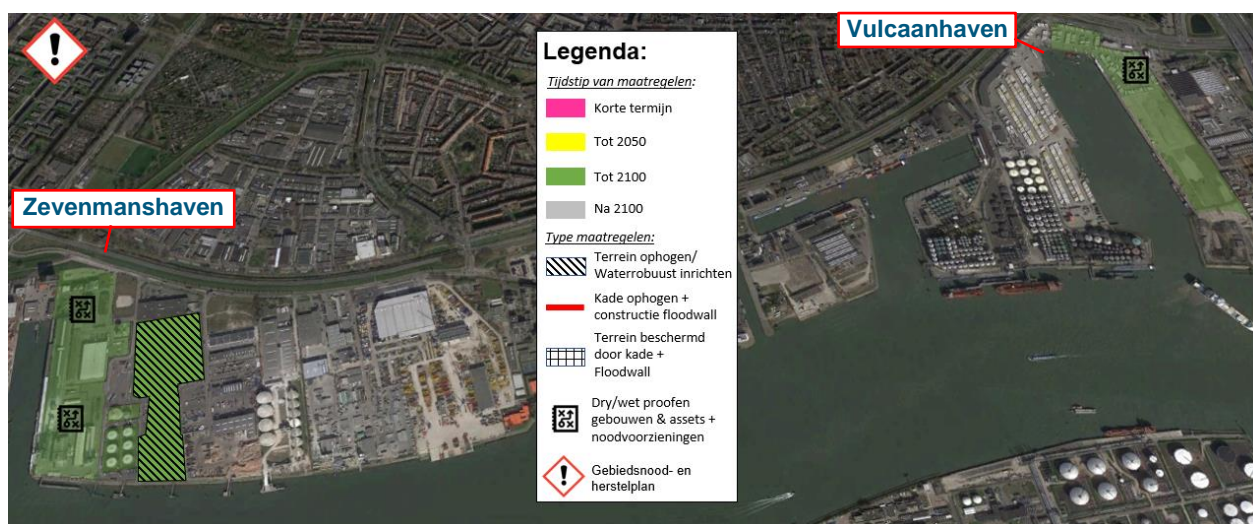
Vulcaanhaven

In de Vulcaanhaven zijn de onderstaande maatregelen mogelijk kansrijk om het overstromingsrisico te beheersen:

- Dry en wet proofing van gebouwen, kranen en overige assets van het terrein met stukgoedoverslag
- Nood- en herstelplannen plus noodvoorzieningen.

In de Vulcaanhaven zullen maatregelen later in beeld komen dan maatregelen voor de Zevenmanshaven. Bovendien zijn de maatregelen beperkt tot de kop van het terrein. Dit terrein lijkt vooral in gebruik als parkeerterrein. Dit betekent dat een crisisbeheersingsmaatregel kansrijk lijkt, namelijk het wegvrijden van de voertuigen voorafgaand aan een overstroming. Indien de waterdiepte bij de kranen hoger wordt dan 20cm, is het aan te bevelen om deze te dry/wet proofen (elektrische en mechanische delen verhoogd aanleggen indien mogelijk en anders waterdicht maken).

Figuur 4-9 geeft deze combinatie van maatregelen weer.



Figuur 4-9. Combinatie van kansrijke maatregelen om het overstromingsrisico in het buitendijkse havengebied in Vlaardingen - Nieuwe Waterweg te beheersen.

Aangezien rond 2055 het grensniveau wordt overschreden⁶, is er tijd om de maatregelen zoveel mogelijk te implementeren op momenten dat vervangingsinvesteringen en/of groot onderhoud plaats vinden. Het meekoppelen met vervangingsmomenten kan de kosten en overlast van implementatie verlagen.

Naast ruimtelijke adaptatie is crisisbeheersing een kansrijke maatregel. 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 noodvoorzieningen, kritische en kapitaalintensieve producten tijdelijk hoger/elders opslaan en rollend materieel verrijden naar een hoger gelegen plek.

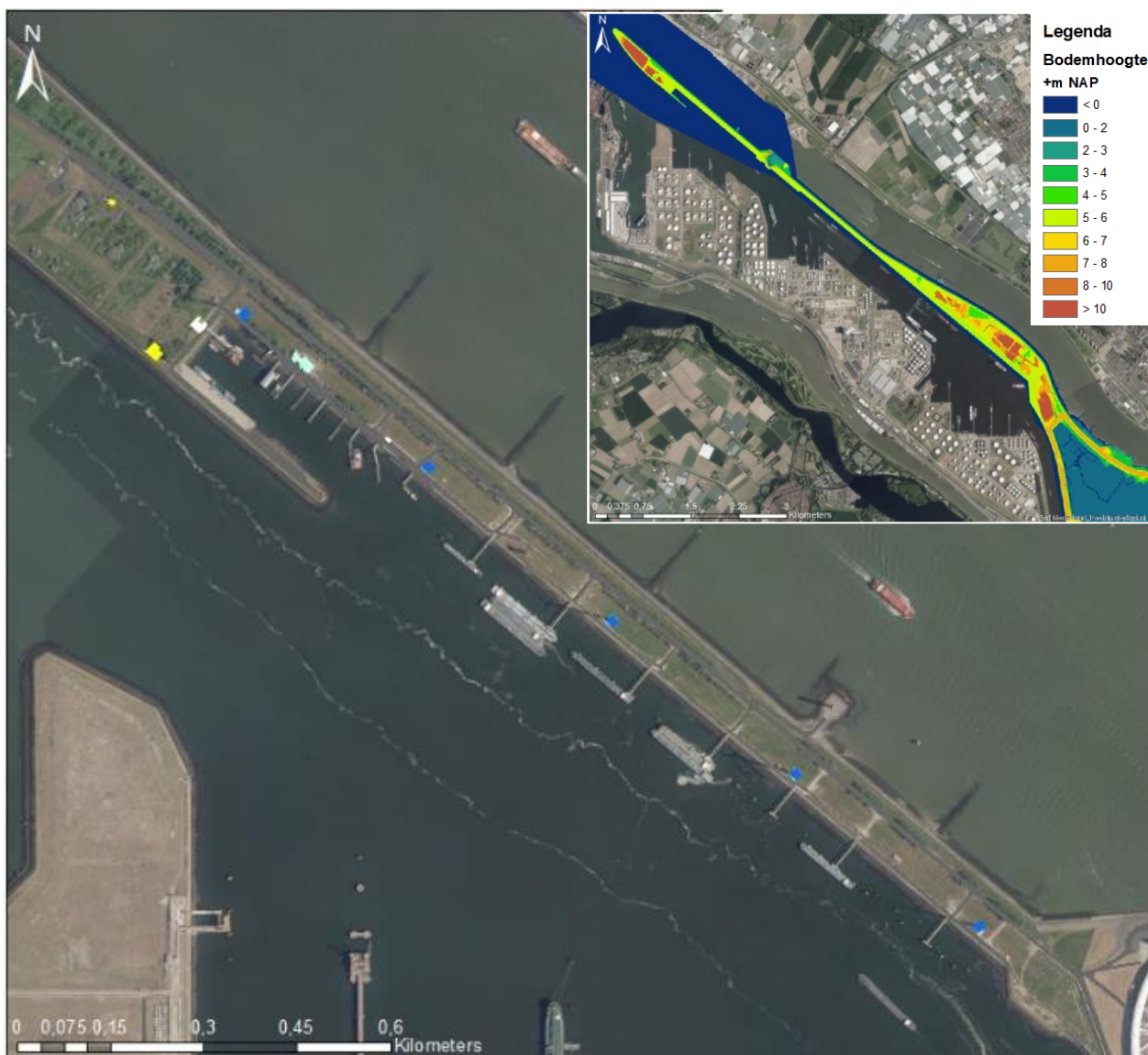
⁶ In de Zevenmanshaven zal dit moment eerder plaatsvinden en in de Vulcaanhaven later

5 Een waterveilige landtong Rozenburg

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van het haventerrein op de landtong Rozenburg (§5.1), de overstromingskansen (§5.2) en gevolgen ervan (§5.3). In §5.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewent zijn. Tenslotte staan in §5.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van een waterveilige buitendijkse landtong Rozenburg, nu en in de toekomst.

5.1 Gebiedsbeschrijving

De smalle landtong Rozenburg beslaat 241 ha. Daarvan is naast 26 ha aan wegen iets minder dan 1 ha in gebruik door havengerelateerde activiteiten van het Havenbedrijf van Rotterdam (met name kantoren & bedrijfspanden en windmolens). Zowel de wegen als de havengerelateerde activiteiten liggen gemiddeld op NAP+5,7m. Figuur 5-1 visualiseert de terreinhoogte van de landtong en het havengerelateerde landgebruik.



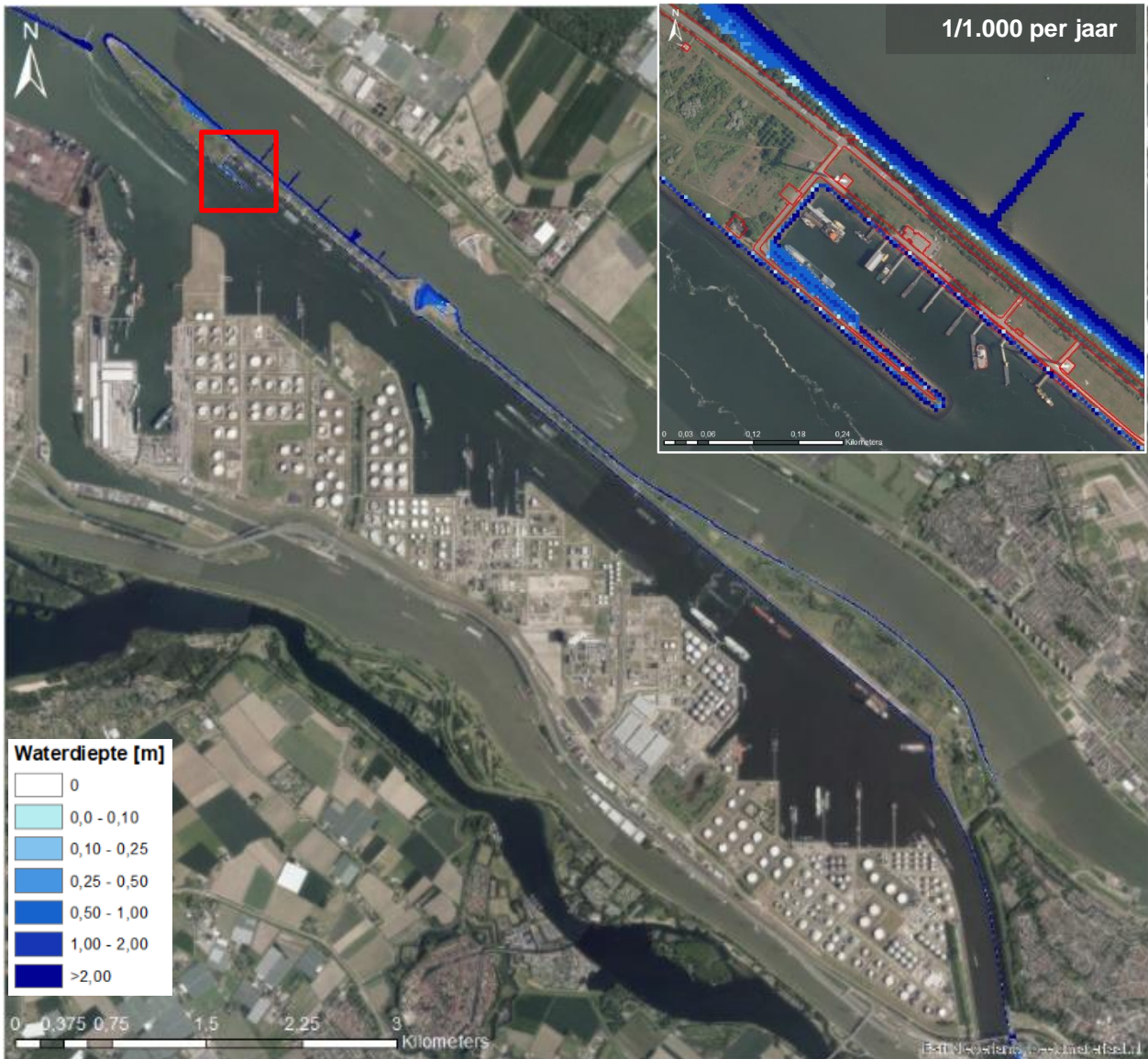
Figuur 5-1. Landgebruik in het havengebied in Rozenburg met rechtsboven de terreinhoogte

5.2 Overstromingskansen

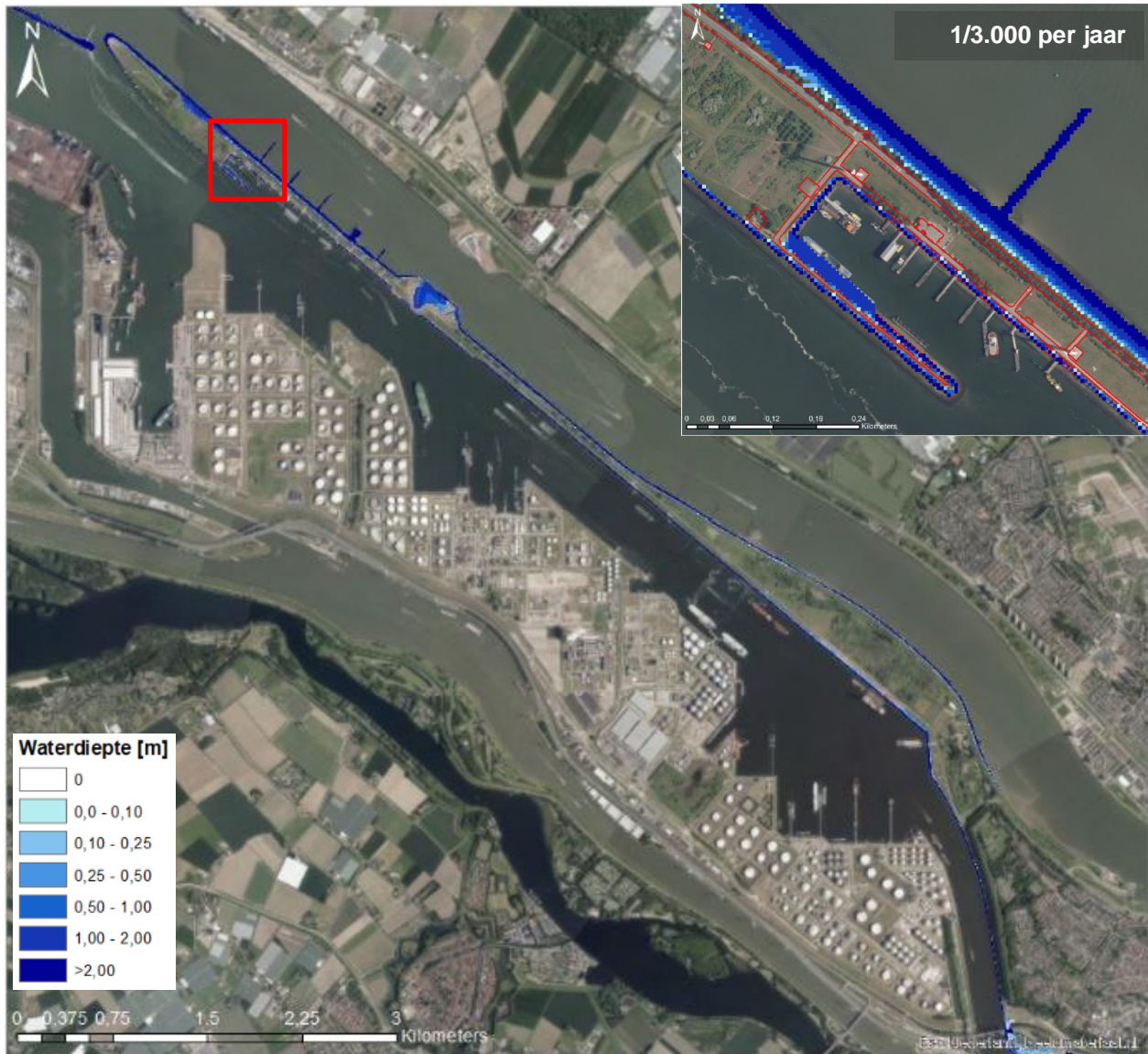
Indien de waterstand ter plaatse van de landtong hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 5-1 voor de waterstanden). Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming van het havengebied op de landtong Rozenburg. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat er een kleine kans (1/10.000 per jaar) is dat het havengebied op de landtong Rozenburg te maken krijgt met water vanuit het Calandkanaal, vanwege een overstroming vanuit de Noordzee. Vanuit de Nieuwe Waterweg overstroomt het gebied niet door hoge ligging. Figuur 5-2, Figuur 5-3 en Figuur 5-4 geven het resultaat van de overstromingsrisicoanalyse voor de huidige situatie weer. Het rode vierkant in de kaart geeft de locatie weer van het ingezoomde beeld. Dit beeld is toegevoegd om beter zicht te hebben op de overstroming op een willekeurig gekozen locatie op de landtong.

Tabel 5-1: Waterstanden voor landtong Rozenburg afgeleid op basis van de Hydra-NL database

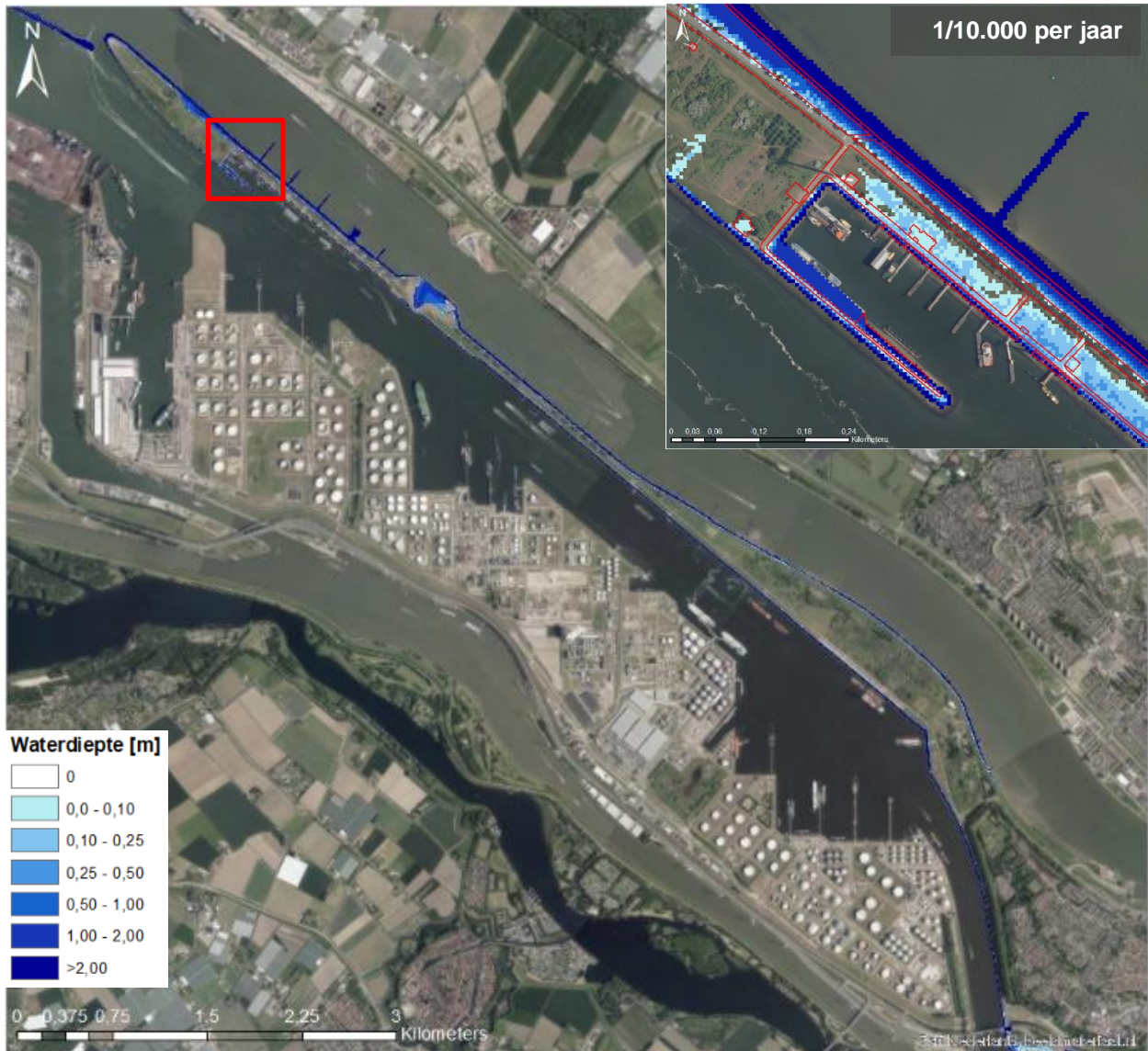
Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	3,3	3,6	4,1
100 jaar	4,0	4,2	4,7
300 jaar	4,3	4,6	5,1
1.000 jaar	4,7	4,9	5,4
3.000 jaar	5,0	5,3	5,8
10.000 jaar	5,5	5,7	6,2



Figuur 5-2. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000



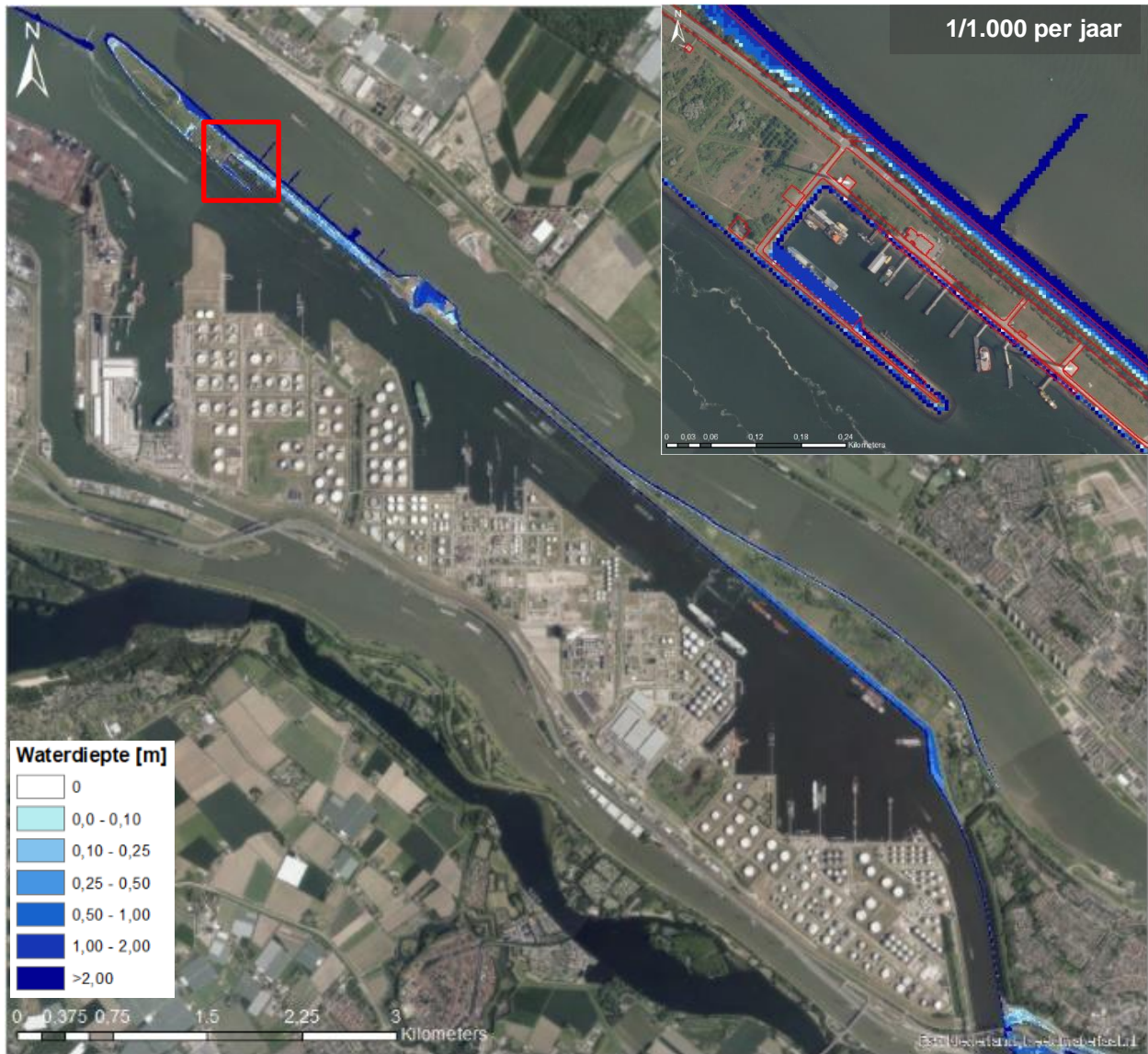
Figuur 5-3. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in de huidige situatie bij een kans van 1/3.000



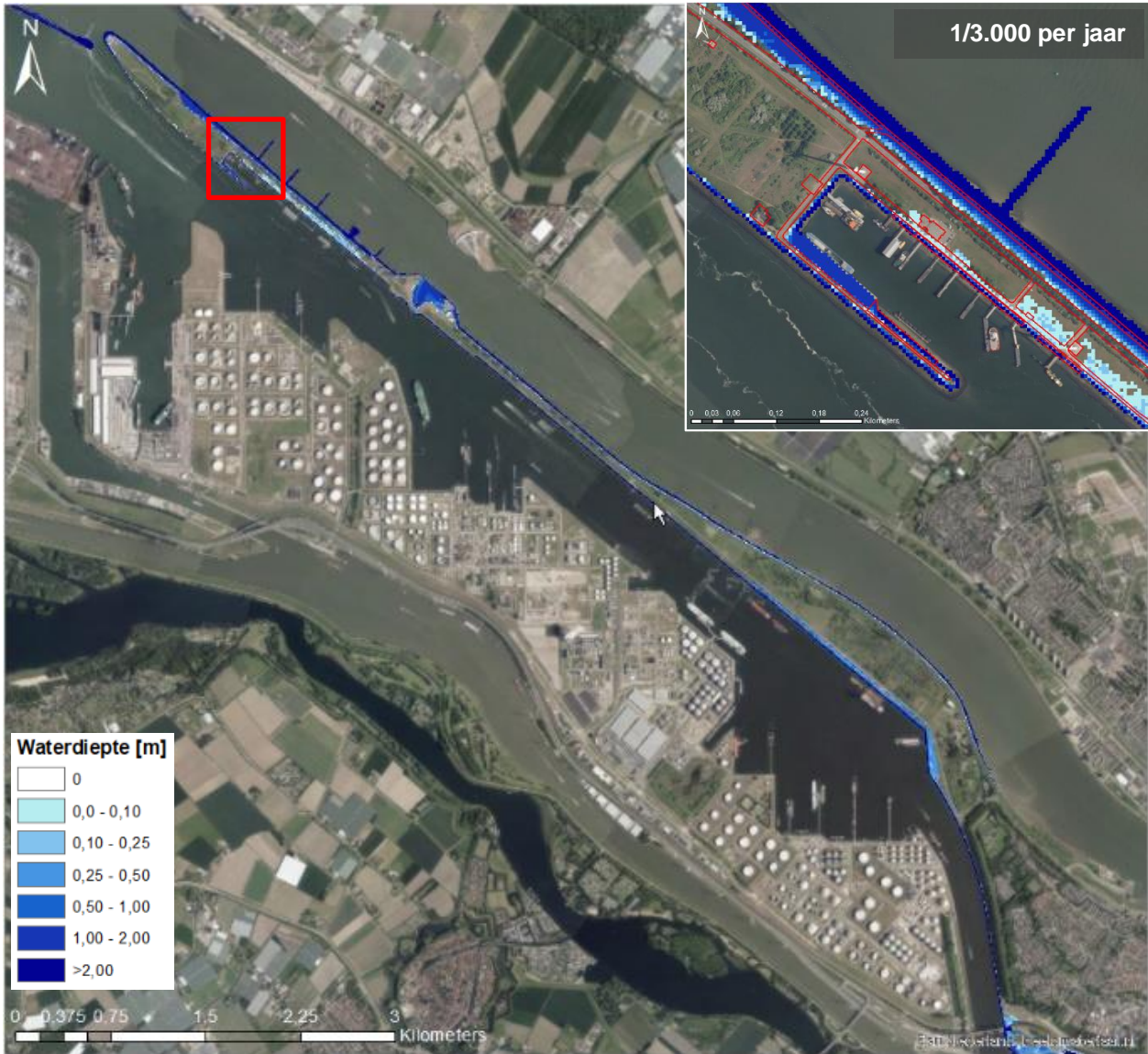
Figuur 5-4. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in de huidige situatie bij een kans van 1/10.000

De zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. In 2050 (Figuur 5-5, Figuur 5-6, Figuur 5-7) neemt zowel het areaal als de waterdiepte toe. Er zijn echter delen die volledig onthouden blijven

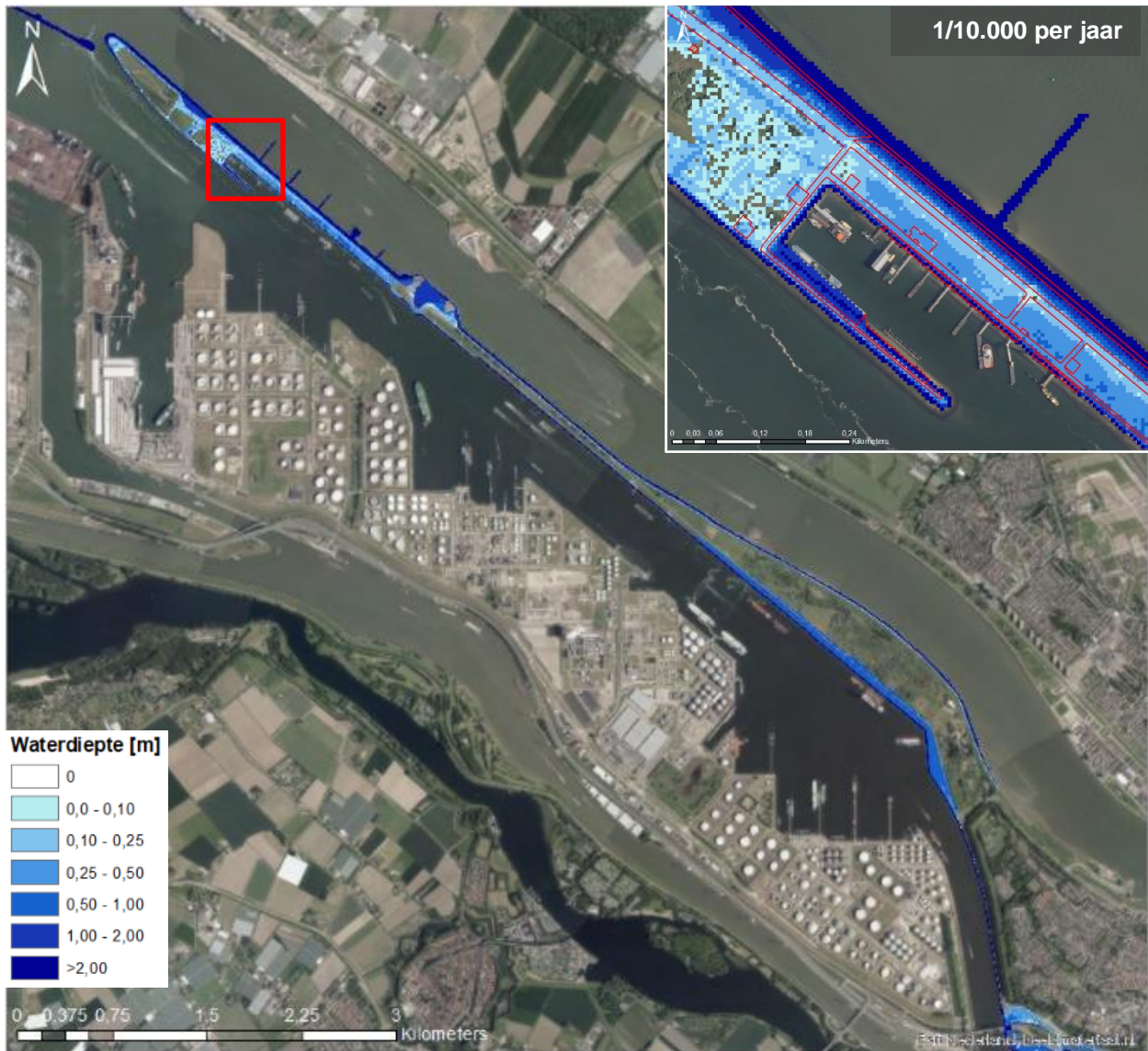
van een overstroming door hun hoge ligging. Vanaf een kans van 1/3.000 per jaar in 2050 overstroomden de eerste delen in het havengebied.



Figuur 5-5. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in 2050 bij een kans van 1/1.000

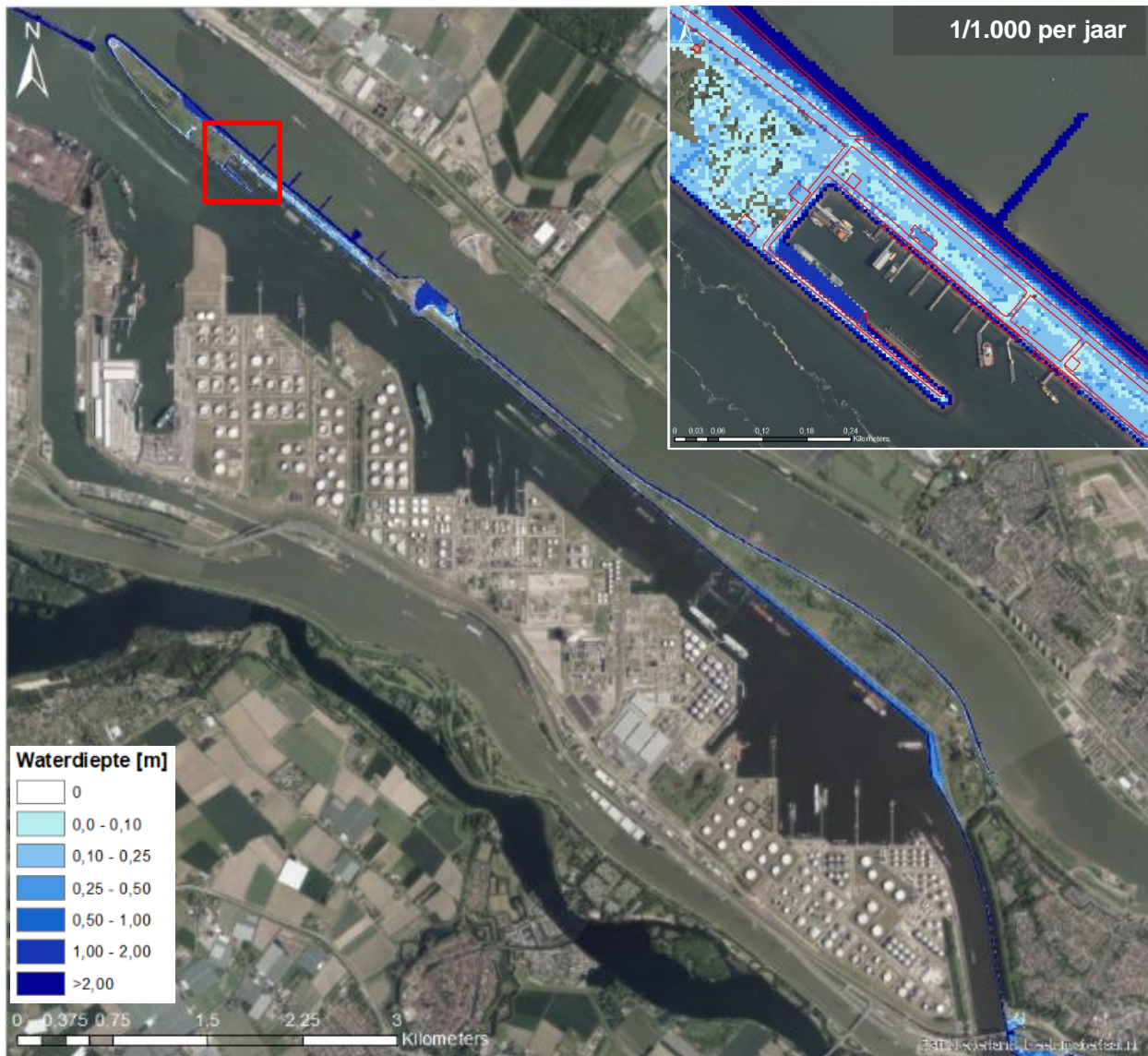


Figuur 5-6. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in 2050 bij een kans van 1/3.000

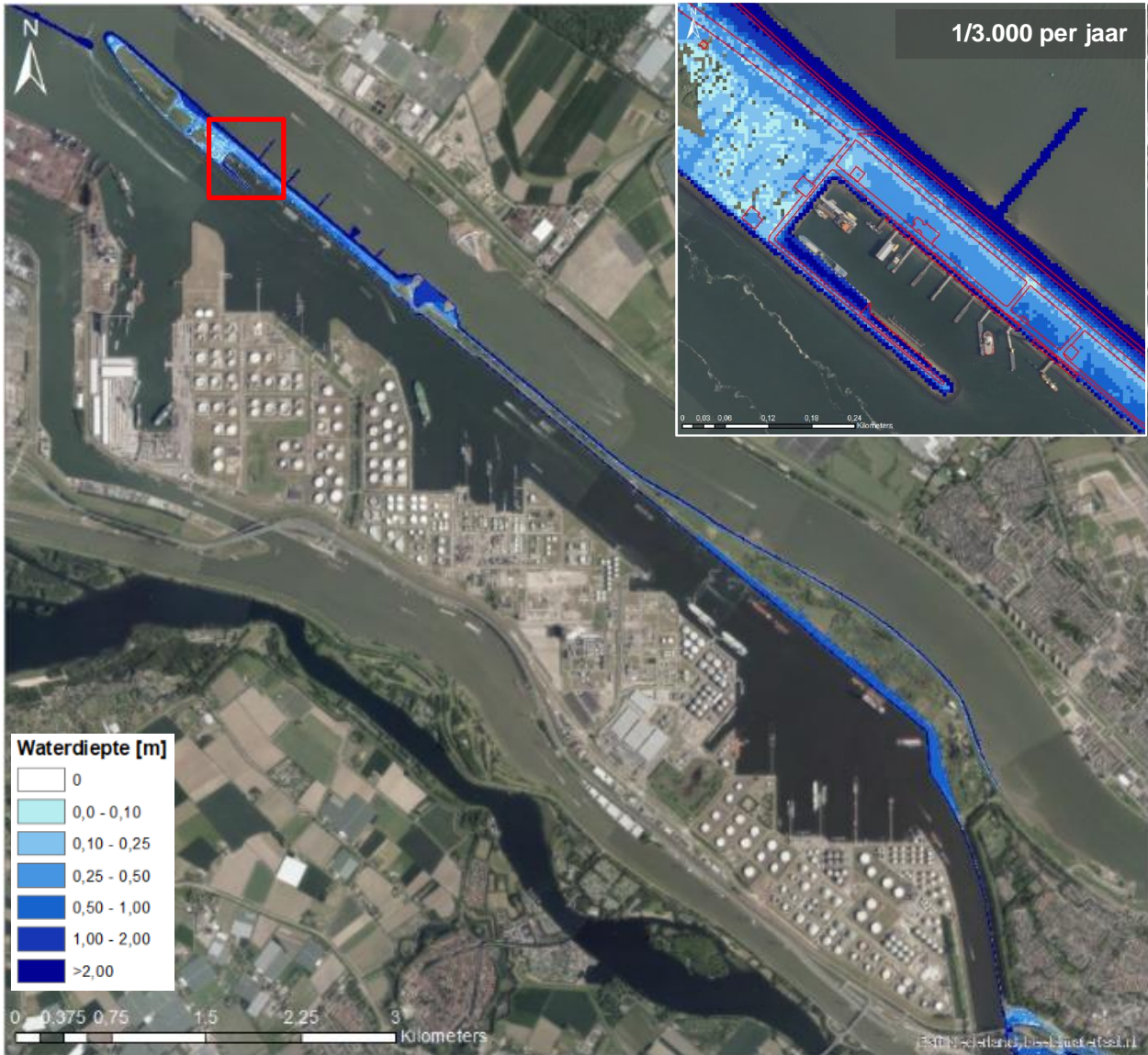


Figuur 5-7. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in 2050 bij een kans van 1/10.000

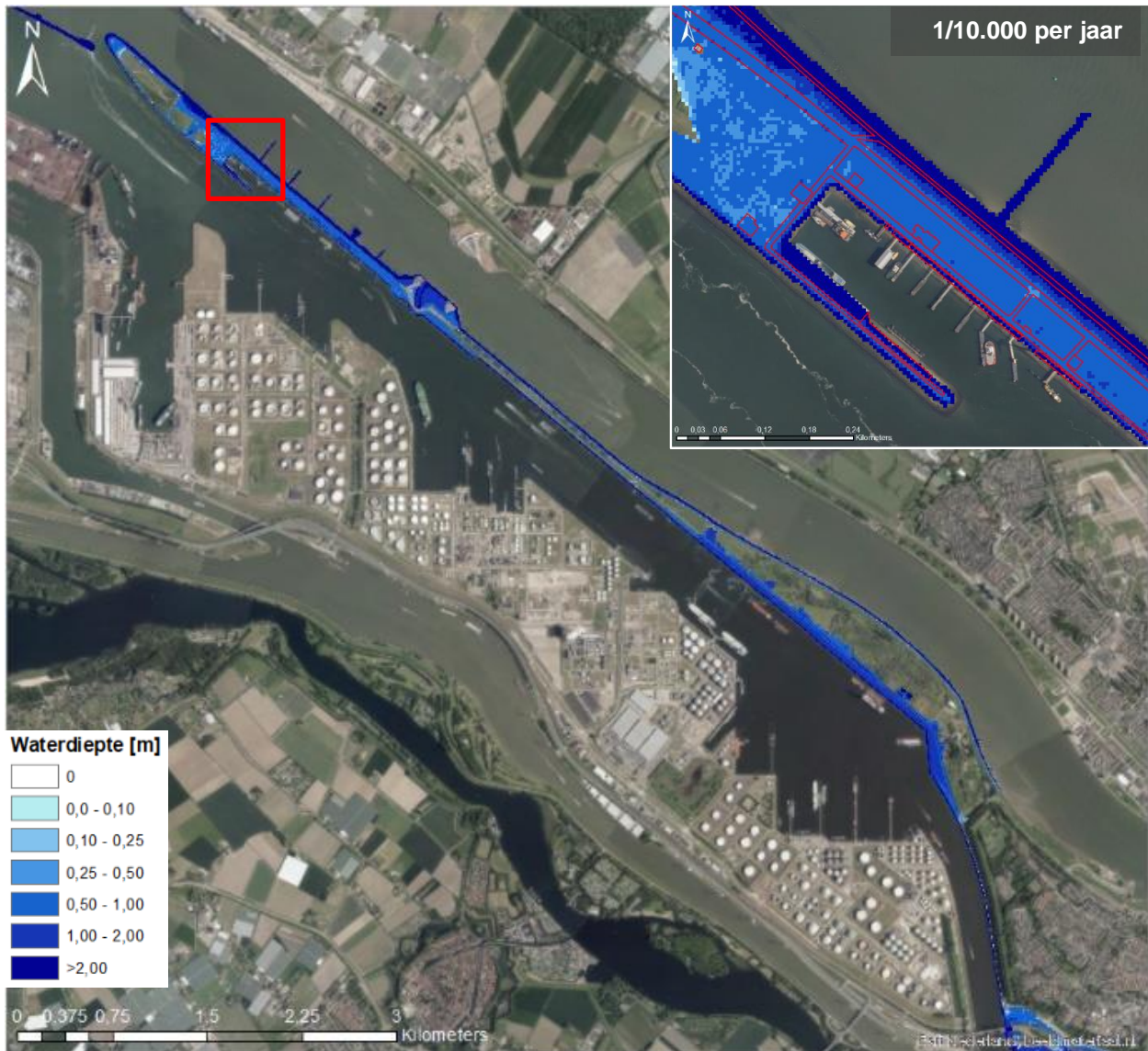
Dit beeld breidt zich uit in 2100. Dan overstroomt het hele havengebied met stijgende inundatiedieptes bij afnemende overstromingskansen (zie Figuur 5-8, Figuur 5-9 en Figuur 5-10).



Figuur 5-8. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in 2100 bij een kans van 1/1.000



Figuur 5-9. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in 2100 bij een kans van 1/3.000



Figuur 5-10. Overstromingsbeelden van de landtong Rozenburg in 2100 bij een kans van 1/10.000

5.3 Gevolgen van een overstroming

Als gevolg van een overstroming treedt er economische schade op in het buitendijkse havengebied. De schades die optreden beperken zich hoofdzakelijk tot de wegen⁷, variërend van 91% tot 100% van de totale directe schade. Figuur 5-11 geeft de ruimtelijke spreiding van schades weer in 2050 bij een kans van 1/1.000 jaar.

⁷ Deze schade is gebaseerd op de gebruiksfunctie wegen, waar wegen met assets als matrixborden, verlichting, tunnels, etc. onder vallen. Om die reden wordt verwacht dat de schade aan de weg in dit gebied beperkter zal zijn dan uit de analyse naar voren komt.



Directe schade (in miljoenen Euro)				Totale schade (in miljoenen Euro)			
Kans/jaar	nu	2050	2100	Kans/jaar	nu	2050	2100
1/1.000	0,4	0,5	0,8	1/1.000	0,9	1,0	1,7
1/3.000	0,5	0,7	1,8	1/3.000	1,1	1,4	3,6
1/10.000	0,9	1,5	3,4	1/10.000	1,8	3,0	6,8

Figuur 5-11. Schadekaart in 2050 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000 jaar

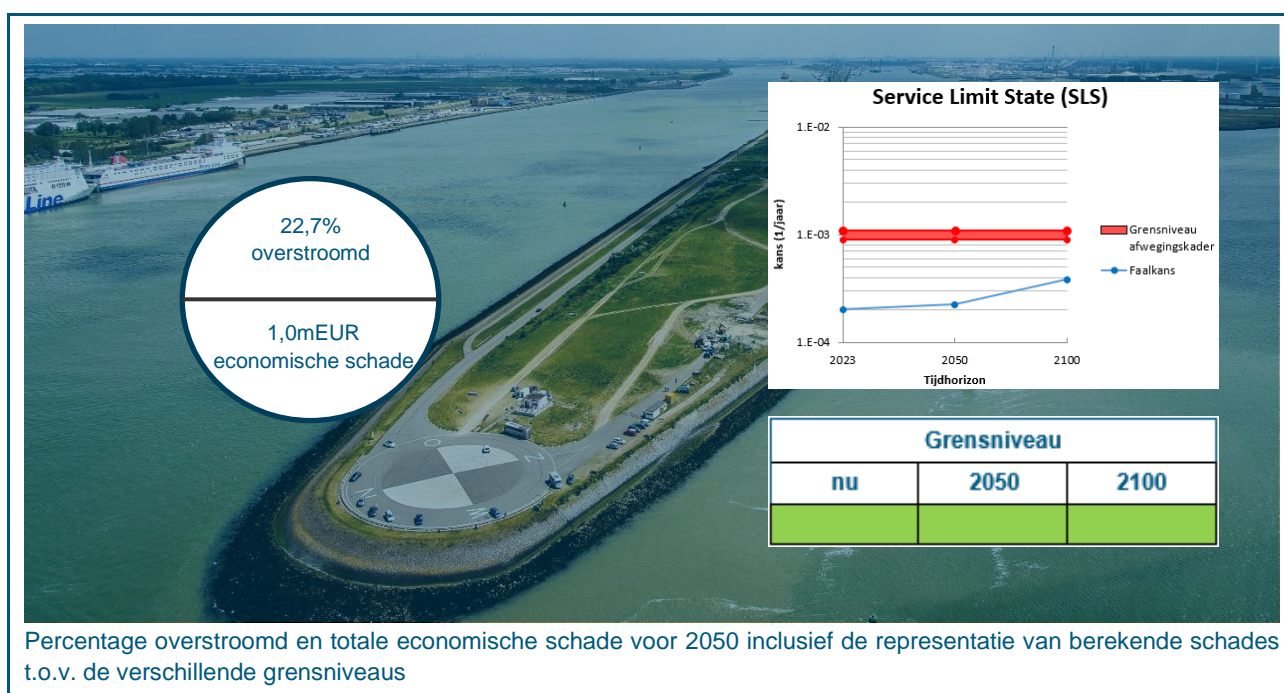
5.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van het buitendijkse havengebied op de landtong Rozenburg zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Tabel 5-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied op de landtong Rozenburg in perspectief van waterveiligheid binnendijks te plaatsen.

Tabel 5-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
0,4 miljoen Euro	1/100
4,4 miljoen Euro	1/1.000
44 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 5-12 neemt een overstrooming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Figuur 5-12. Afweging van het overstroomingsrisico bij een overstrooming 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 faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader

De afweging in Figuur 5-12 laat zien dat het grensniveau voor zowel de huidige periode als in 2050 en 2100 niet overschreden wordt.

5.5 Kansrijke maatregelen

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

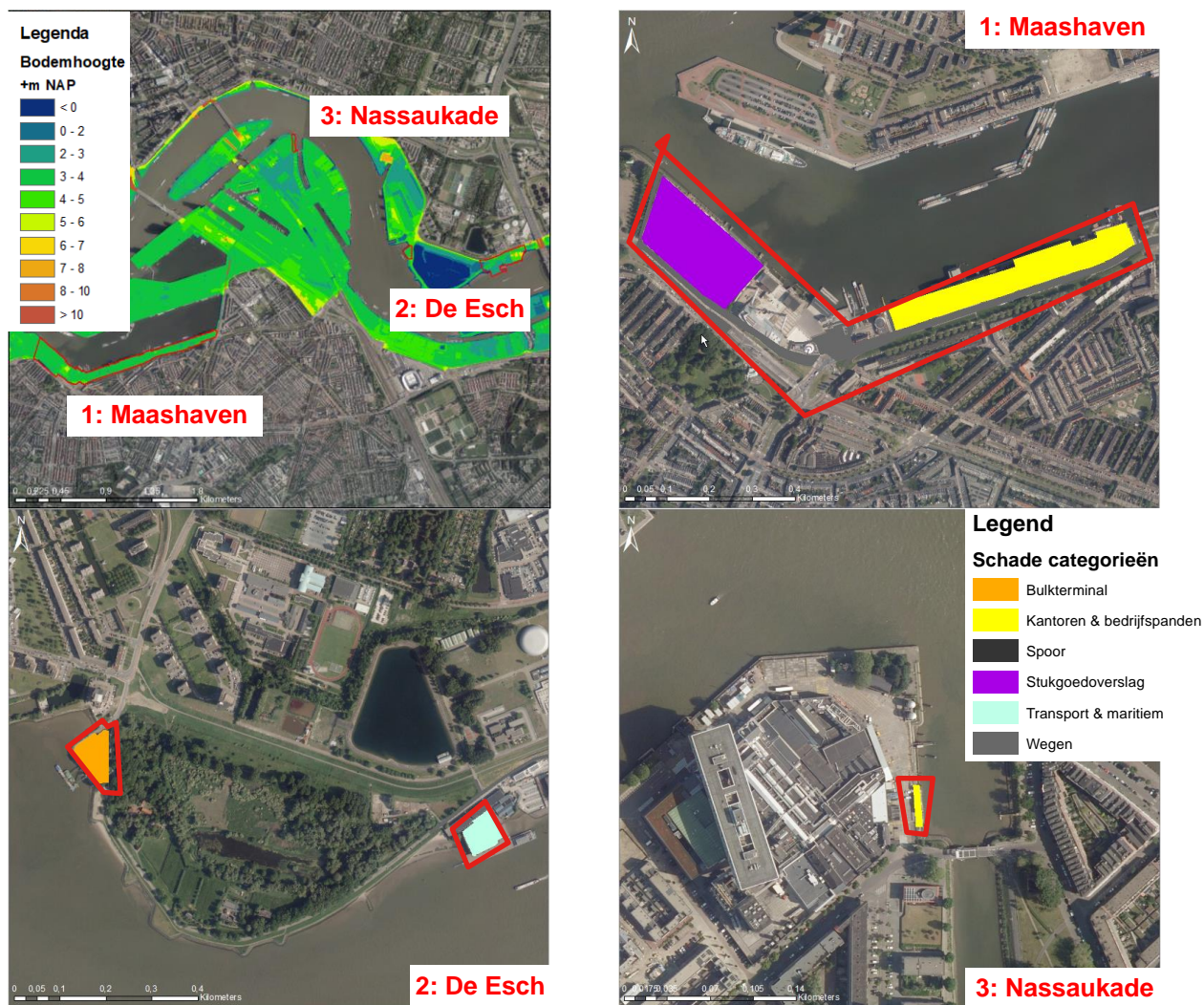
6 Waterveilige havengebieden in het stedelijk gebied

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van de haventerreinen in het stedelijk gebied (§6.1), de overstromingskansen (§6.2) en gevolgen ervan (§6.3). In §6.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewent zijn. Tenslotte presenteert §6.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van waterveilige buitendijkse havengebieden in het stedelijk gebied, nu en in de toekomst.

6.1 Gebiedsbeschrijving

In het stedelijk gebied liggen een aantal haventerreinen die tezamen 14 ha beslaan. Figuur 6-1 visualiseert het landgebruik en de terreinhoogte. Er zijn drie terreinen te onderscheiden:

1. Maashaven: dit terrein bestaat naast wegen uit stukgoedoverslag en kantoren & bedrijfspanden en ligt gemiddeld op NAP+3,3 m;
2. De Esch: op dit terrein ligt een bulkterminal (NAP+3,7 m) en een bedrijf dat in de categorie “transportmiddelenindustrie & maritieme dienstverlening” valt (NAP+2,8 m);
3. Nassaukade: dit is een klein terrein met kantoren & bedrijfspanden, het ligt op NAP+3,1 m.



Figuur 6-1. Terreinhoogte (linksboven) en landgebruik (rechtsboven en onder) van de buitendijkse havengebieden in het stedelijk gebied

6.2 Overstromingskansen

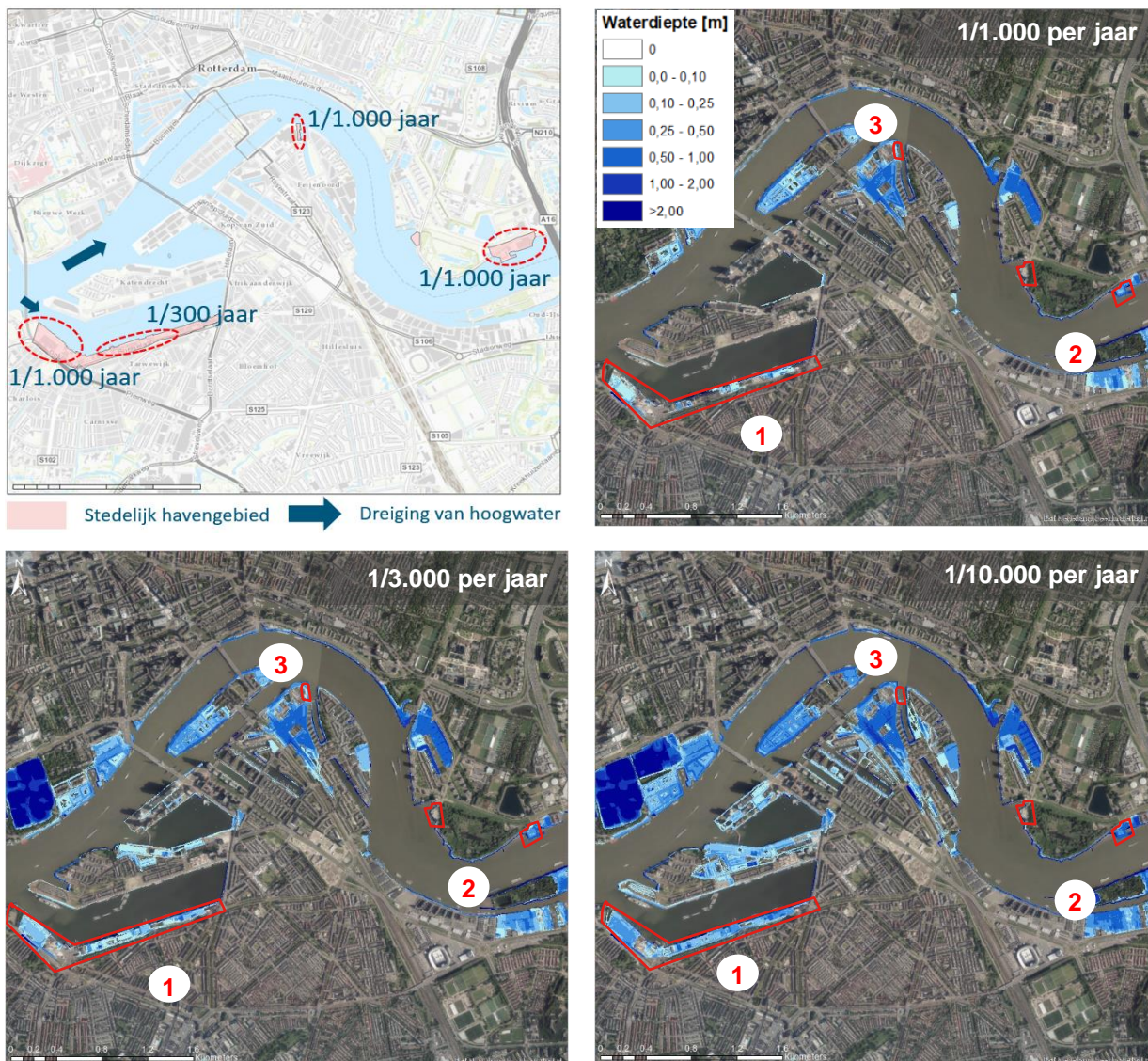
Indien de waterstand in ter plaatse van de haventerreinen in het stedelijk gebied hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 6-1 voor de waterstanden). Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming in de drie buitendijkse haventerreinen in het stedelijk gebied. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat een deel van de haventerreinen in het stedelijk gebied te maken krijgt met water vanwege een overstroming vanuit de Noordzee.

1. In de Maashaven overstroomt de eerste delen van het gebied bij een overstromingskans van 1/100 per jaar. De inundatiedieptes blijven beperkt tot 20cm.
2. In de Esch overstroomt de kade van transport & maritiem terrein bij een overstromingskans van 1/10 per jaar. Het bulkterminal terrein overstroomt niet in de huidige situatie.
3. De Nassaukade krijgt bij een overstromingskans van 1/100 per jaar te maken met een overstroming. Ook hier blijven de inundatiedieptes beperkt tot 20cm.

Voor alle drie de gebieden geldt dat bij afnemende overstromingskansen zowel het areaal als de waterdieptes toenemen. Figuur 6-2 geeft de overstromingsbeelden in de huidige situatie weer.

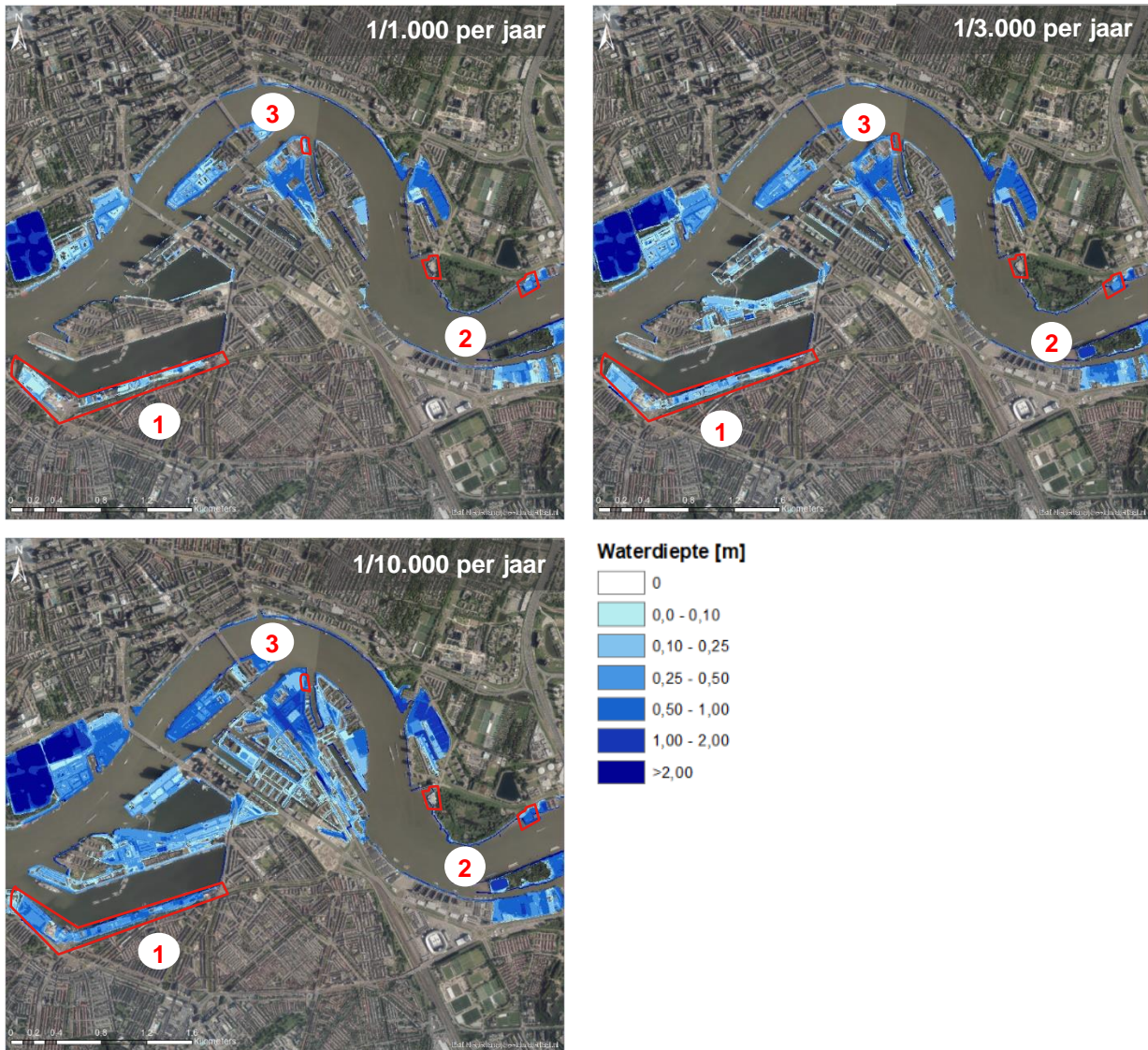
Tabel 6-1: Waterstanden voor havengebieden stedelijk gebied afgeleid op basis van de Hydra-NL database

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	2,9	3,0	3,2
100 jaar	3,1	3,2	3,3
300 jaar	3,2	3,3	3,4
1.000 jaar	3,3	3,4	3,6
3.000 jaar	3,4	3,5	3,9
10.000 jaar	3,5	3,8	4,2

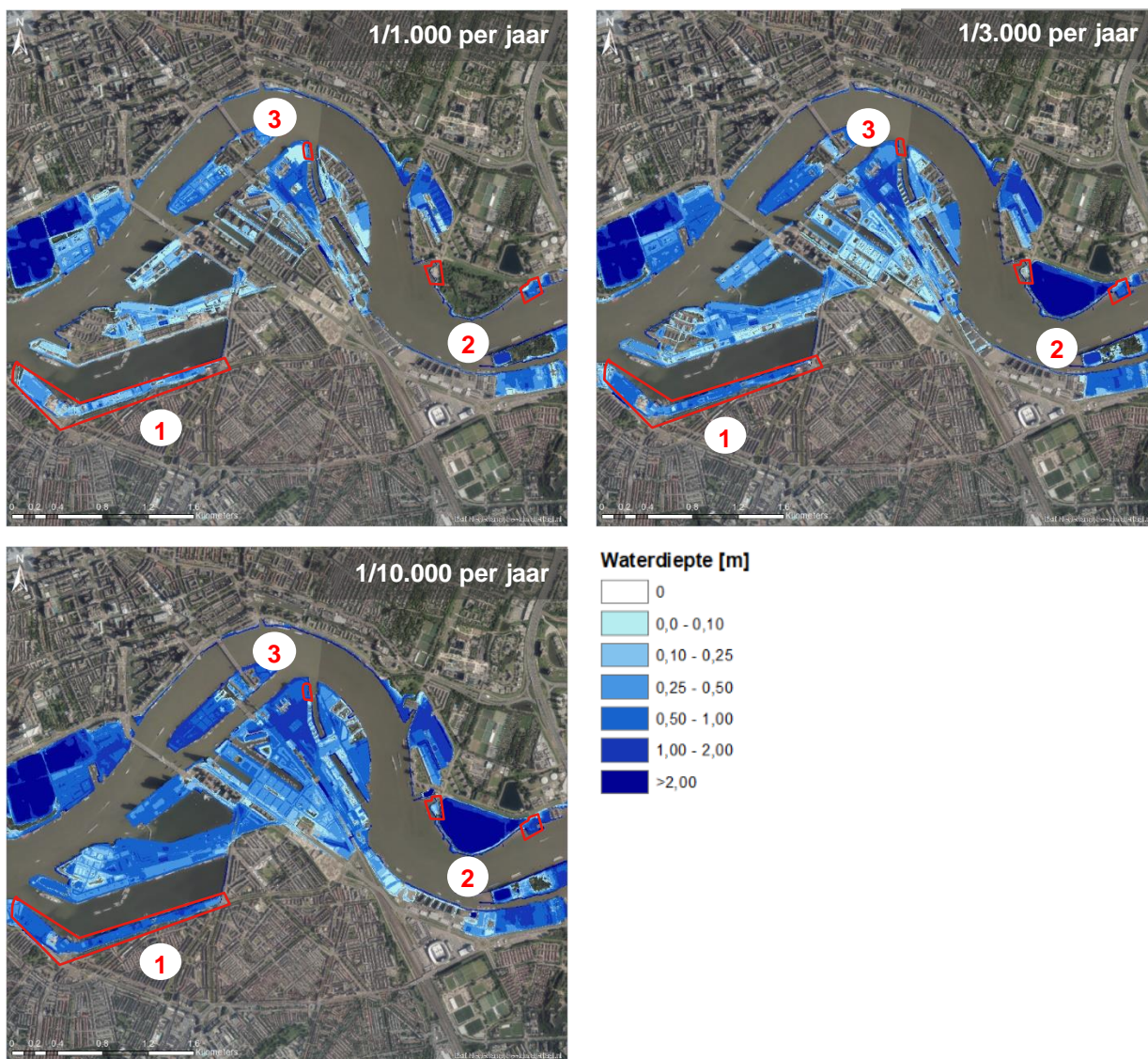


Figuur 6-2. Overstromingsbeelden in de huidige situatie. Linksboven: huidige overstromingskansen in de drie havengebieden in het stedelijk gebied. Rechtsboven: overstroming met een kans van 1/1.000 nu. Linksonder: overstroming met een kans van 1/3.000 nu. Rechtsonder: overstroming met een kans van 1/10.000 nu.

De zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. In 2050 neemt zowel het areaal als de waterdiepte toe. Vanaf een kans van 1/3.000 jaar krijgen alle drie de havengebieden in het stedelijk gebied te maken met water vanwege een overstroming in 2050 (zie Figuur 6-3). In 2100 gebeurt dit bij een kans van 1/1.000 jaar (zie Figuur 6-4).



Figuur 6-3. Overstromingsbeelden in 2050 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

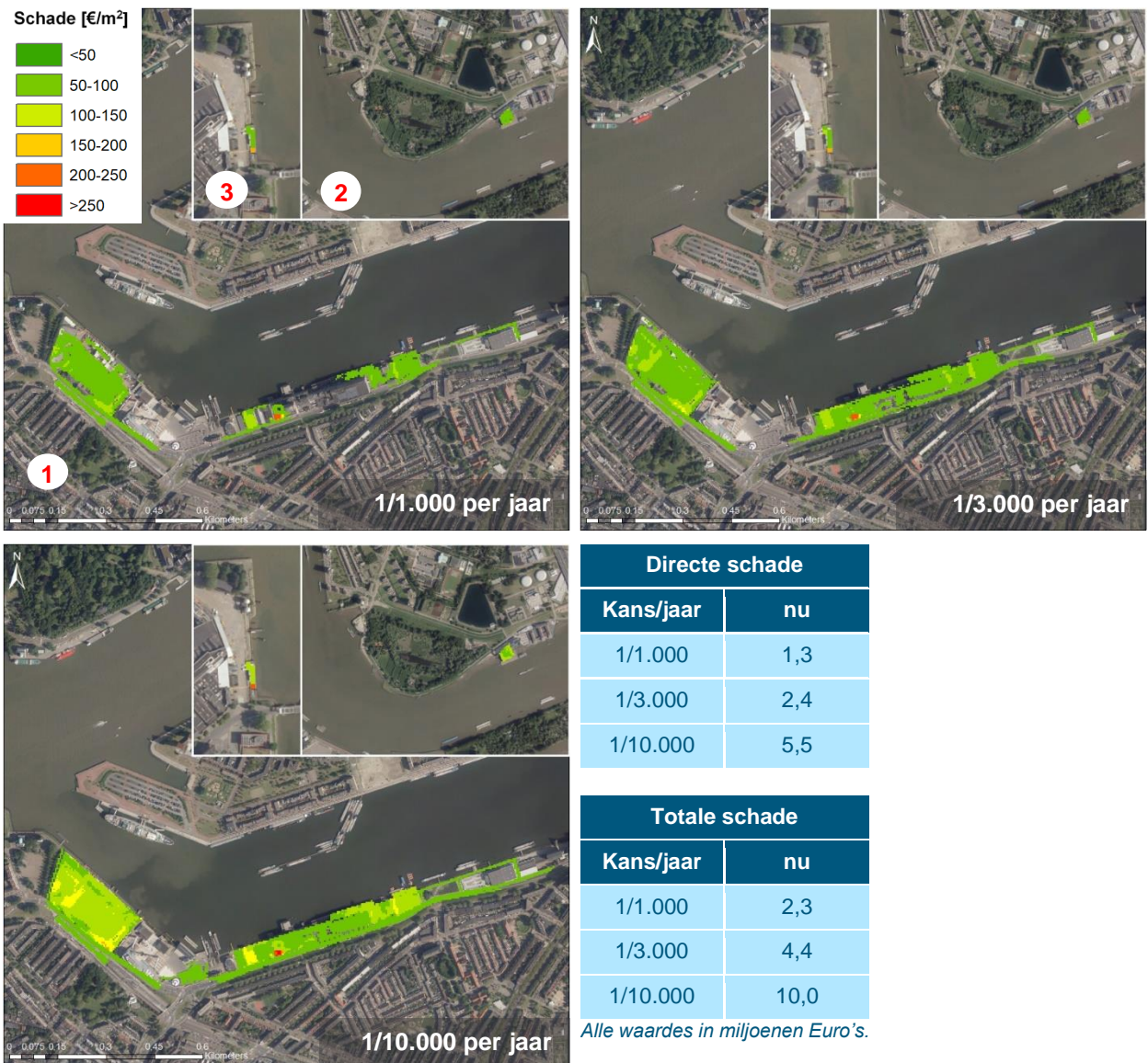


Figuur 6-4. Overstromingsbeelden in 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

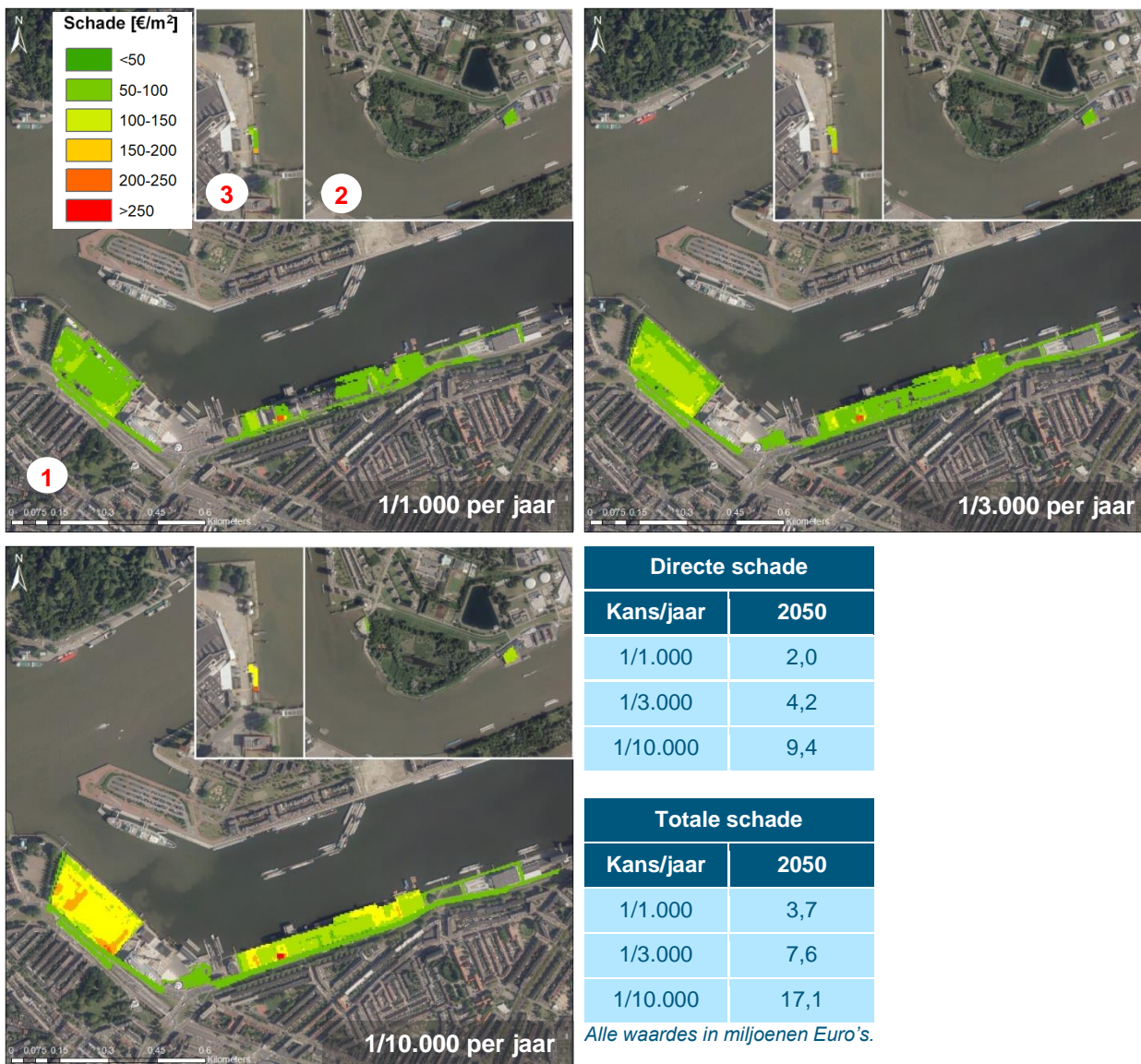
6.3 Gevolgen van een overstroming

Als gevolg van een overstroming treedt er economische schade op in het gebied. Figuur 6-5 geeft voor drie herhalingstijden de ruimtelijke spreiding van de directe schade voor de drie havengebieden in het stedelijk gebied weer in de huidige situatie. Bij lagere herhalingstijden (1/1.000 per jaar) treedt er op delen van de buitendijkse haventerreinen in het stedelijk gebied schade op. In 2050 (Figuur 6-6) en 2100 (Figuur 6-7) breidt dit beeld zich verder uit.

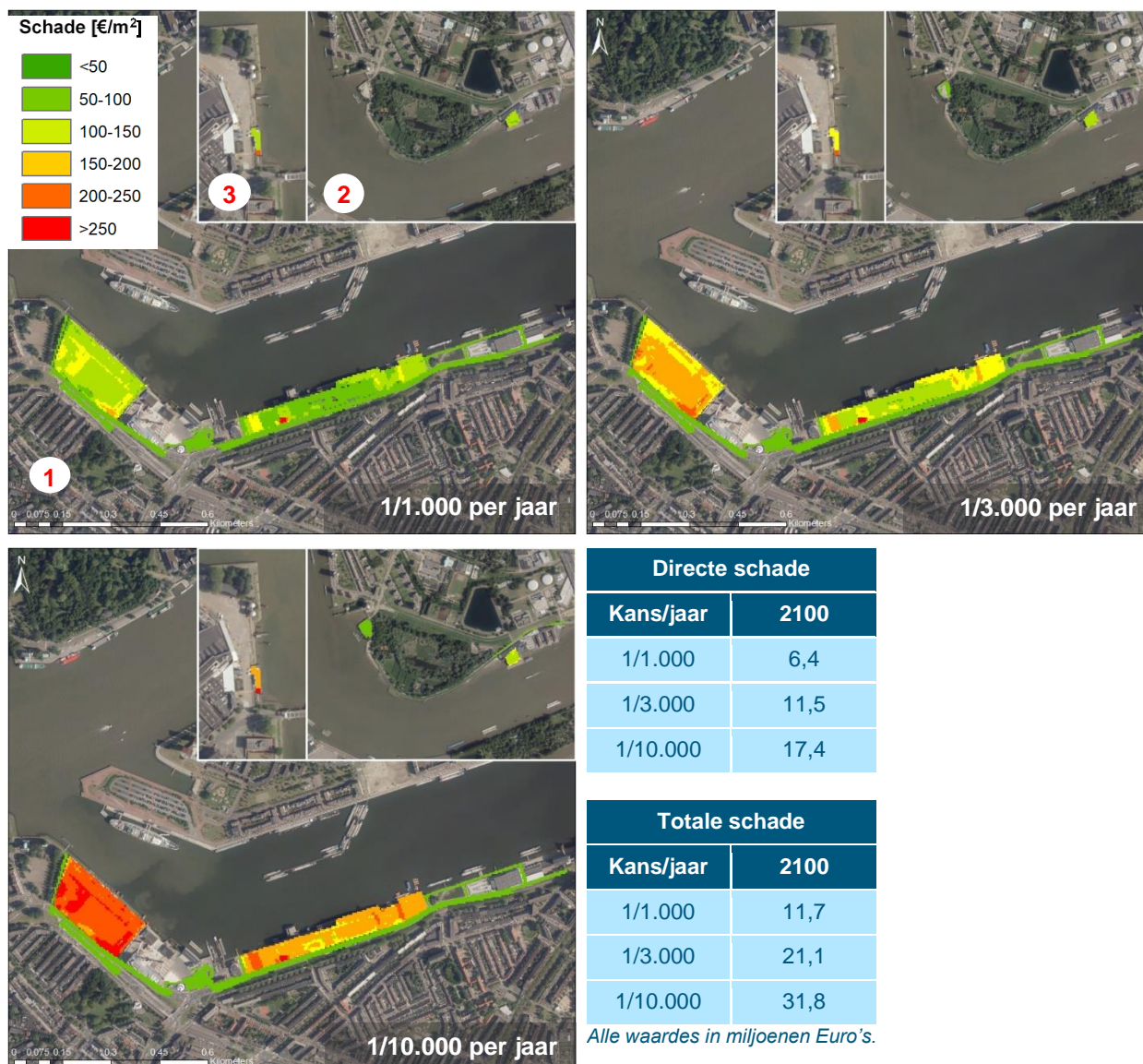
1. De toenemende waterdieptes bij kleiner wordende overstromingskansen in zowel de huidige situatie als in de toekomst zorgen er voor dat de schade in de Maashaven toe zal blijven nemen.
2. In de Esch treedt er bij het transport & maritiem terrein al schade op in de huidige situatie. Bij het bulkterminal terrein is dit het geval in 2100.
3. Bij de Nassaukade neemt de schade ook toe bij kleiner wordende overstromingskansen, in zowel de huidige situatie als in de toekomst.



Figuur 6-5. Schade in de huidige situatie bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar



Figuur 6-6. Schade in 2050 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar



Figuur 6-7. Schade in 2100 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar

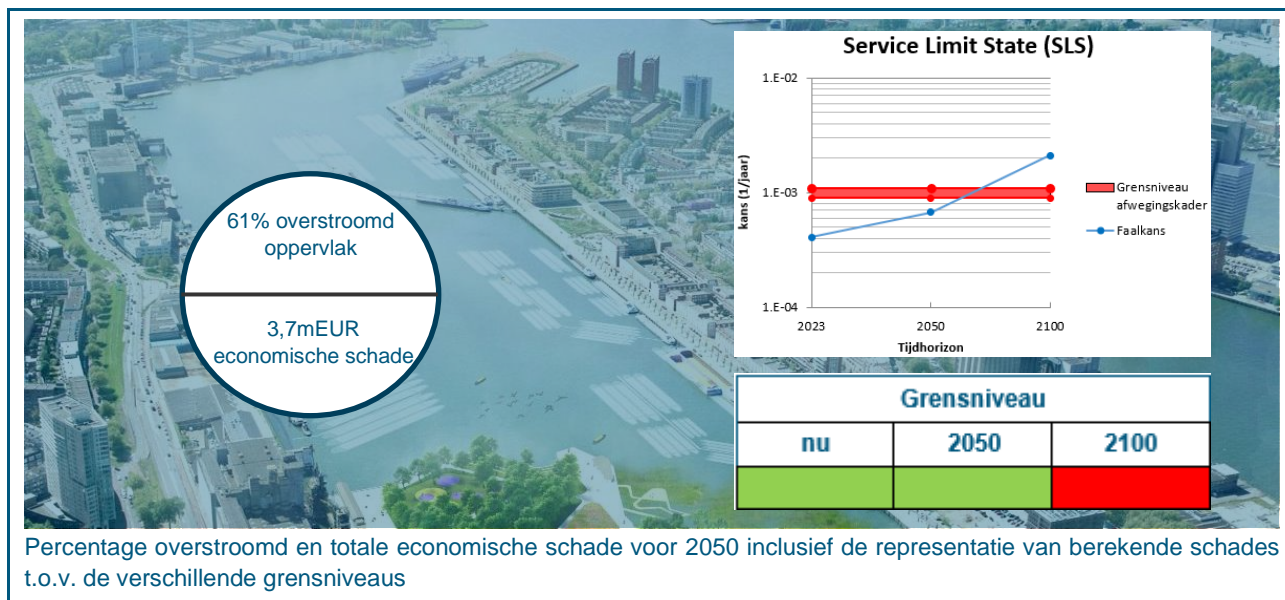
6.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van de buitendijkse haventerreinen in het stedelijk gebied zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Tabel 6-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in perspectief van waterveiligheid binnendijks te plaatsen.

Tabel 6-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
0,56 miljoen Euro	1/100
5,6 miljoen Euro	1/1.000
56 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 6-8 neemt de eerder beschreven gebeurtenis (een overstroming met een kans van 1/1.000 per jaar) als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Percentage overstroomd en totale economische schade voor 2050 inclusief de representatie van berekende schades t.o.v. de verschillende grensniveaus

Figuur 6-8. 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. In de tabel (gebaseerd op het W+ scenario) zijn de volgende kleurcodes gebruikt: groen = onder grensniveau (acceptabele faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader.

De afweging in Figuur 6-8 laat zien dat een overstroming met een kans van voorkomen van 1/1.000 per jaar niet leidt tot een overschrijding van het grensniveau in de huidige situatie. De toename van economische schade blijft tot circa 2060 lager dan deze grens. Daarna stijgt de economische schade tot boven het grensniveau en zouden maatregelen gewenst zijn in het havengebied in het stedelijk gebied vanuit het perspectief van binnendijkse waterveiligheid. Bij een overstromingskans van 1/1.000 jaar is in 2050 vindt 90% van schade in het stedelijk havengebied plaats in de Maashaven. Dit leidt er echter niet toe dat het grensniveau voor de Maashaven apart wordt overschreden.

Het gebruikte afwegingskader geeft alleen een indicatie van de timing. 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.

6.5 Kansrijke maatregelen

Op basis van expert judgement lijken (duurdere) preventieve maatregelen zoals het aanleggen van keringen en het ophogen van kades en glooiingen niet kansrijk voor de haventerreinen in het stedelijk gebied vanwege de beperkte economische schade. Maatregelen die uitgaan van ruimtelijke adaptatie lijken hierdoor kansrijker. Dit zijn individuele bedrijfsspecifieke maatregelen, die ook passen bij de eigen verantwoordelijkheid van gebruikers van het buitendijkse gebied als het gaat om waterveiligheid. Aangezien pas in 2060 het overstromingsrisico niet meer acceptabel is vanuit een binnendijks waterveiligheidsperspectief, is er tijd om de maatregelen te implementeren bij vervangingsinvesteringen en/of groot onderhoud. Dit verlaagt de kosten en overlast van het implementeren van maatregelen.

Naast ruimtelijke adaptatie is crisisbeheersing een kansrijke maatregel. 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 noodvoorzieningen, kritische en kapitaalintensieve producten tijdelijk hoger/elders opslaan en rollend materieel verrijden naar een hoger gelegen plek.

Per haventerrein volgt hieronder een aantal mogelijke maatregelen. In dialoog met de daar gelegen bedrijven zou meer inzicht verkregen moeten worden in hoe kansrijk deze of alternatieve maatregelen zijn.

Deelgebied 1: Maashaven

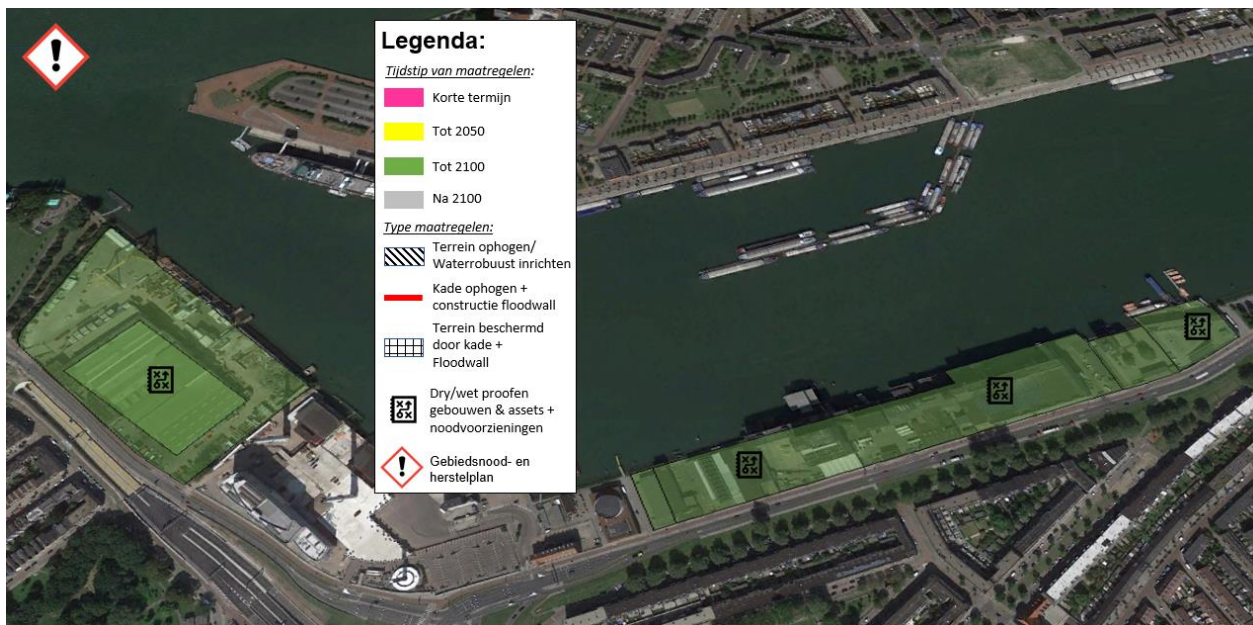
Alhoewel het gebied vrijwel geheel overstroomt, zijn de waterdieptes beperkt tot maximaal 20cm in 2050 bij een kans van 1/1.000 per jaar. Daarom lijkt dry/wet proofing van de meest gevoelige en kritische assets voor de terreinen in de Maashaven kansrijk. Enerzijds omdat de kosten van preventieve maatregelen niet in verhouding lijken tot de schade en anderzijds omdat het voor te stellen is dat dit gebied een stedelijke (anders dan industriële) functie krijgt in de toekomst.

Dry/wet proofing focust op de kritieke punten van de hoofdinfrastructuur. Daarmee wordt de grootste schade/downtime voorkomen. 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. Dit is realistisch tot circa 1m waterdiepte. Wet proofing houdt in dat de asset volledig geschikt gemaakt wordt om het water te ontvangen binnen 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. 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.

Bij dry/wet proofing in de Maashaven gaat het om:

- dry/wet proofing van de kantoor- en bedrijfspanden in het westen van het gebied die in aanraking komen met water indien het water naar binnen kan stromen;
- dry/wet proofing van het gebouw op het terrein met stukgoedoverslag in het oosten van het gebied indien het water naar binnen kan stromen;
- dry/wet proofing van kranen op kades in het westen van het gebied, wanneer meer dan 20cm waterdiepte wordt verwacht bij een kraan;
- dry/wet proofing van overige assets met een kans op falen als gevolg van een overstroming waar bedrijfsprocessen van afhankelijk zijn, zoals de containers en producten op het terrein met stukgoedoverslag, elektra en andere vitale infrastructuur.
- Voor de producten die gevoelig zijn voor het in aanraking komen met zout water zouden specifieke maatregelen genomen kunnen worden zoals het op hoogte plaatsen van producten.

Figuur 6-9 geeft weer hoe deze combinatie van maatregelen het overstromingsrisico kan beheersen in de Maashaven.



Figuur 6-9. Combinatie van kansrijke maatregelen om het overstromingsrisico op het haventerrein in de Maashaven te beheersen

Deelgebied 2: De Esch

In dit deelgebied ligt een bulkterminal in het westen en transportmiddelenindustrie en maritieme dienstverlening in het oosten. Voor de bulkterminal in het westen geldt dat een overstroming met een kans van voorkomen van 1/1.000 per jaar niet tot schade leidt tussen nu en 2100. Dit betekent dat het overstromingsrisico onder de acceptabele grens blijft van het afwegingskader en er vanuit een binnendijkse waterveiligheidsperspectief geen maatregelen nodig zijn.

Op het terrein met transportmiddelenindustrie en maritieme dienstverlening in het oosten staan gebouwen en er is 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.

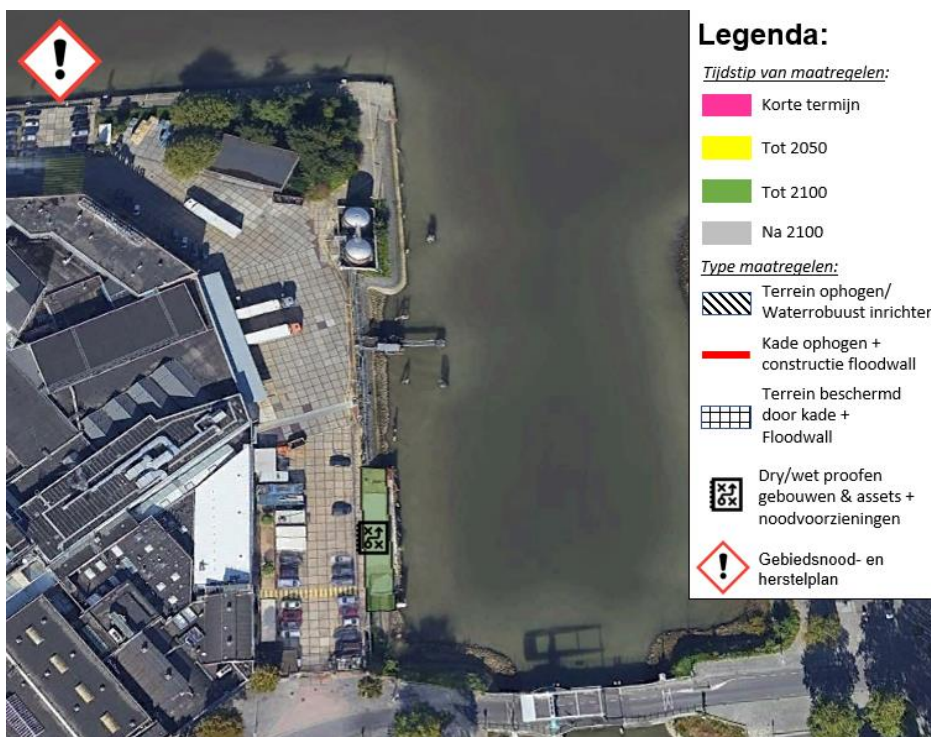
Figuur 6-10 geeft weer hoe deze combinatie van maatregelen het overstromingsrisico kan beheersen in De Esch.



Figuur 6-10. Combinatie van kansrijke maatregelen om het overstromingsrisico op het haventerrein in De Esch te beheersen

Deelgebied 3: Nassaukade

In dit deelgebied ligt een terrein met kantoren met 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 voorafgaand aan een overstroming naar hoger gelegen gebied te rijden. Figuur 6-11 geeft weer hoe deze combinatie van maatregelen het overstromingsrisico kan beheersen op het kantoorterrein aan de Nassaukade.



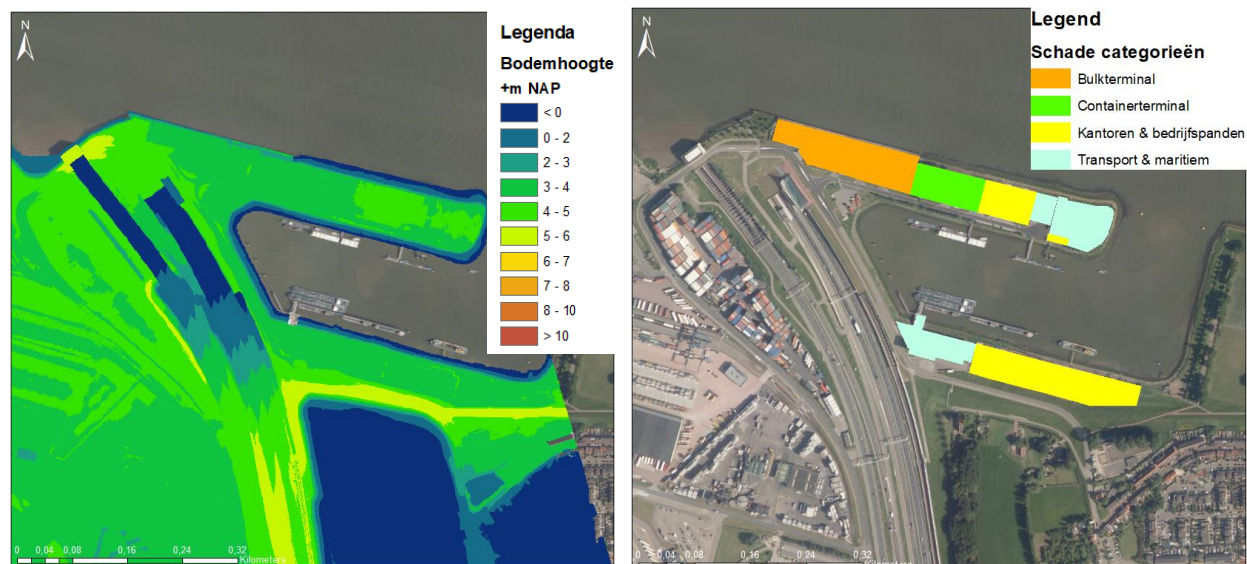
Figuur 6-11. Combinatie van kansrijke maatregelen om het overstromingsrisico op het haventerrein aan de Nassaukade te beheersen

7 Een waterveilige Madroelhaven

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van het gebied (§7.1), de overstromingskansen (§7.2) en gevolgen ervan (§7.3). In §7.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewenst zijn. Tenslotte staan in §7.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van een waterveilige Madroelhaven, nu en in de toekomst.

7.1 Gebiedsbeschrijving

De Madroelhaven ligt gemiddeld op NAP+ 3,9m. Het gebied beslaat 4 ha, waarvan 36% bestaat uit kantoren en bedrijfspanden, 27% uit bulkterminal, 25% uit transport & maritiem en 12% uit containerterminal. Figuur 7-1 visualiseert de terreinhoogte van het gebied en het havengerelateerde landgebruik.



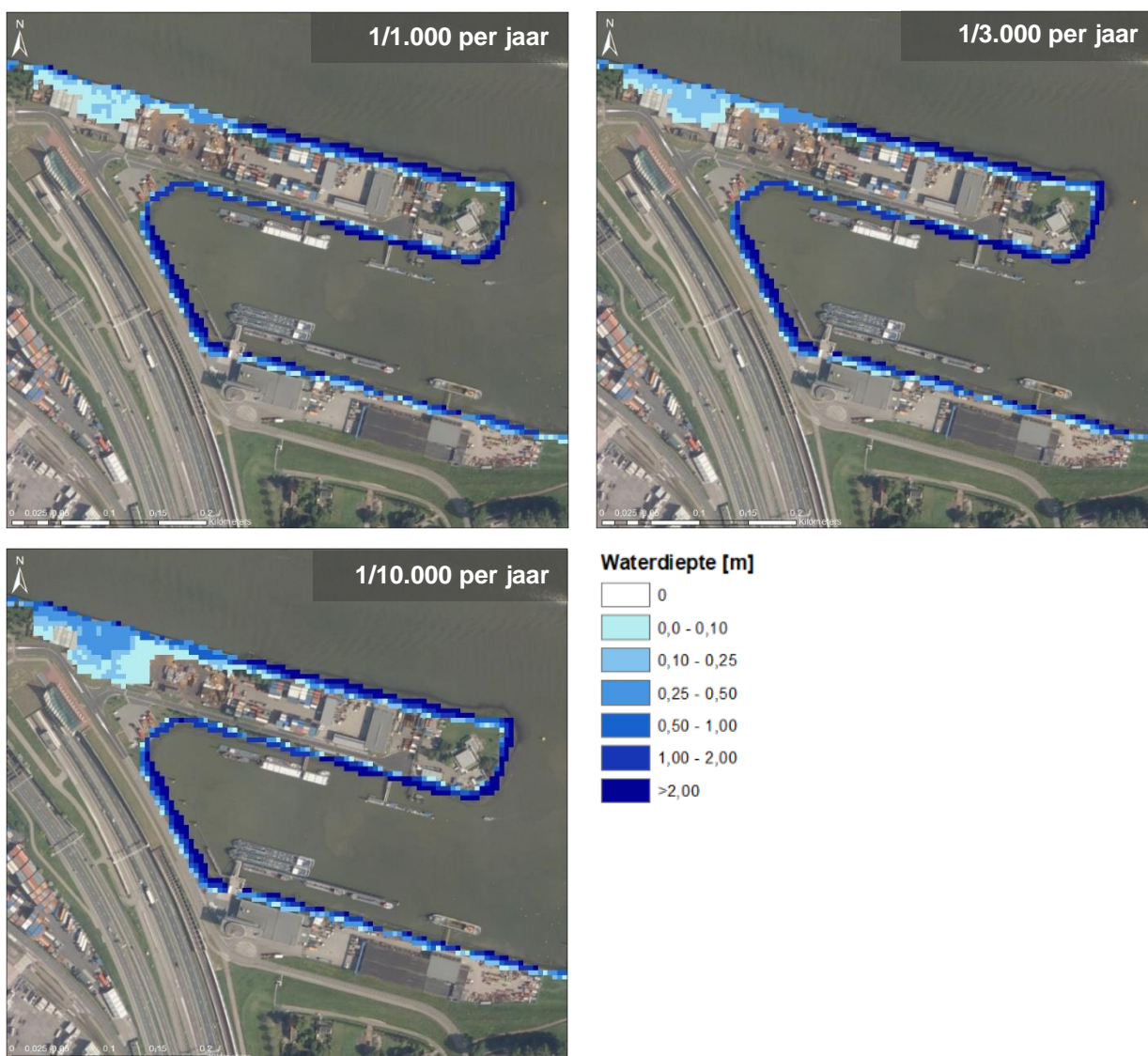
Figuur 7-1. Terreinhoogte (links) en landgebruikkaart (rechts) van de Madroelhaven.

7.2 Overstromingskansen

Indien de waterstand in de Madroelhaven hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein (zie Tabel 7-1 voor de waterstanden). Een overstromingsanalyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming in het studiegebied. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat er een kleine kans (1/10.000 per jaar) is dat een groot gedeelte van de Madroelhaven te maken krijgt met water, vanwege een overstroming vanuit de Noordzee (Figuur 7-2). Alleen de bulkterminal krijgt met een overstroming te maken.

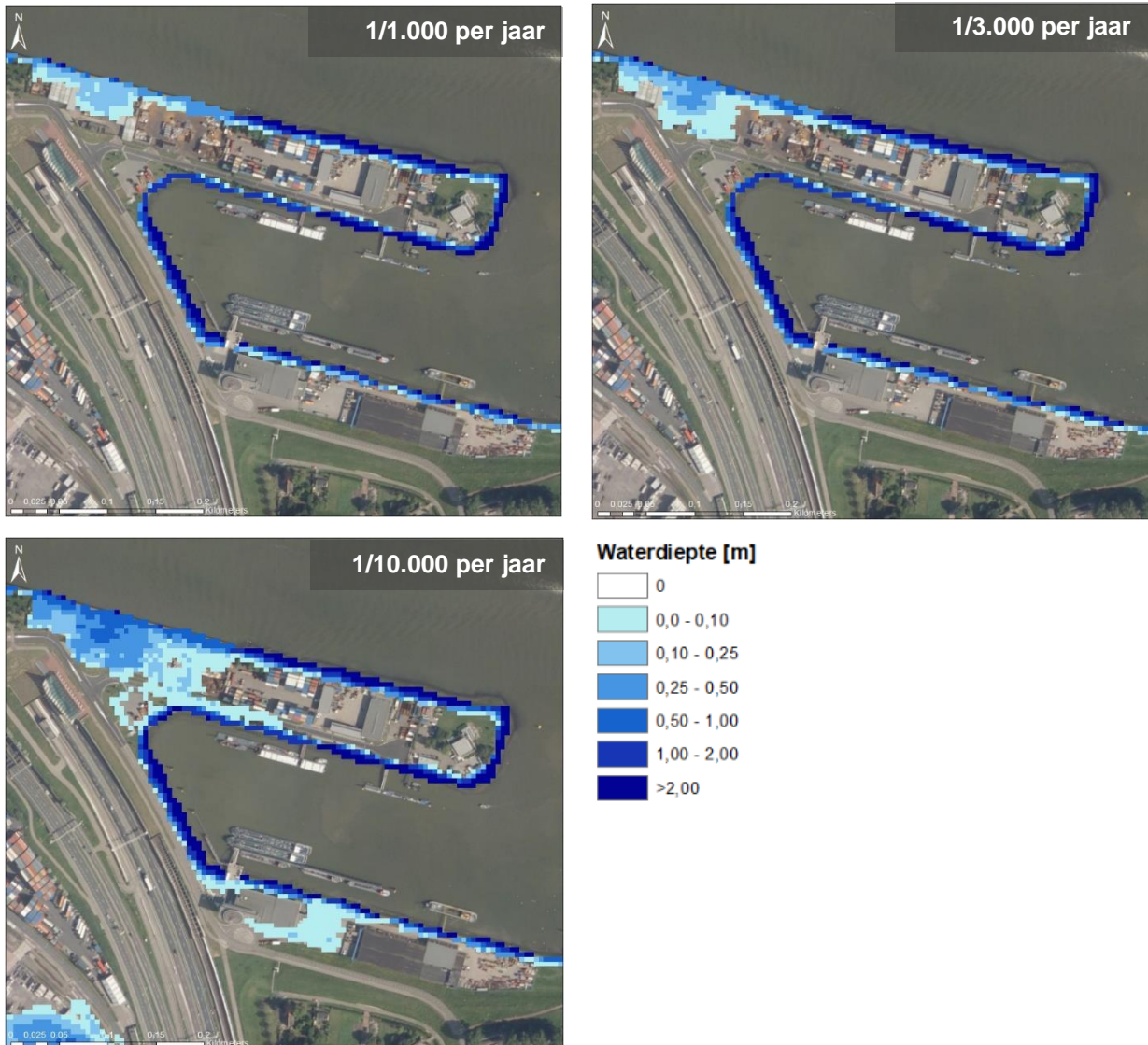
Tabel 7-1: Waterstanden voor Madroelhaven afgeleid op basis van de Hydra-NL database

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	2,9	3,0	3,2
100 jaar	3,1	3,2	3,3
300 jaar	3,2	3,3	3,4
1.000 jaar	3,3	3,4	3,6
3.000 jaar	3,4	3,5	3,9
10.000 jaar	3,5	3,8	4,2

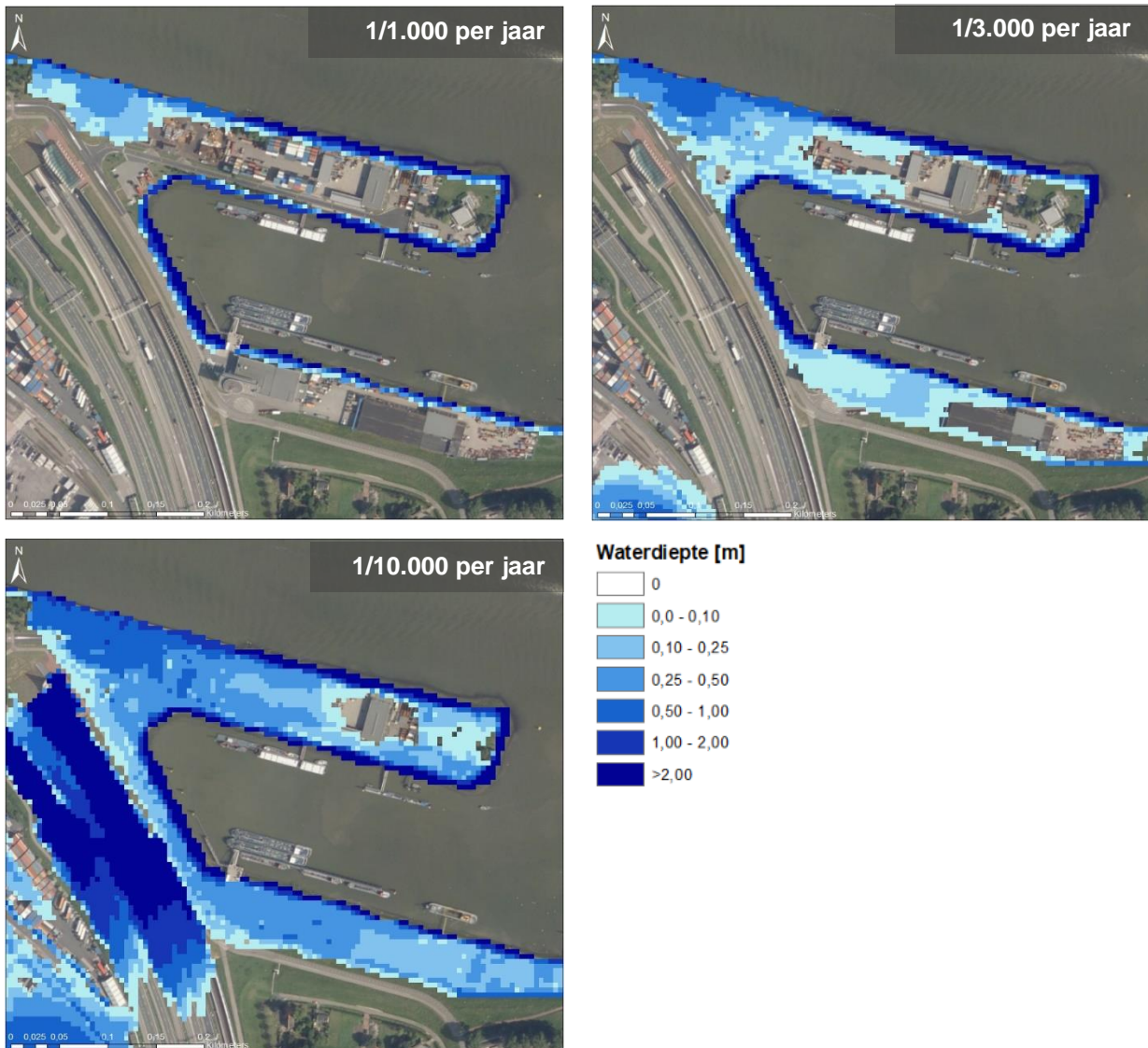


Figuur 7-2. Overstromingsbeelden van de Madroelhaven in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

De zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. In 2050 (Figuur 7-3) en 2100 (Figuur 7-4) neemt zowel het areaal als de waterdiepte toe. In 2100 krijgt uiteindelijk bij een kans van 1/10.000 jaar een groot gedeelte van het gebied met een overstroming te maken.



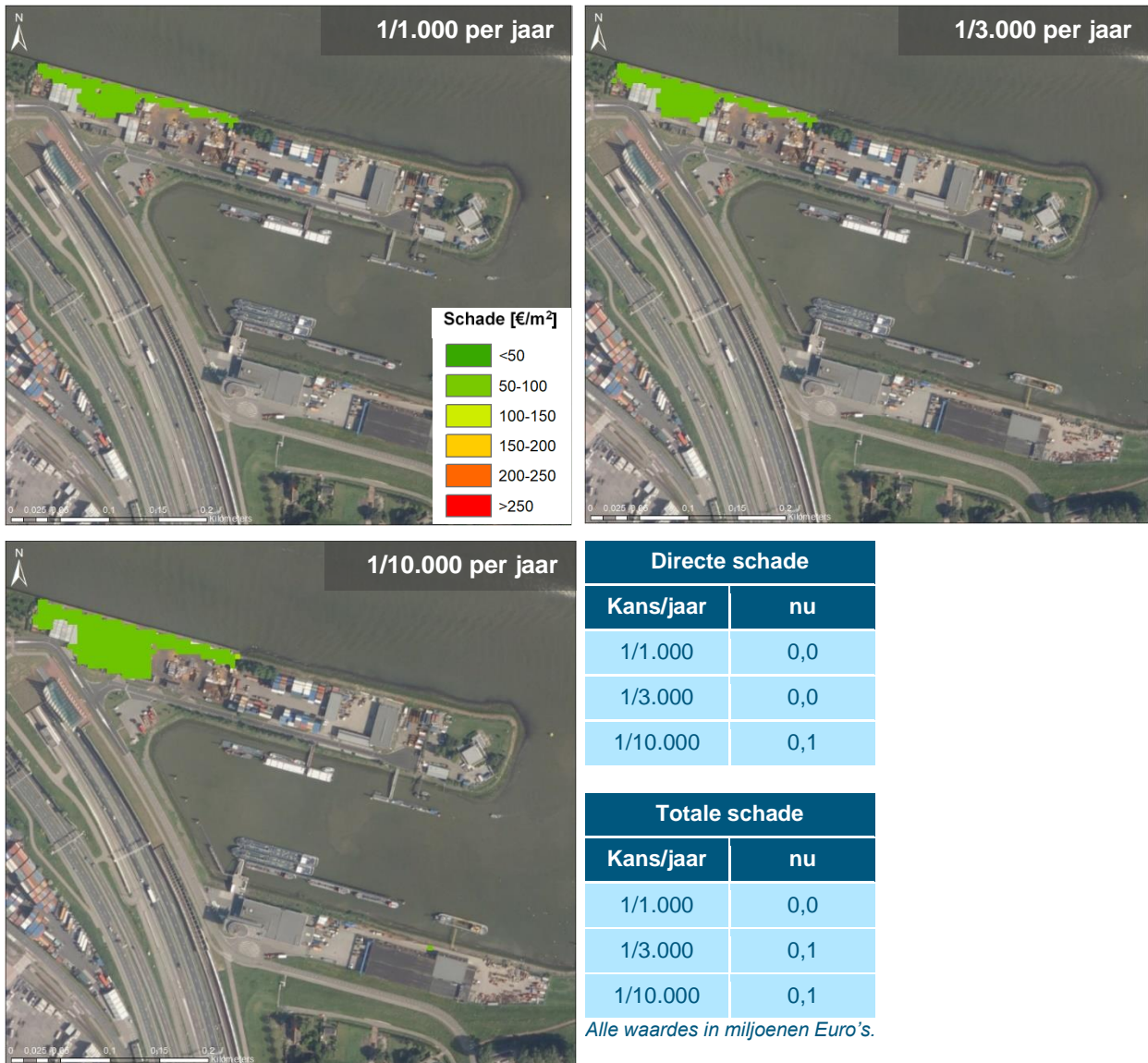
Figuur 7-3. Overstromingsbeelden van de Madroelhaven in 2050 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



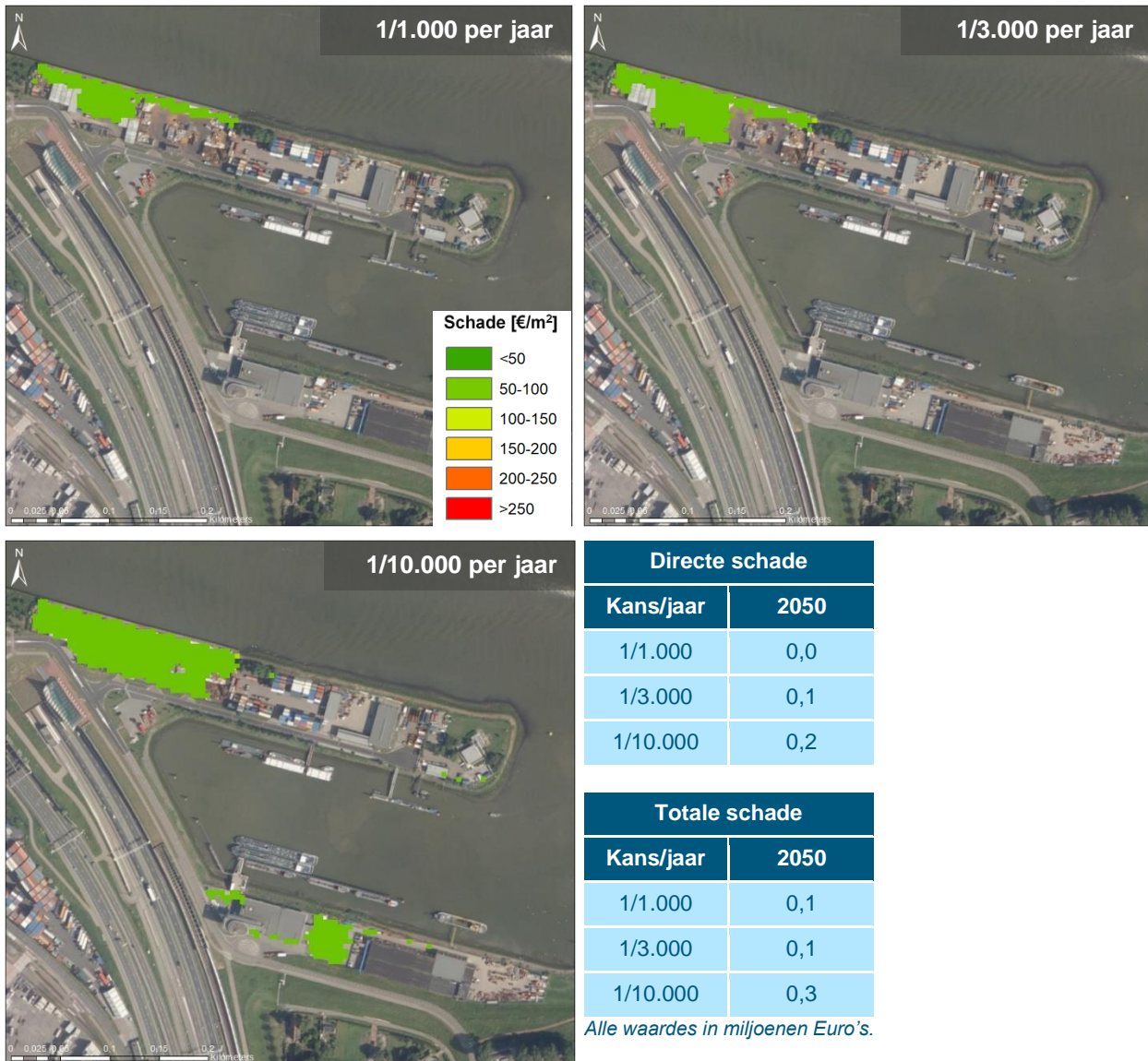
Figuur 7-4. Overstromingsbeelden van de Madroelhaven in 2100 ($W+$ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

7.3 Gevolgen van een overstroming

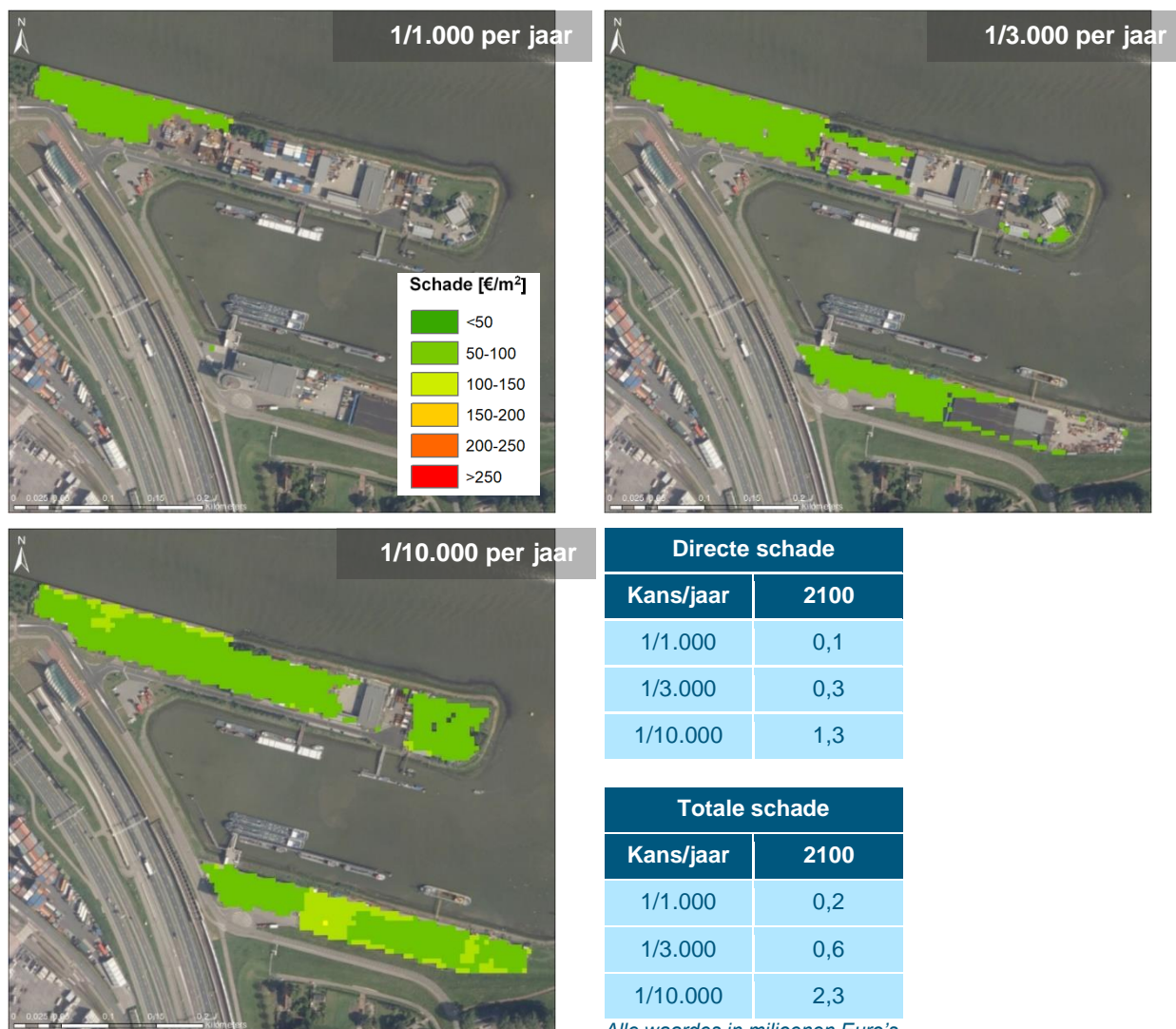
Als gevolg van een overstroming treedt er economische schade op in het buitendijkse havengebied. Schade vanwege een overstroming zal als eerst voorkomen bij de bulkterminal plaatsvinden, waarna in een later stadium ook andere delen in de Madroelhaven hiermee te maken zullen krijgen. De schades in de Madroelhaven in zowel de huidige situatie als in 2050 en 2100 zijn weergegeven in Figuur 7-5, Figuur 7-6 en Figuur 7-7.



Figuur 7-5: Schade in de Madroelhaven in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



Figuur 7-6: Schade in de Madroelhaven in 2050 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



Figuur 7-7: Schade in de Madroelhaven in 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

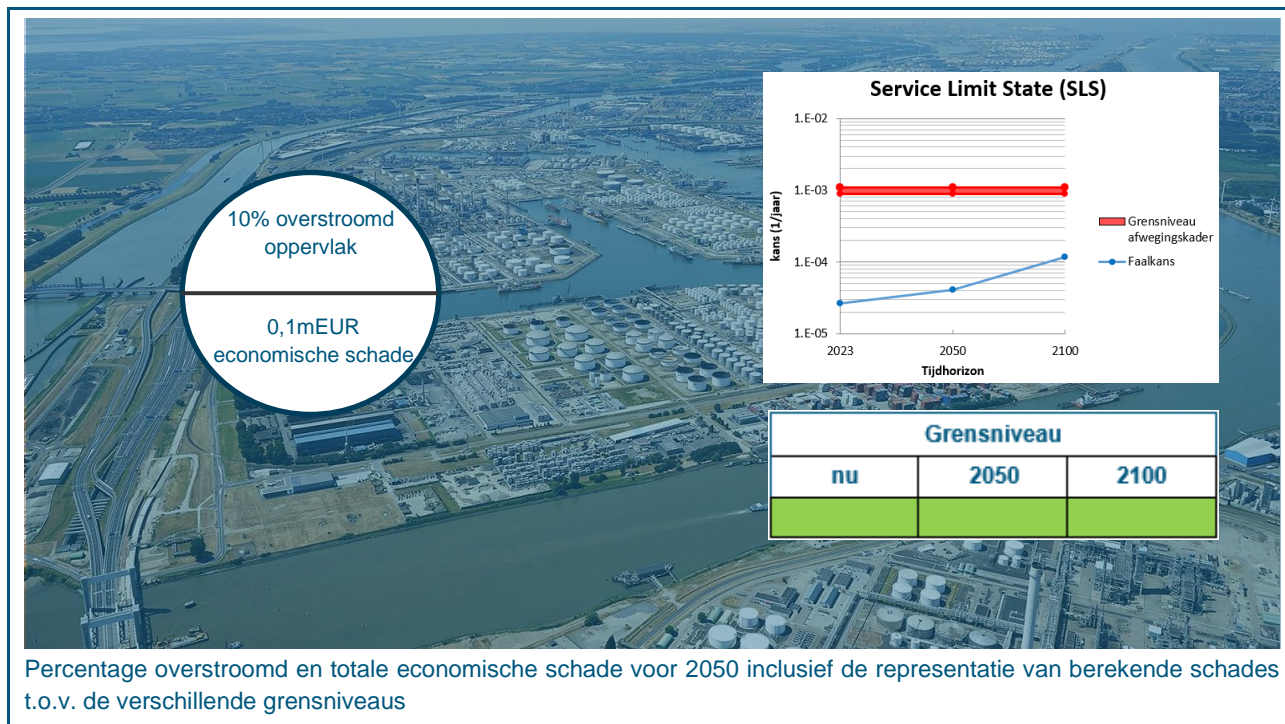
7.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van het buitendijkse havengebied in de Madroelhaven zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Tabel 7-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied in de Madroelhaven in perspectief van waterveiligheid binnendijks te plaatsen.

Tabel 7-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
0,2 miljoen Euro	1/100
1,5 miljoen Euro	1/1.000
15 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 7-8 neemt een overstroming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Percentage overstroomd en totale economische schade voor 2050 inclusief de representatie van berekende schades t.o.v. de verschillende grensniveaus

Figuur 7-8. 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 faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader

De afweging in Figuur 7-8 laat zien 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.

7.5 Kansrijke maatregelen

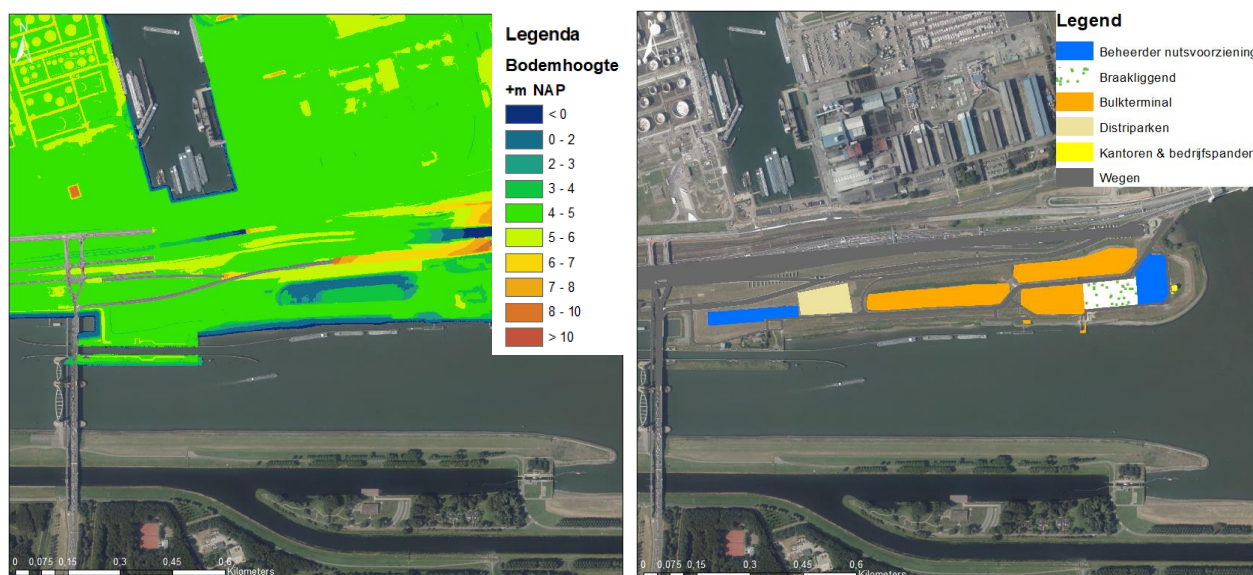
Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat er tot 2100 geen maatregelen nodig zijn om het overstromingsrisico te beheersen in het havengebied in de Madroelhaven op basis van de huidige verwachte zeespiegelstijging en het huidige landgebruik. Dit betekent dat er tijd is om meekoppelmomenten 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 dit moment wel eerder in de tijd komen te liggen.

8 Een waterveilig havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van het gebied (§8.1), de overstromingskansen (§8.2) en gevolgen ervan (§8.3). In §8.4 worden de overstromingsrisico's in perspectief geplaatst van waterveiligheid binnendijks om een idee te krijgen wanneer maatregelen gewenst zijn. Tenslotte staan in §8.5 kansrijke maatregelen voor het behoud van een waterveilig buitendijks havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal, nu en in de toekomst.

8.1 Gebiedsbeschrijving

Het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal ligt gemiddeld op NAP+ 4,1m. Het gebied beslaat 22ha waarvan meer dan de helft (57%) uit wegen bestaat, 25% uit bulkterminal 9% uit nutsvoorziening en 5% uit distriparken. Daarnaast is 5% als braakliggend gedefinieerd. Figuur 8-1 visualiseert de terreinhoogte van het gebied en het havengerelateerde landgebruik.



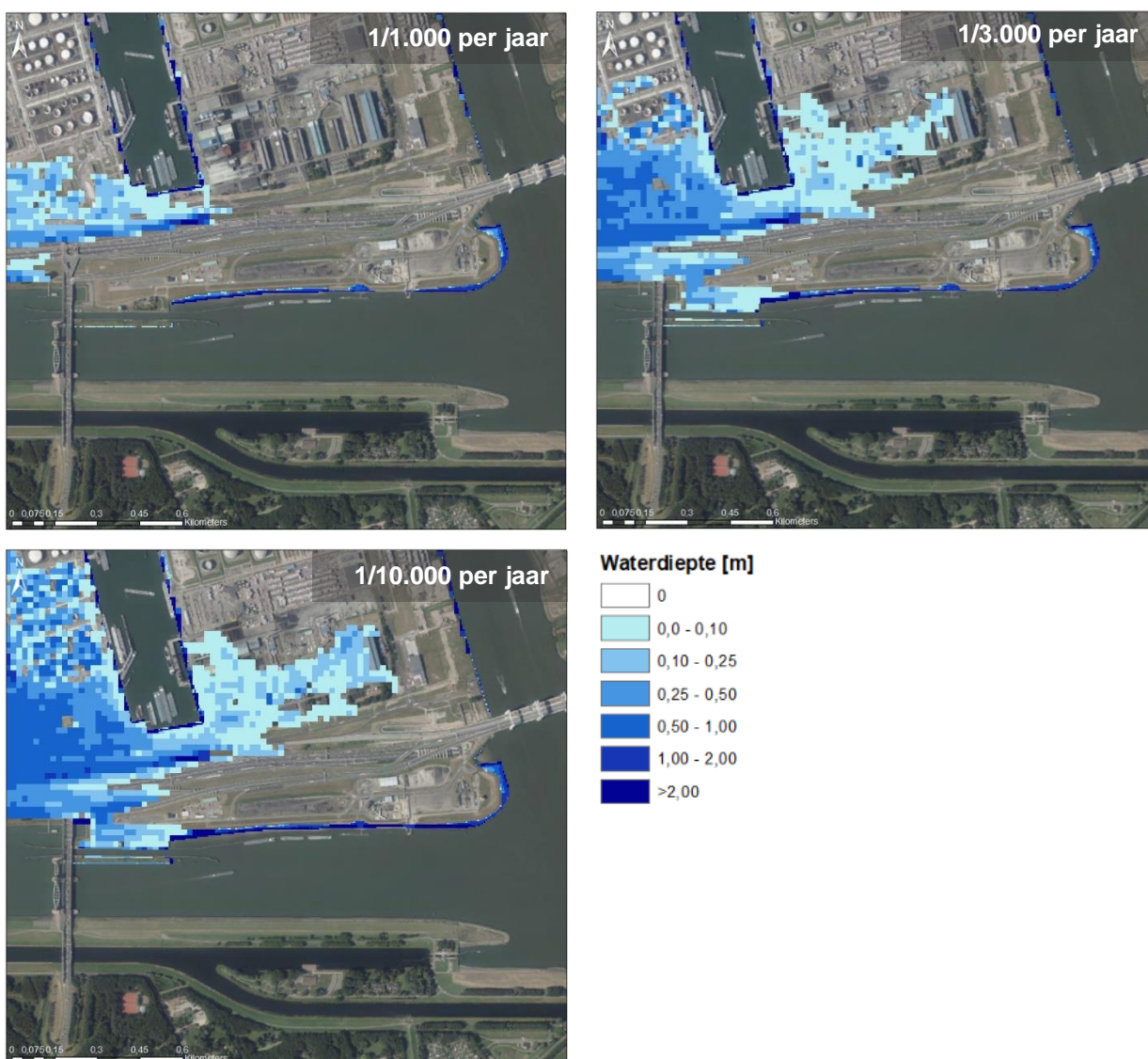
Figuur 8-1. Terreinhoogte (links) en landgebruikskaart (rechts) van het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal.

8.2 Overstromingskansen

Indien de waterstand van dit havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal hoger is dan de terreinhoogte, overstroomt het terrein. De waterstanden voor dit gebied zijn vastgesteld op basis van numerieke modellering in het kader van de pilot Waterveiligheid Botlek (zie Tabel 8-1). Met deze waterstanden is een overstromingsanalyse uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming in het studiegebied. Uitkomst van de analyse naar overstromingskansen is dat er een kleine kans (1/10.000 per jaar) is dat een groot gedeelte van dit havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal te maken krijgt met water, vanwege een overstroming vanuit de Noordzee (zie Figuur 8-2). Het water komt vanuit het Hartelkanaal en loopt langs de kering over het Botlekterrein het gebied in. Het terrein overstroomt niet vanuit de Oude Maas direct achter de Hartelkering. Het terrein ligt hoger dan de maximale waterstand (NAP+4,2m) die in een 1/10.000 per jaar in 2100 optreedt.

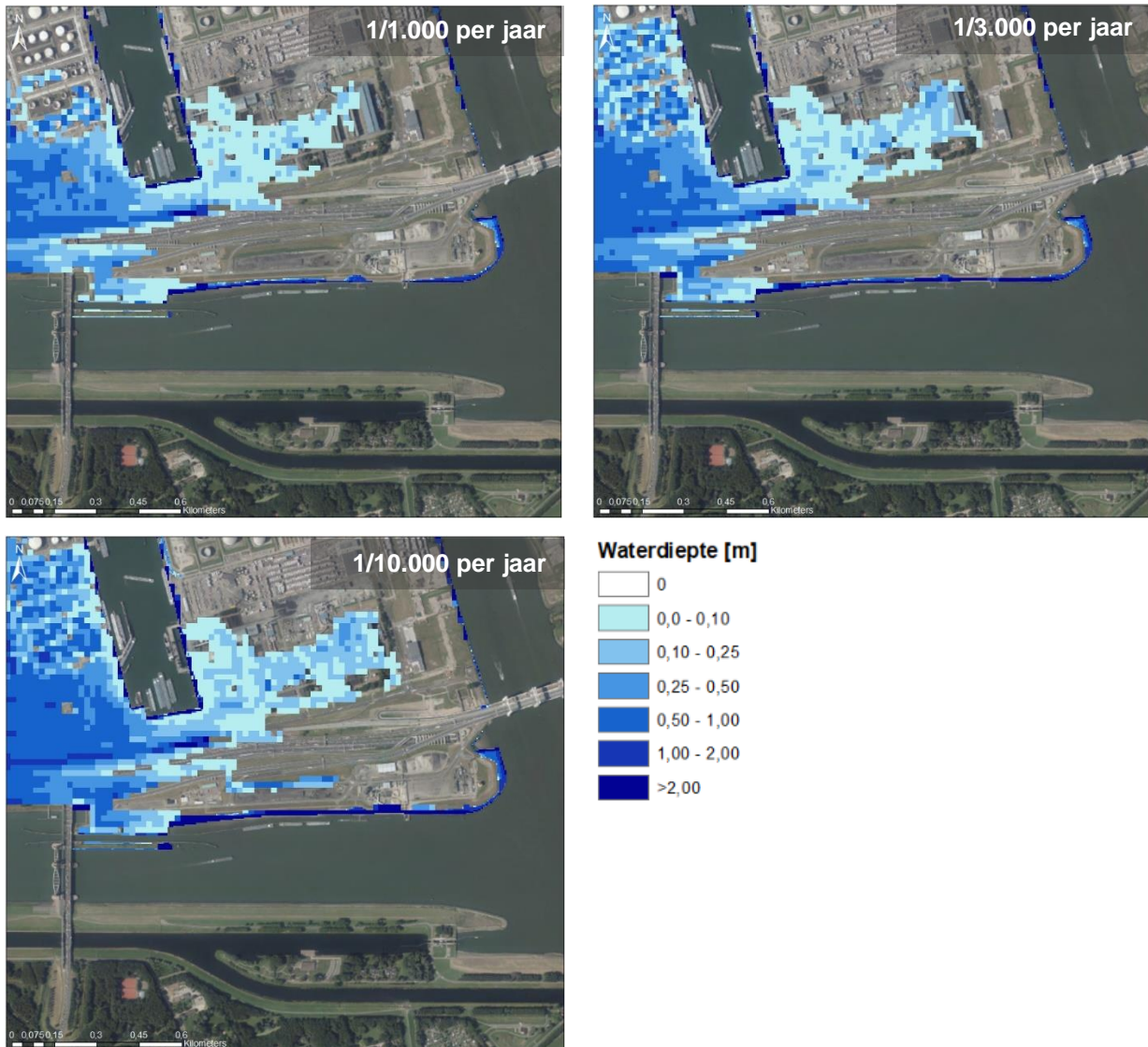
Tabel 8-1: Waterstanden voor havengebied Botlek aan het Hartelkanaal afgeleid op basis van de Hydra-NL database

Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	3,1	3,2	3,4
100 jaar	3,9	4,1	4,5
300 jaar	4,2	4,4	4,8
1.000 jaar	4,7	5,0	5,5
3.000 jaar	5,1	5,4	5,9
10.000 jaar	5,3	5,7	6,2

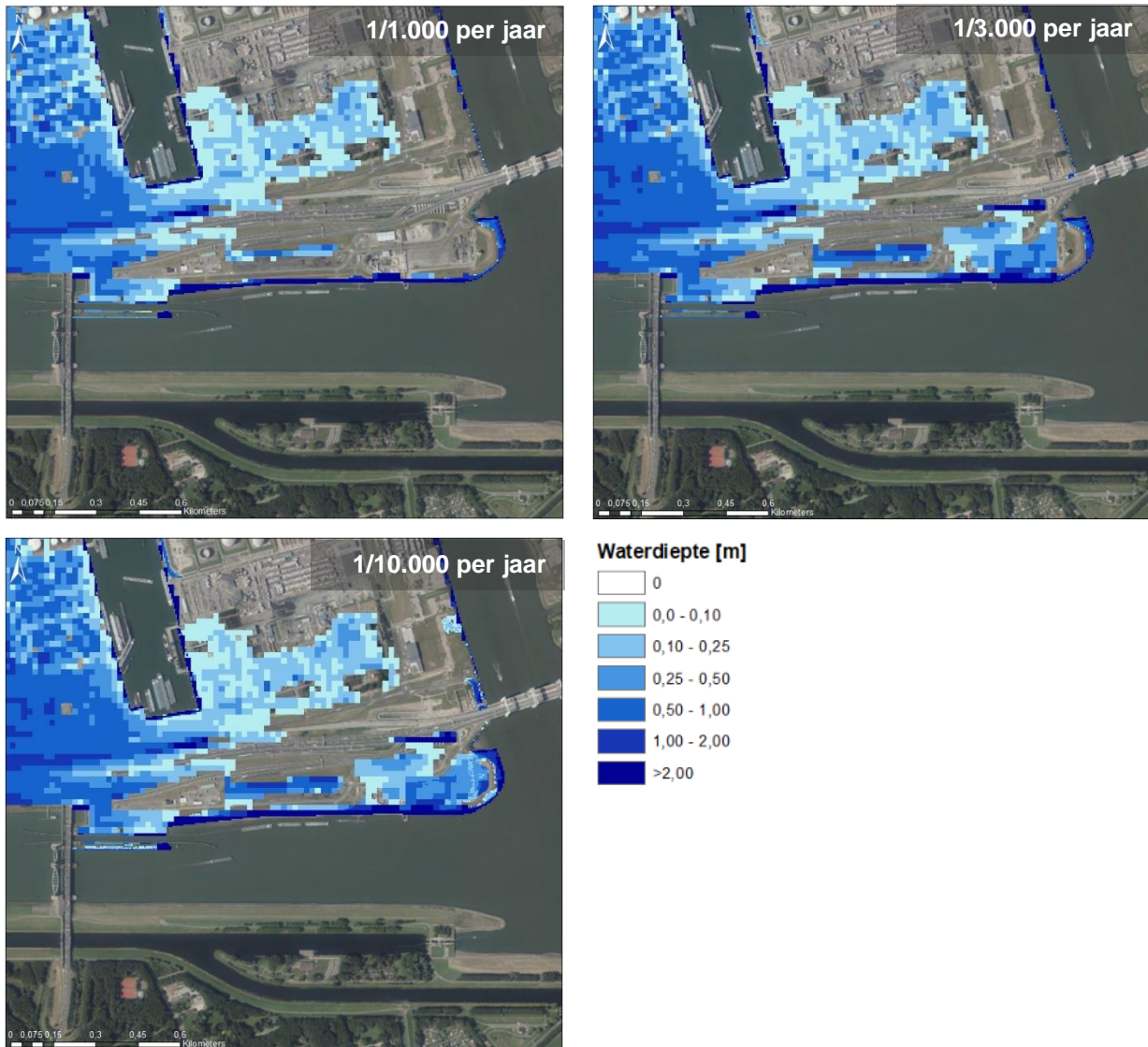


Figuur 8-2. Overstromingsbeelden van het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

De zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. In 2050 (Figuur 8-3) en 2100 (Figuur 8-4) neemt zowel het areaal als de waterdiepte toe. In 2100 krijgt uiteindelijk bij een kans van 1/10.000 jaar een groot gedeelte van het gebied met een overstroming te maken, zij het echter met beperkte waterdiepte.



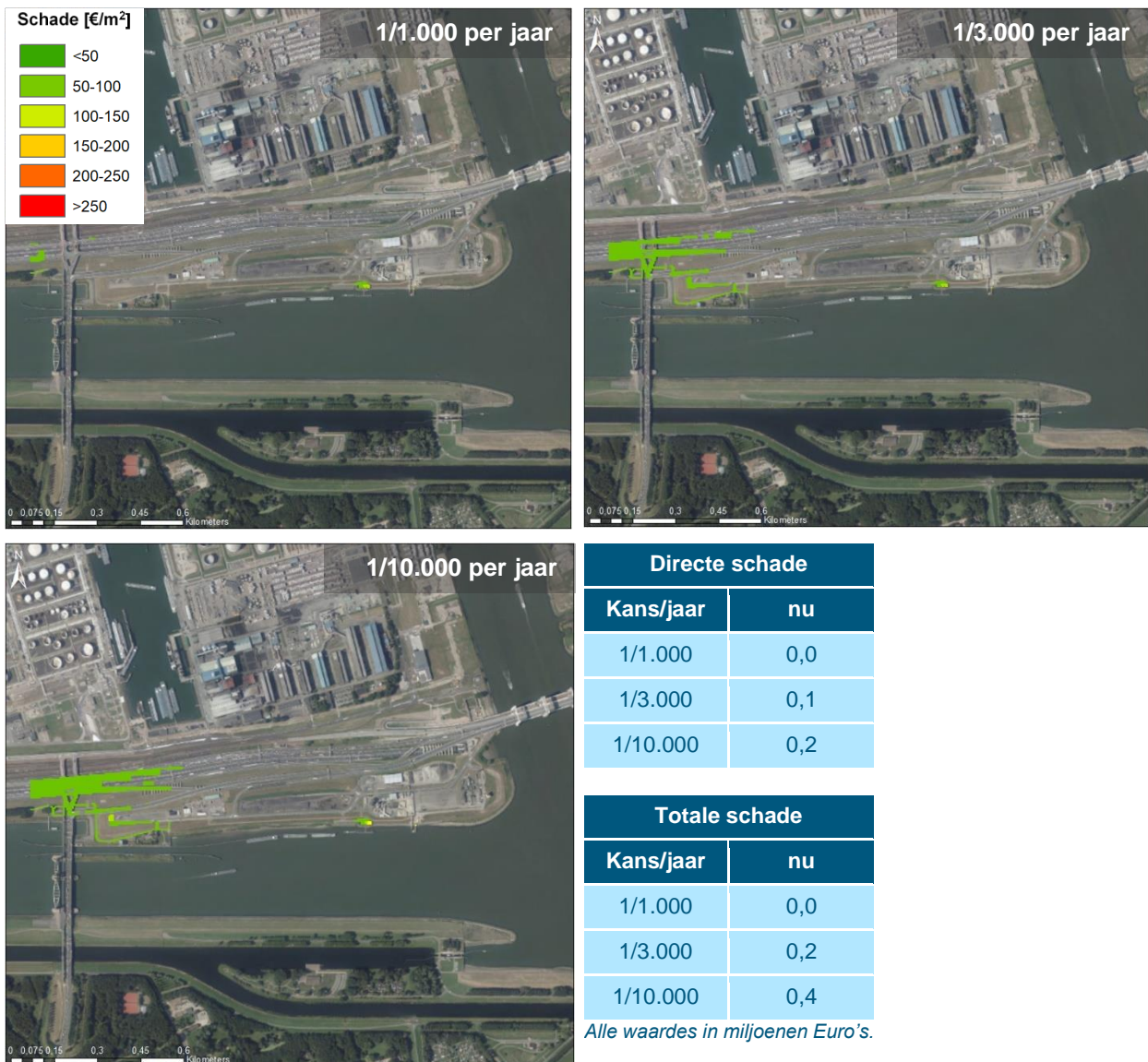
Figuur 8-3. Overstromingsbeelden van het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in 2050 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



Figuur 8-4. Overstromingsbeelden van het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

8.3 Gevolgen van een overstroming

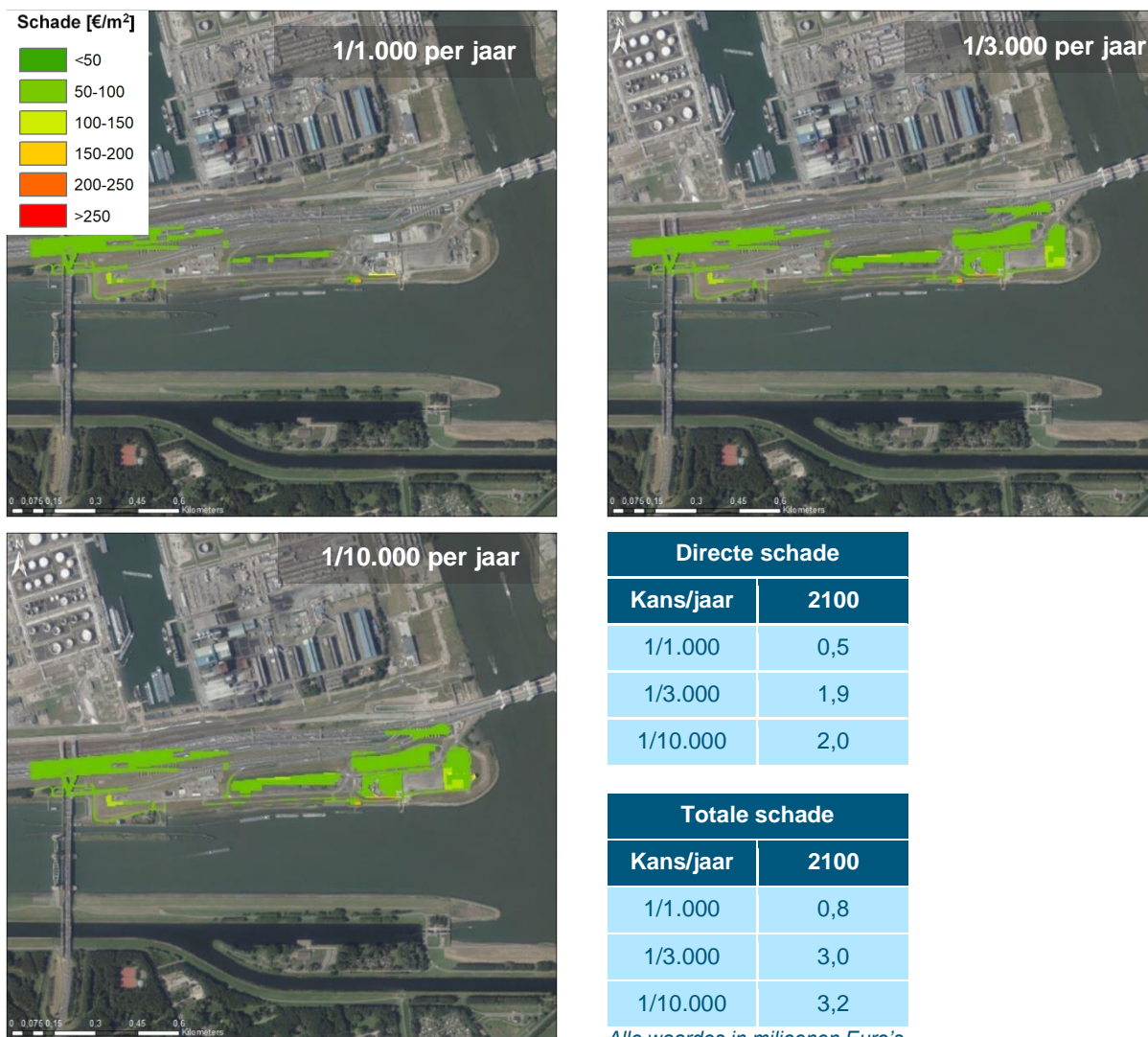
Als gevolg van een overstroming treedt er economische schade op in het buitendijkse havengebied. Gemiddeld treedt de helft van de schade op bij wegen (52%). Andere categorieën waar schade optreedt zijn bulkterminal, nutsvoorziening en kantoren & bedrijfspanden.



Figuur 8-5: Schade in het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



Figuur 8-6: Schade in het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in 2050 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000



Figuur 8-7: Schade in het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

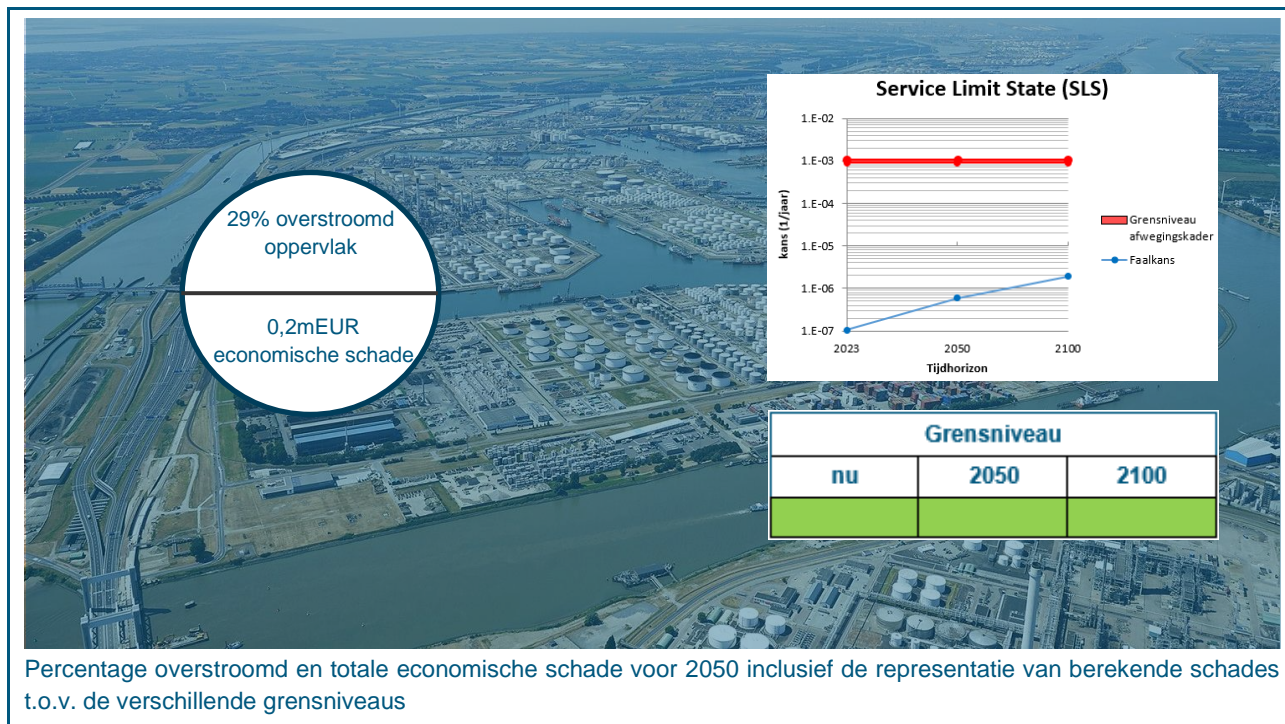
8.4 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van het buitendijkse havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal zich tot 2100 ontwikkelt in relatie tot de in deze studie gekozen grens waaronder risico's nog als acceptabel beschouwd worden (het grensniveau). Tabel 5-2 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het buitendijkse havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal in perspectief van waterveiligheid binnendijks te plaatsen.

Tabel 8-2. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
0,4 miljoen Euro	1/100
4,0 miljoen Euro	1/1.000
40 miljoen Euro	1/10.000

Figuur 8-8 neemt een overstroming met een kans van 1/1.000 per jaar als voorbeeld om de risicoafweging toe te lichten.



Figuur 8-8. 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 faalkans) van het afwegingskader, geel = grensniveau en faalkans vallen ongeveer samen, rood = boven grensniveau van het afwegingskader

De afweging in Figuur 8-8 laat zien 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.

8.5 Kansrijke maatregelen

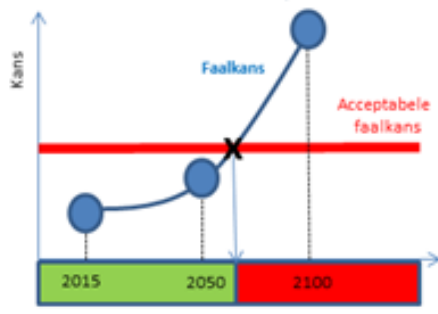
Uit de verkenning met het afwegingskader komt naar voren dat er tot 2100 geen maatregelen nodig zijn om het overstromingsrisico te beheersen in het havengebied in de Botlek aan het Hartelkanaal op basis van de huidige verwachte zeespiegelstijging en het huidige landgebruik. Dit betekent dat er tijd is 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 dit moment wel eerder in de tijd komen te liggen.

Literatuurlijst

- Bongers, H. en Konter, J. (2011). *Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden. Mogelijke toekomst voor het Havenindustriële Cluster Rotterdam*. Werkbijeenkomst Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden: 'Klimaatverandering en de toekomst van het Havenindustriële cluster', 9 juni 2011
- Bruggeman, W. en Dammer, E. (2013). *Deltascenario's voor 2050 en 2100 Nadere uitwerking 2012-2013*. Nederland: KNMI, PBL, CPB, LEI en Deltares.
- Deltaprogramma | Rijnmond-Drechtsteden. (2011). *Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden*.
- Deltaprogramma | Rijnmond-Drechtsteden (2014). *Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden*. Programmteam Rijnmond-Drechtsteden
- Gemeente Rotterdam (2008). *Ontwerp Bestemmingsplan MAASVLAKTE 2*. 1450-359
- Groeneweg, J. De Ridder, M. (2018) *Inundatiehoogtes Europoort en Maasvlakte*. Deltares 11202835-002-0001, opdrachtgever Havenbedrijf Rotterdam
- 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
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (2012). *Deltaprogramma 2013 (DP2013) - Werk aan de delta*.
- Mooyaart, L. & Schoemaker, M. (2017) KBA terreinhoogte buitendijks. Royal HaskoningDHV, opdrachtgever Gemeente Rotterdam
- Nicolai, R. Van Vuren, S., Pleijter, G., Huizinga, J., Koks, E. en De Moel, H. (2016a). *Pilot Waterveiligheid Botlek. Toelichting op de waterdiepte kaarten*. HKV memorandum. Nederland: HKV en VU.
- De Krijger, S. (2017) *Startdocument waterveiligheid Maasvlakte & Maasvlakte 1&2. Vertrekpunt van het project met alle beschikbare informatie van Maasvlakte – Maasvlakte 1&2*. Havenbedrijf Rotterdam en Gemeente Rotterdam
- 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.
- Slager, K. & Wagenaar, D. (2017) *Standaardmethode 2017 Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen*. Deltares, opdrachtgever Rijkswaterstraat

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

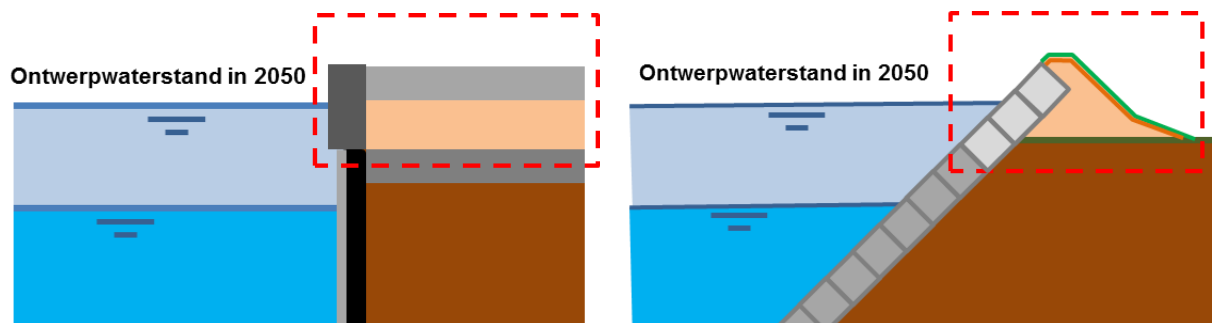
Bij preventieve maatregelen gaat het om het realiseren van permanente fysieke maatregelen die ervoor zorgen dat de kans op overstromen, in één of meerdere deelgebieden, omlaag gaat. Het gaat dan om maatregelen die de kans op overstromen verlagen (bijv. door hogere en sterkere dijken) of door het verlagen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

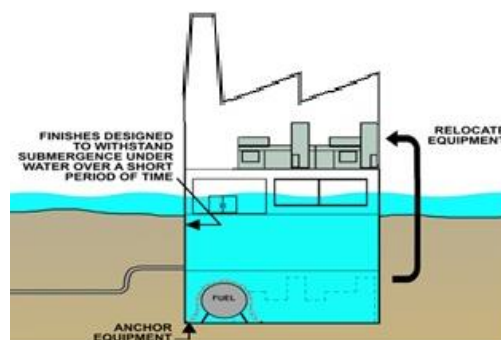
Voor bestaande terreinen met complexe en kapitaalintensieve installaties, is ophogen van het terrein meestal niet realistisch vanwege de kapitaalvernietiging en/of kosten voor het opnieuw aanleggen van dergelijke installaties. Ophogen is wel kosteneffectief voor grote open haventerreinen en/of voor specifieke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

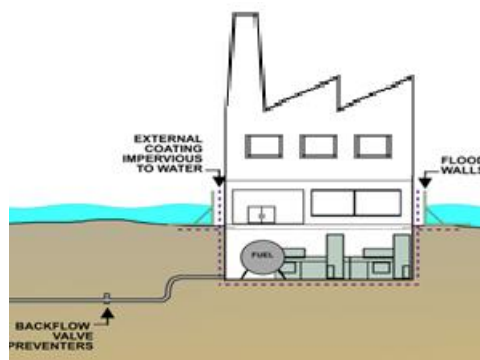


Figuur 0-3. Illustratie van wet proofing

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

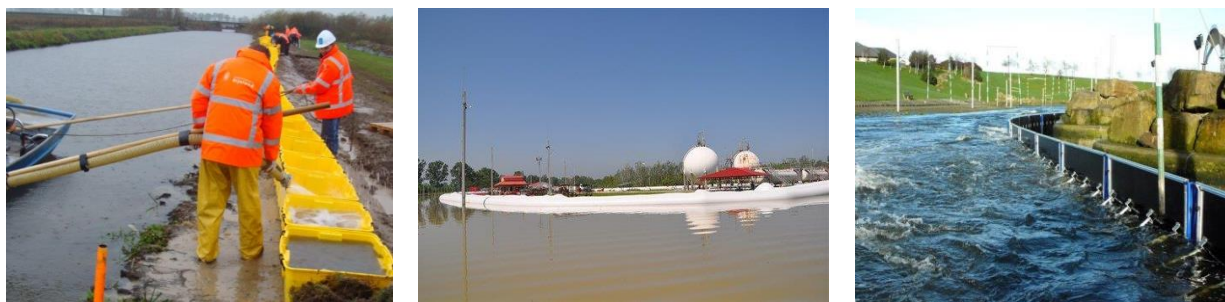
Onder noodvoorzieningen vallen maatregelen op de site die ervoor zorgen dat bedrijven de schade kunnen beperken tijdens een overstroming en/of sneller kunnen opstarten na de overstroming. Deze maatregelen hangen nauw samen met de nood- en herstelplannen van de betreffende bedrijven.

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.