



RAPPORT

Erratum: Pilot Botlek Waterveiligheid: een veilige haven – nu en in de toekomst

Pilot Botlek Waterveiligheid

Klant: Havenbedrijf Rotterdam

Referentie: BF4776WATRP2101250929

Status: Definitief/P01.03

Datum: 10 december 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Mobility & Infrastructure
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: Erratum: Pilot Botlek Waterveiligheid: een veilige haven – nu en in de toekomst

Ondertitel: Erratum Pilot Botlek Waterveiligheid
Referentie: BF4776WATRP2101250929
Status: P01.03/Definitief
Datum: 10 december 2021
Projectnaam: Pilot Botlek Waterveiligheid
Projectnummer: BF4776-100-111
Auteur(s): Koen van Hattum

Opgesteld door: Koen van Hattum

Goedgekeurd door: Matthijs Bos

Datum: 10 december 2021

Classificatie

Projectgerelateerd

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

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

Versie nummer	Datum	Opsteller (RHDHV)	Reviewer
P01.01	19-8-2021	Matthijs Bos en Koen van Hattum	Marc Eisma en Joost de Nooijer
P01.02	20-10-2021	Matthijs Bos en Koen van Hattum	Marc Eisma, Joost de Nooijer en Jarit van de Visch
P01.03	10-12-2021	Matthijs Bos en Koen van Hattum	Jarit van de Visch

Inhoudsopgave

1	Werken aan waterveiligheid in de Botlek	1
1.1	Werkwijze	2
1.2	Leeswijzer	6
2	Beknopte gebiedsbeschrijving	7
3	Overstromingskansen	9
4	Gevolgen van een overstroming	13
5	Overstromingsrisico's in perspectief	19
6	Kansrijke maatregelen	21
	Literatuurlijst	22
	Bijlagen	23

1 Werken aan waterveiligheid in de Botlek

Deze rapportage is een erratum op de Pilot Botlek waterveiligheid (RHDHV, 2017) waarin het Botlek 1 en 2 gebied is opgesplitst in meerdere deelgebieden. Deze deelgebieden zijn gemaakt om onderscheid te kunnen maken tussen gebieden met veel en weinig schade, zodat gebiedsgerichte maatregelen voorgesteld kunnen worden. Daarnaast heeft nog een revisie plaatsgevonden op de schadeberekeningen en zijn onvolkomenheden eruit gefilterd. Dit heeft geresulteerd in meer realistische schadebeelden. De Brittanniëhaven en de Vondelingenplaat zijn in deze rapportage buiten beschouwing gelaten, omdat daar geen revisies op hebben plaatsgevonden.

1.1 Doel en aanleiding

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 2015 is in de 'Pilot Waterveiligheid Botlek' onderzocht hoe overstromingsrisico's in het buitendijks gelegen Botlekgebied beheerst kunnen blijven (RHDHV, 2017). Figuur 1-1 geeft de ligging van de Botlek weer. "Buitendijks" gebied betekent niet dat het gebied volledig onbeschermd is. Zo zijn in het verleden sommige gebieden al hoog aangelegd om de kans op overstromen te beperken en worden ze deels beschermd door bestaande keringen/kades (bijvoorbeeld de Maeslantkering). Toch is er een kans dat een deel van het gebied bij een zeer zware storm op zee overstroomt. Door klimaatverandering en de daaraan gerelateerde zeespiegelstijging neemt de kans op een overstroming toe en zijn maatregelen om het overstromingsrisico te beheersen tot een acceptabel niveau mogelijk gewenst.



Figuur 1-1: Overzicht van het buitendijkse havengebied van de Botlek dat geanalyseerd is in deze studie (gemarkeerd in geel). De ronde lijnen geven de deelgebiedsgrenzen van de vier gedefinieerde gebieden aan.

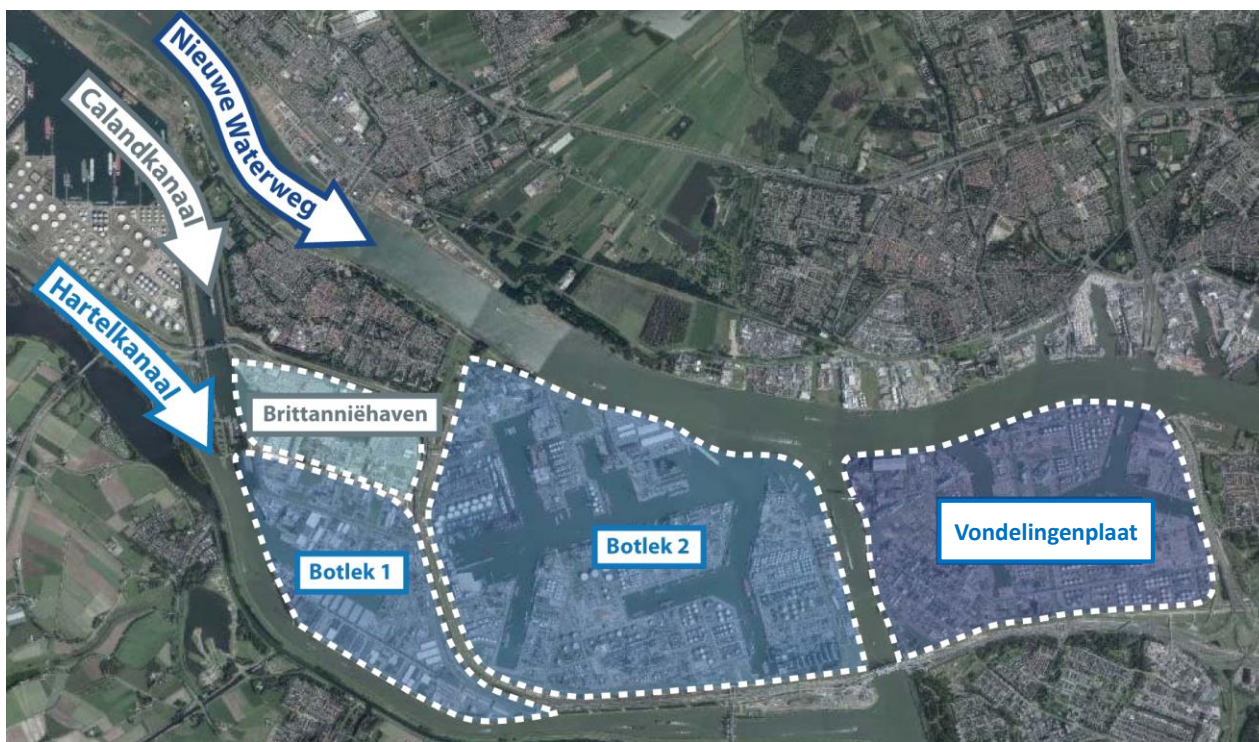
Dit project evalueert de uitkomsten van toen en bekijkt of en hoe de afweging verandert aan de hand van nieuwe informatie.

1.2 Werkwijze

Als eerste stap 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.

Overstromingskans

Voor het analyseren van de kans van overstromen voor verschillende herhalingsstijden en zichtjaren is voor Botlek 1 (gebied grenzend aan het Hartelkanaal) gebruik gemaakt van Sobek modellering uitgevoerd door Deltares. Voor Botlek 2 (gebied grenzend aan de Nieuwe Maas) is de Hydra-NL database van Rijkswaterstaat gebruikt. De gebieden worden gescheiden door de A15 die er doorheen loopt. Figuur 1-2 geeft de locatie van de gebieden weer. De modellering en database met waterstanden zijn vervolgens omgezet in inundatiedieptes ten opzichte van de terreinhoogte om inzicht te krijgen in de kansen op een overstroming met bijkomende inundatiedieptes. Meer achtergrondinformatie is opgenomen in de notitie consistentie methodiek waterkaarten (RHDHV, 2019).



Figuur 1-2: Indeling van het gehele Botlek gebied. De pijlen en kleuren geven aan uit welke richting de overstromingsdreiging hoofdzakelijk komt voor de verschillende gebieden.

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

De kans van overstromen wordt verkleind door de hoogteligging van het gebied, de Maeslantkering en Tuimelkade:

- Sluiting van de **Maeslantkering** zorgt ervoor dat de waterstand in de Nieuwe Waterweg in de huidige situatie niet hoger dan ca. NAP+3,4m-3,6m komt². Hierin is verdisconteerd dat de Maeslantkering een faalkans heeft van 1/100 per sluitvraag. Dit betekent dat bij 100 sluitingen de kering statistisch gezien gemiddeld één keer niet zal sluiten, bijvoorbeeld vanwege een technisch mankement.
- De **Tuimelkade** loopt vanaf de Hartelkering tot de Seinehaven en heeft een hoogte van ongeveer NAP+5,25m. Deze kering is aangelegd na de opening van de Beerdam om het verhogende effect op de waterstanden in het Hartelkanaal op te vangen. De Tuimelkade is in beheer van het HbR. Figuur 1-3 visualiseert de hoogte van het gebied en de keringen.



Figuur 1-3. Waterveiligheidssituatie rondom het pilotgebied Botlek. In rood zijn relevante waterkeringen voor het Pilotgebied Botlek aangegeven zoals de Hartelkering, de Europoortkering, de Tuimelkade, de waterkering rondom Rozenburg en de Maeslantkering. De kleurenschaal geeft een indruk van de hoogte van het gebied t.o.v. NAP.

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+ van het KNMI'06-scenario. 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'06.

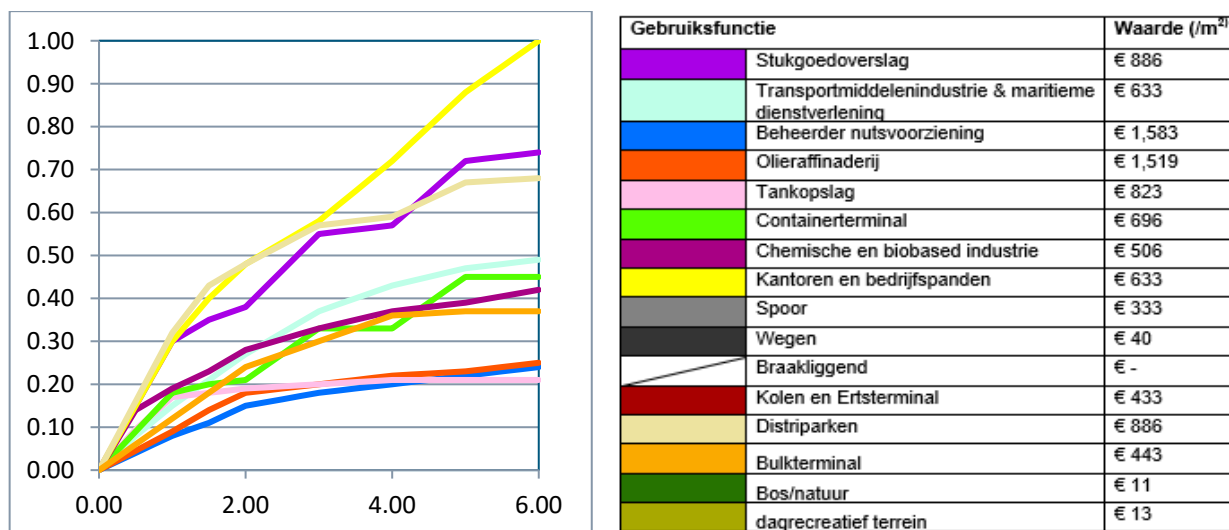
	Zichtjaar 2050	Zichtjaar 2100
W+ klimaatscenario	+35cm	+85cm
G klimaatscenario	+15cm	+35cm

² Bij Rotterdam in de Nieuwe Maas MHW NAP+3.60m 1/10.000, bij Maassluis in de Nieuwe Waterweg NAP+3.40m 1/10.000. [https://staticresources.rijkswaterstaat.nl/binaries/Referentiewaarden%20waterstanden_tcm174-326696_tcm21-24223.pdf]

Gevolgen van een overstroming

Een overstroming kan verschillende gevolgen hebben. Uit de voorgaande overstromingsrisicoanalyses in de buitendijkse havengebieden kwam naar voren dat economische schade dominant is om te bepalen of en wanneer een maatregel gewenst is om het risico te beheersen. Bij economische schade is onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte schade. Directe economische schade is de schade die optreedt aan gebouwen, installaties en andere voorzieningen als gevolg van een overstroming. De indirecte schade betreft de schade van het stil komen te liggen van de bedrijfsvoering en/of het niet optimaal kunnen gebruiken van de aanwezige infrastructuur met als gevolg omzetverlies. De indirecte schade is in sommige gevallen gebiedsoverstijgend, vanwege de onderlinge afhankelijkheden tussen de verschillende activiteiten binnen een gebied en daarbuiten.

De directe economische schade is gekwantificeerd met schadefuncties³ van Tebodin (1998) voor de verschillende gebruiksfuncties in de Botlek en de overstromingsbeelden. De gebruiksfuncties van Tebodin zijn verfijnd in de eerdere projecten waarin een adaptatiestrategie voor een havengebied is opgesteld (van de eerdere Pilot Waterveiligheid Botlek tot waterveiligheid Waal-Eemhaven, waterveiligheid Merwe-Vierhavens, waterveiligheid Europoort en waterveiligheid Maasvlakte). Figuur 1-4 geeft de landgebruikswaardes en schadefuncties weer.



Figuur 1-4: Toegepaste economische landgebruikswaardes, schadefuncties, en landgebruikskaat.

De indirecte schade is berekend op basis van de indirecte schades die eerder in de Pilot Waterveiligheid Botlek (2017) zijn bepaald door HKV/VU (2016) op basis van economisch input-output model.

Update ten opzichte van de Pilot Waterveiligheid Botlek (2017)

In deze analyse zijn er een aantal aanpassingen gedaan waarmee nieuwe directe schadeberekeningen zijn gemaakt ten opzichte van de eerder uitgevoerde studie Pilot Waterveiligheid Botlek (RHDHV, 2017):

- Op de inundatiekaarten is te zien dat de dry docks al bij een overstromingskans van 1/10 jaar in de huidige situatie onder water lopen. Dit wordt veroorzaakt door een modelonzekerheid, waarbij de kades en rand van de dry docks niet goed in het AHN zijn verwerkt en daardoor direct overstromen. Daarom zijn de dry docks (zoals in rood aangegeven in Figuur 1-5) buiten beschouwing gelaten in de aangepaste schadeanalyse.

³ Een schatting van de directe schade van een bepaalde gebeurtenis volgt uit de overstromingskarakteristieken en een schadecurve (veelal als functie van de overstromingsdiepte).

- Door een beter onderscheid te maken tussen welke cellen tot het land behoren waar daadwerkelijk een activiteit plaatsvindt en welke tot het water of kade, is er een realistischere inschatting van de schade gemaakt.
- De indirecte schades zijn met een factor aangepast ten opzichte van de reductie in directe schade tussen de Pilot Waterveiligheid Botlek (2017) en deze schadeanalyse. Doordat de directe schade lager is uitgevallen door bovengenoemde aanpassingen, betekende dit in sommige gevallen een aanpassing met bijna een factor 2 lager. De indirecte schade is vervolgens verdeeld over de verschillende typen landgebruik op basis van het aandeel van het landgebruik in de totale directe schade.



Figuur 1-5: Dry docks in het botlekgebied

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

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

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

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



Figuur 1-6. 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.

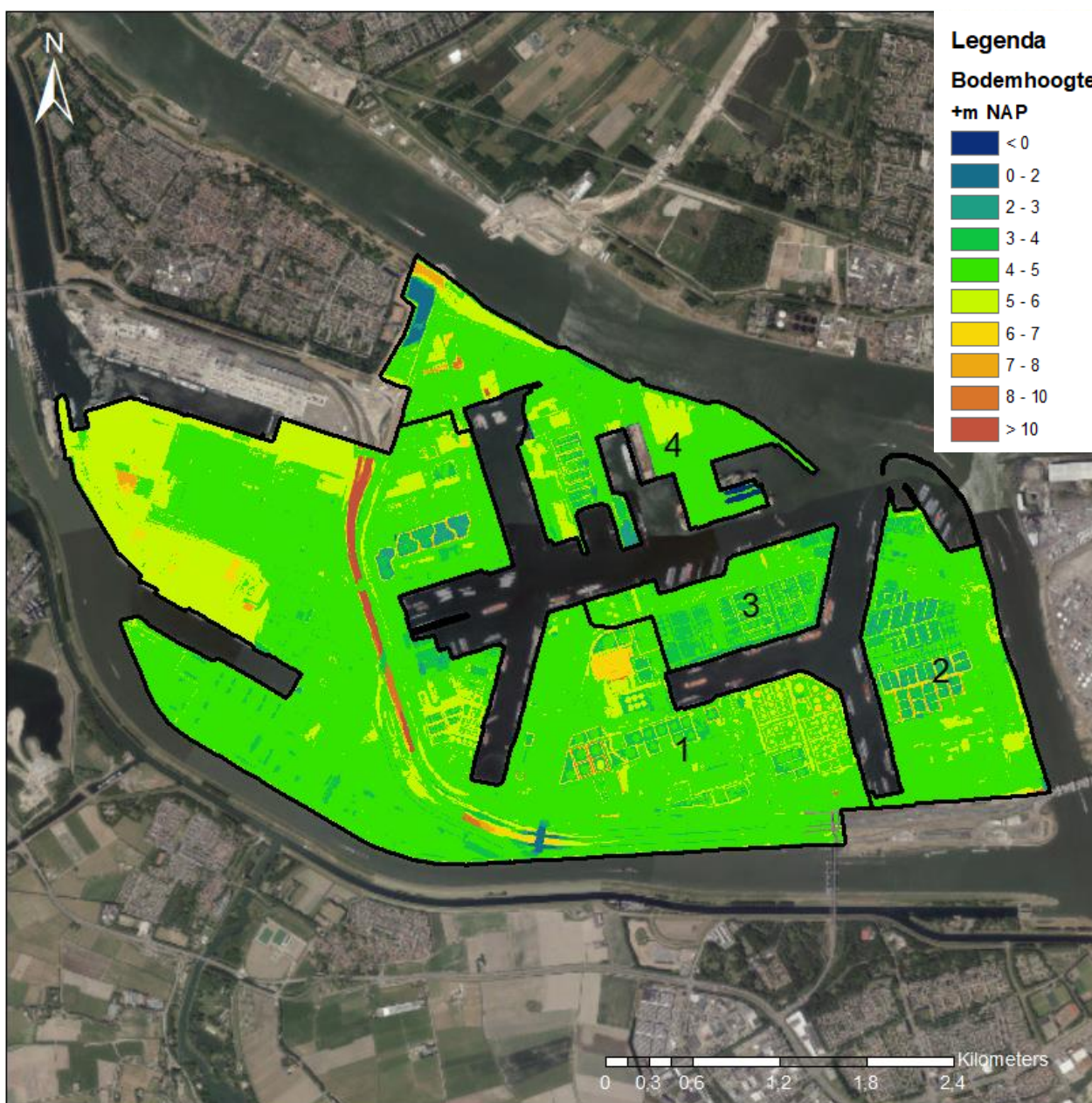
1.3 Leeswijzer

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

- Hoofdstuk 2: Beknopte gebiedsbeschrijving
- Hoofdstuk 3: Overstromingskansen
- Hoofdstuk 0: Gevolgen van een overstroming
- Hoofdstuk 5: Overstromingsrisico's in perspectief
- Hoofdstuk 6: Kansrijke maatregelen

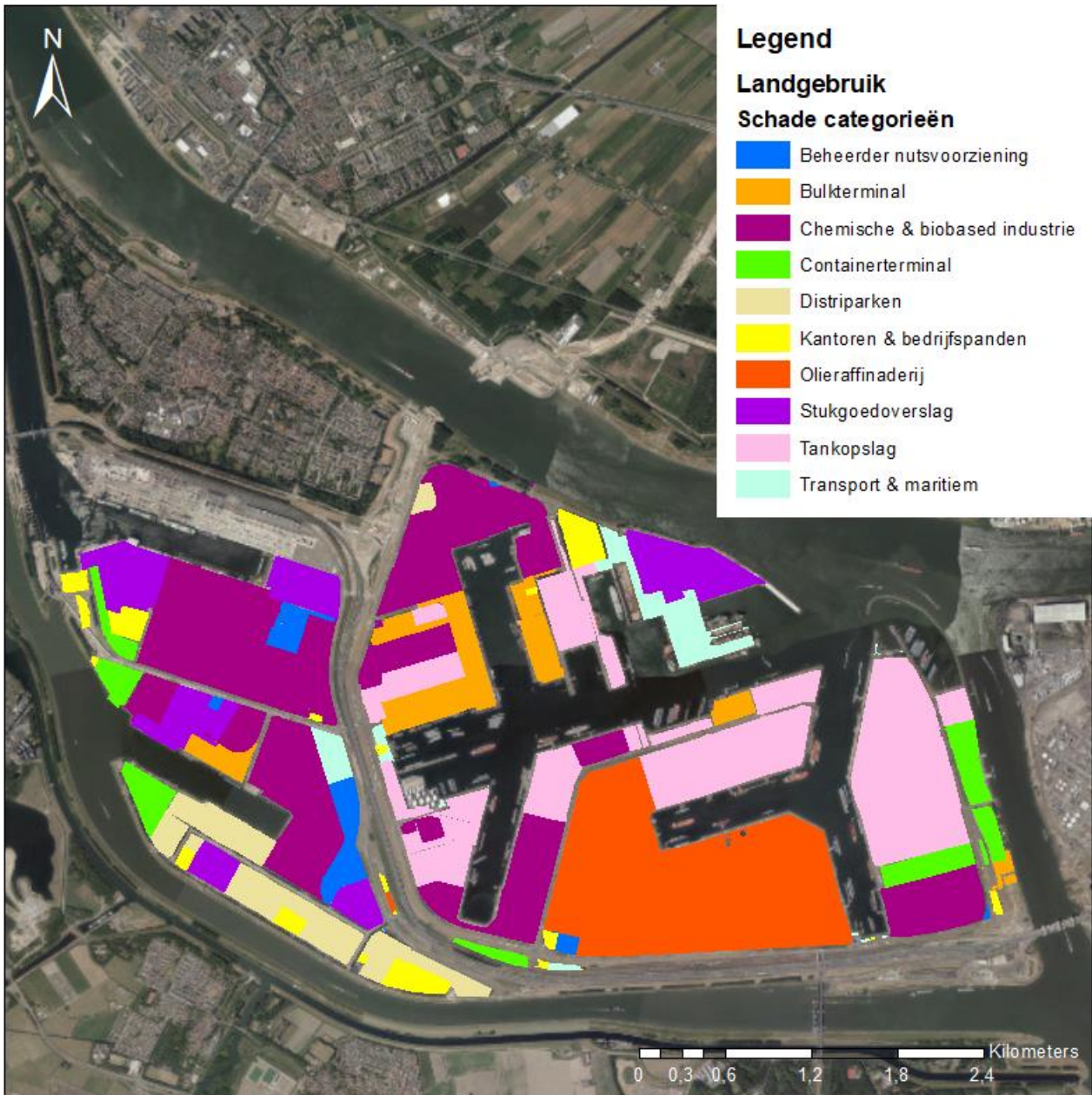
2 Beknopte gebiedsbeschrijving

Het Botlekgebied 1 en 2 beslaat ongeveer 3.490 ha, waarvan 1.120 ha water. 1416 ha is in gebruik door havengerelateerde activiteiten van het Havenbedrijf van Rotterdam (gebruikt als waarde voor afwegingskader). Het gebied ligt op circa NAP+3,5m – NAP+4,5m. Figuur 2-1 geeft de terreinhoogte en de vier verschillende gebieden weer.



Figuur 2-1. Terreinhoogte haven van het Botlekgebied 1 en 2, daarnaast zijn de deelgebieden 1 t/m4 aangegeven

Chemische & biobased industrie (35%) en tankopslag (25%) zijn het meest aanwezig in het gebied. Daarna volgen stukgoedoverslag (11%), distriparken (6%), containerterminal (6%), kantoren & bedrijfspanden (5%) en transport & maritiem (5%). Andere gebruiksfuncties zijn: beheerder nutsvoorziening (3%), bulkterminal (3%) en olieraffinaderij (0,2%). Figuur 2-2 geeft het ruimtegebruik van de havengebieden weer.



Figuur 2-2. Landgebruikskartaal haven van het Botlekgebied 1 en 2

3 Overstromingskansen

De grootste dreiging van een overstroming vindt plaats onder invloed van hoge waterstanden op zee, te weten een verhoogde zeewaterstand door een zware storm in combinatie met een gemiddeld hoge rivierafvoer. Een overstroming in de Botlek 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.

De waterstanden voor Botlek 1 zijn gemodelleerd aan de hand van SOBEK, zie Tabel 3-1. De waterstanden voor Botlek 2 zijn afgeleid op basis van de Hydra-NL database voor de bepaling van de overstromingsdieptes voor de verschillende zichtjaren en herhalingstijden. De waterstanden zijn opgenomen in Tabel 3-2. Op basis van beide modelleringen zijn de vier deelgebieden binnen Botlek 1 en 2 heringedeeld. Hierdoor worden overstromingen in deelgebied 1 gedomineerd door waterstanden in het Hartelkanaal en deelgebieden 2, 3 en 4 door waterstanden in de Nieuwe Maas.

Tabel 3-1: Waterstanden in het Hartelkanaal bepaald a.d.h.v. SOBEK-modellering

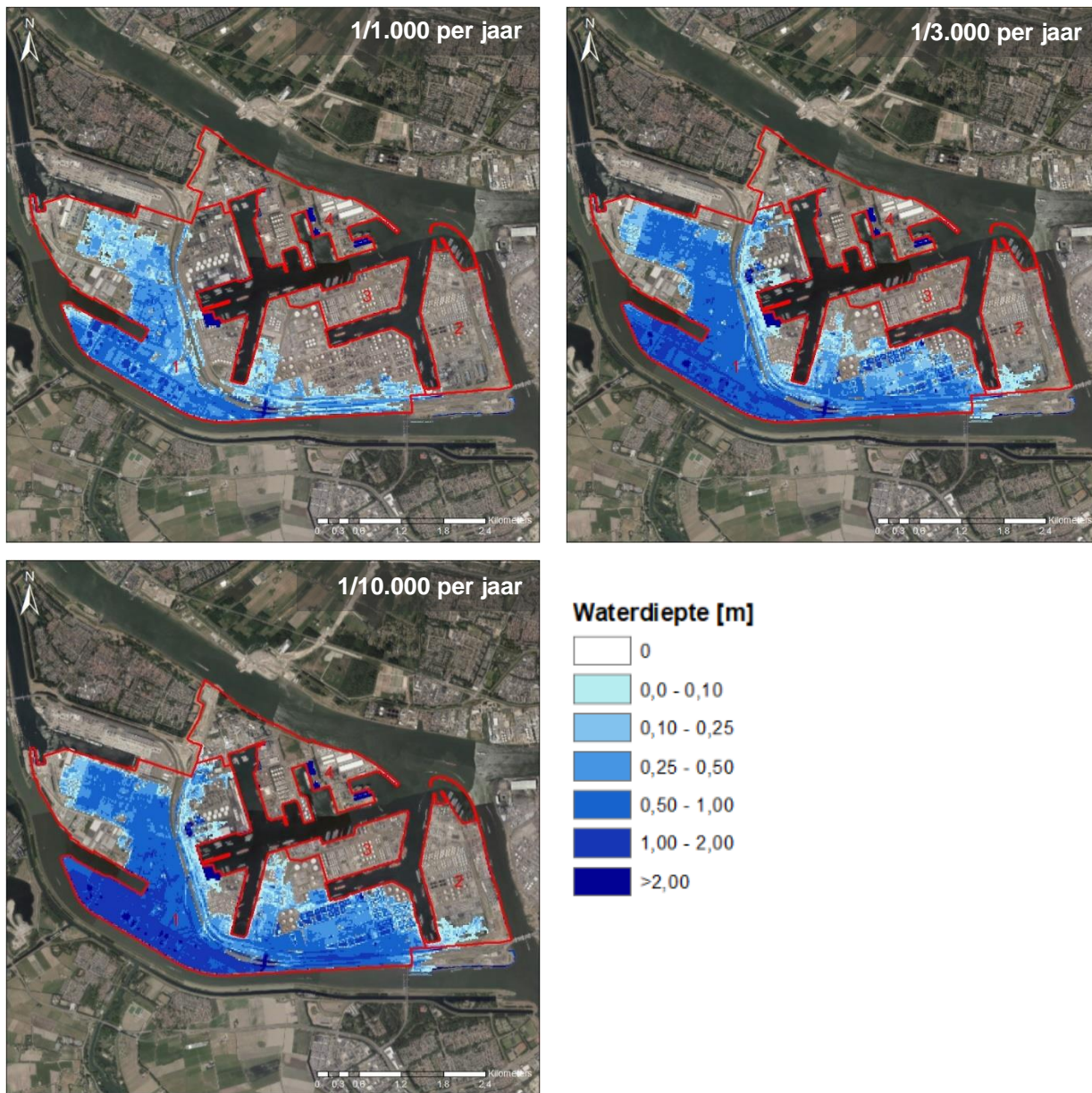
Herhalingstijd	Zichtjaar		
	Huidig [NAP+m]	2050 (W+) / 2100 (G) [NAP+m]	2100 (W+) [NAP+m]
10 jaar	3,7	3,9	4,3
100 jaar	3,9	4,1	4,5
300 jaar	4,2	4,4	4,8
1.000 jaar	4,7	5,0	5,5
3.000 jaar	5,1	5,4	5,9
10.000 jaar	5,3	5,7	6,2

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

Overstromingskansen in de huidige situatie

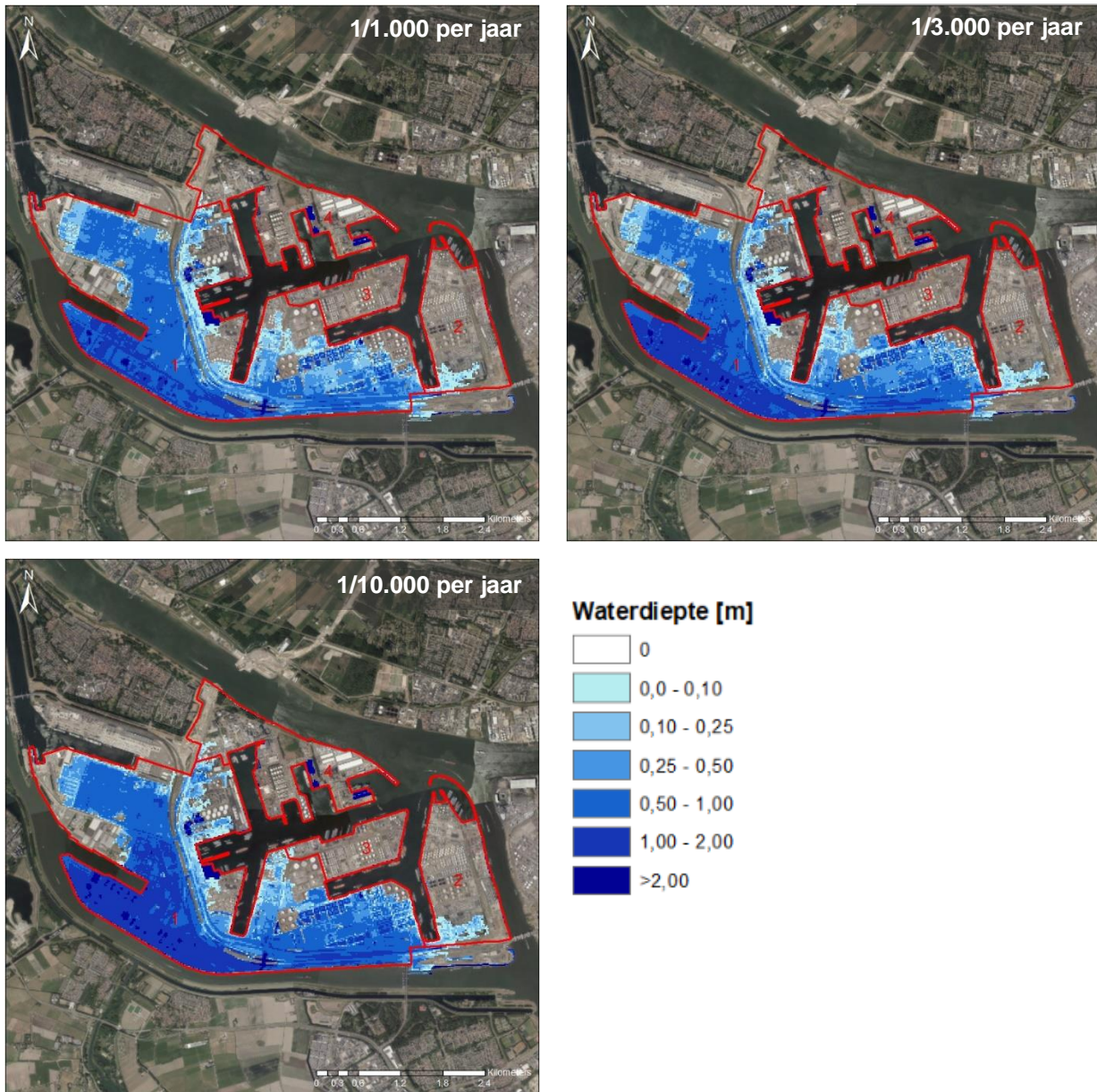
Figuur 3-1 geeft een indicatie van de waterdiepte in de huidige situatie bij drie verschillende overstromingskansen: 1/1.000 per jaar, 1/3.000 per jaar en 1/10.000 per jaar. Hieruit blijkt dat vooral deelgebied 1 te maken krijgt met een overstroming. In deelgebied 4 zijn er twee dry docks die onder water lopen. Dit komt echter door modelonzekerheden. Deze overstromingen zijn daarom niet meegenomen in de schadeberekeningen in hoofdstuk 0.



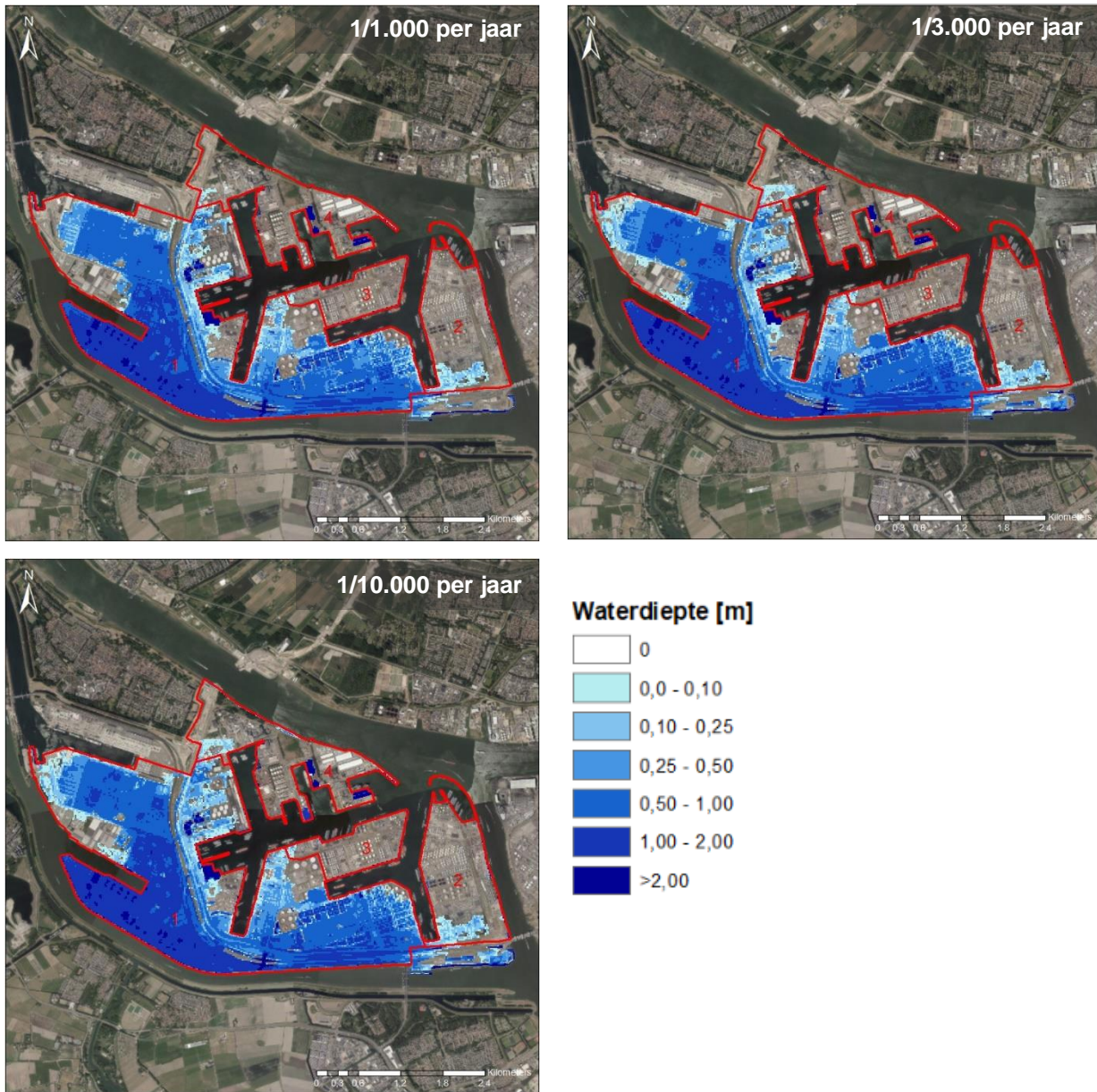
Figuur 3-1. Overstromingsbeelden van het Botlekgebied in de huidige situatie bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

Overstromingskansen in de toekomst

Zeespiegelstijging leidt tot grotere overstromingskansen in de toekomst. Het beeld van een overstroming van 1/10.000 jaar in de huidige situatie (Figuur 3-1) is vergelijkbaar met een overstroming van 1/3.000 jaar in 2050 (Figuur 3-2) en van 1/1.000 jaar in 2100 (Figuur 3-3) op basis van het W+ scenario. De overstromingskans neemt dus ongeveer met een factor 3 toe in 2050 en nog weer eens met een factor 3 richting 2100.



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



Figuur 3-3. Overstromingsbeelden van het Botlekgebied in 2100 (W+ scenario) bij een kans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000

4 Gevolgen van een overstroming

Als gevolg van een overstroming in het Botlekgebied treedt er economische schade op. Figuur 4-1 geeft voor drie herhalingstijden de ruimtelijke spreiding van de directe schade weer voor de huidige situatie. Daaruit blijkt dat alleen deelgebied 1 te maken krijgt met substantiële schade. Vooral langs de Tuimelkade treden er grote schades op. In deelgebied 2 krijgt slechts een klein gedeelte te maken met schade. Deelgebied 3 en 4 ondervinden geen schade.

Voor zowel 2050 (Figuur 4-2) en 2100 (Figuur 4-3) veranderen het areaal en de hoeveelheid schade per m². Deze nemen beide toe als gevolg van zeespiegelstijging en kleiner wordende overstromingskansen.



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



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

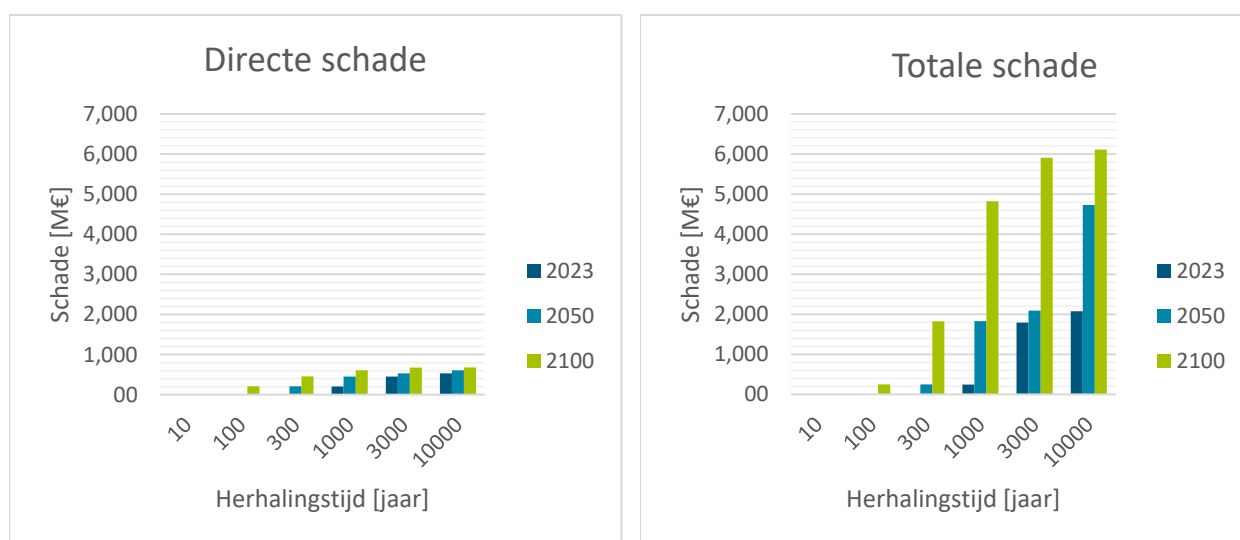


Figuur 4-3. Schade in 2100 (W+ scenario) bij een overstromingskans van 1/1.000, 1/3.000 en 1/10.000 jaar

Figuur 4-4 en Tabel 4-1 geven een schatting van de ontwikkeling van de directe en totale economische schade (directe plus indirecte schade) voor het Botlekgebied 1 en 2 die berekend zijn voor dit Erratum. De economische schade in de Brittaniëhaven en Vondelingenplaat zitten hier niet in.

Tabel 4-2 presenteert de schadegetallen inclusief de economische schade in de Britanniëhaven en Vondelingenplaat. Daarnaast zijn in Tabel 4-3 de schadegetallen gepresenteerd uit de pilot Botlek waterveiligheid studie, zodat in een vergelijking kan worden gemaakt (RHDHV, 2017). Naast de schades zijn de jaarlijkse schades en de contante waarde van het risico gepresenteerd.

De gemiddelde afname van de schades, verwachte jaarlijkse schade en contante waarde is 21% door lagere uitgevallen directe schades voor de herberekening voor dit erratum. Er zijn uitschieters 16% tot 40% door variëteit in reductie van schade getallen, deze percentuele verhouding van 2021 t.o.v. 2017 zijn gepresenteerd in Tabel 4-4.



Figuur 4-4. Ontwikkeling van de directe en totale economische schade in het Botlekgebied 1 en 2 als gevolg van klimaatverandering (W+ klimaatscenario)

Tabel 4-1: Ontwikkeling economische schade in het Botlekgebied 1 en 2 (exclusief Britanniëhaven en Vondelingenplaat) in het W+ klimaatscenario (in miljoenen Euro) - Erratum 2021

Herhalingstijd	Directe schade (mEUR)			Indirecte schade (mEUR)			Totale schade (mEUR)		
	nu	2050	2100	nu	2050	2100	nu	2050	2100
1/100 jaar	0	0	207	0	0	47	0	0	254
1/300 jaar	0	207	454	0	48	1.396	0	255	1.850
1/1.000 jaar	204	451	607	46	1.406	4.285	250	1.856	4.892
1/3.000 jaar	451	530	674	1.369	1.593	5.322	1.819	2.122	5.995
1/10.000 jaar	530	607	677	1.575	4.190	5.525	2.105	4.797	6.202
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [EUR/jaar]	0,6	2,0	4,1	1,0	3,9	16,5	1,7	5,9	20,6
Contante Waarde VJS [EUR]	22	68	141	35	136	568	57	204	709

Tabel 4-2: Ontwikkeling economische schade in het Botlekgebied 1 en 2 (Erratum 2021) plus Britanniëhaven en Vondelingenplaat (Pilot Botlek waterveiligheid 2017) in het W+ klimaatscenario (in miljoenen Euro)

Herhalingstijd	Directe schade (mEUR)			Indirecte schade (mEUR)			Totale schade (mEUR)		
	nu	2050	2100	nu	2050	2100	nu	2050	2100
1/100 jaar	42	50	284	0	1	65	42	51	350
1/300 jaar	55	274	565	1	64	1.746	56	338	2.311
1/1.000 jaar	280	547	1.085	64	1.716	7.712	345	2.263	8.796
1/3.000 jaar	566	697	1.190	1.728	2.108	9.464	2.294	2.804	10.653
1/10.000 jaar	704	1.107	1.375	2.107	7.708	11.325	2.811	8.816	12.700
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [EUR/jaar]	1,2	2,8	5,9	1,3	5,5	26,4	2,6	8,3	32,3
Contante Waarde VJS [EUR]	42	96	205	46	189	909	88	285	1.114

Tabel 4-3: Ontwikkeling economische schade in het Botlekgebied, inclusief Britanniëhaven en Vondelingenplaat in het W+ klimaatscenario (in miljoenen Euro) - Pilot Botlek waterveiligheid (RHDHV, 2017)⁴

Herhalingstijd	Directe schade (mEUR)			Indirecte schade (mEUR)			Totale schade (mEUR)		
	nu	2050	2100	nu	2050	2100	nu	2050	2100
1/100 jaar	50	60	400	0	1	91	50	61	491
1/300 jaar	70	390	730	1	91	2.247	71	481	2.977
1/1.000 jaar	400	720	1.290	91	2.247	9.106	491	2.967	10.396
1/4.000 jaar	740	890	1.420	2.248	2.676	11.218	2.988	3.566	12.638
1/10.000 jaar	900	1.320	1.610	2.676	9.106	13.144	3.576	10.426	14.754
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [EUR/jaar] *	1,6	3,7	7,5	1,6	6,7	31,8	3,2	10,4	39,3
Contante Waarde VJS [EUR]	55	128	260	56	230	1.097	111	358	1.356

* De VJS in deze tabel komen niet overeen met de gepresenteerde waarden in het 2017 rapport. Er bleken fouten in de berekening te zitten. De correcte waarden zijn opnieuw gepresenteerd. Door aanpassing van de VJS zijn ook de contante waarden opnieuw berekend en gepresenteerd.

⁴ NB. In het Pilot Botlek waterveiligheid is voor de herhalingstijd 1/4.000 jaar de schade berekend i.p.v. voor 1/3.000 jaar

Tabel 4-4: procentueel vergelijk schades en risico tussen Pilot Botlek waterveiligheid (RHDHV, 2017) en gereduceerde schades van het erratum 2021

Herhalingstijd	Directe schade (mEUR)			Indirecte schade (mEUR)			Totale schade (mEUR)		
	nu	2050	2100	nu	2050	2100	nu	2050	2100
1/100 jaar	84%	84%	71%	-	-	72%	84%	84%	71%
1/300 jaar	79%	70%	77%	-	71%	78%	79%	70%	78%
1/1.000 jaar	70%	76%	84%	71%	76%	85%	70%	76%	85%
1/3.000 jaar*	76%	78%	84%	77%	79%	84%	77%	79%	84%
1/10.000 jaar	78%	84%	85%	79%	85%	86%	79%	85%	86%
Verwachte jaarlijkse schade (VJS) [EUR/jaar]	77%	75%	79%	82%	82%	83%	79%	80%	82%
Contante Waarde VJS [EUR]	77%	75%	79%	82%	82%	83%	79%	80%	82%

* NB. In de Pilot Botlek waterveiligheid is de schade voor de herhalingstijd 1/4.000 jaar berekend i.p.v. 1/3.000 jaar

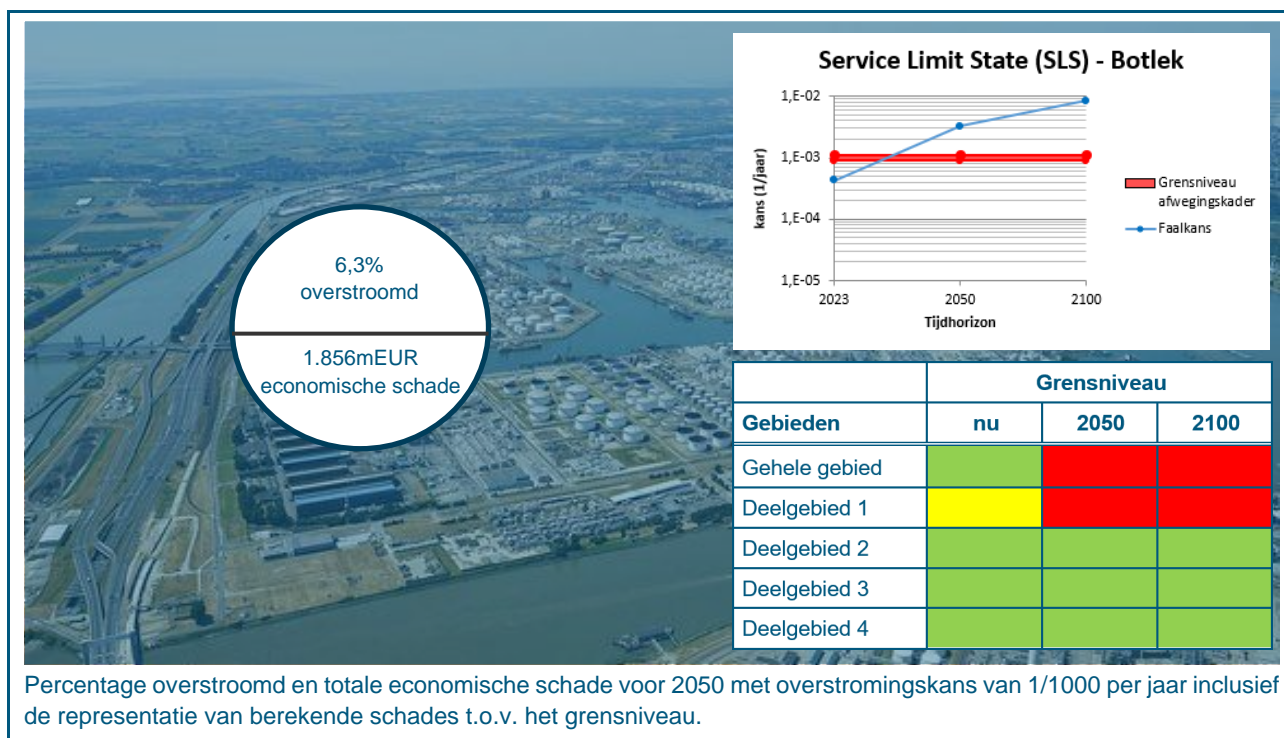
5 Overstromingsrisico's in perspectief

Met de methodiek van het afwegingskader is bekeken hoe het totale overstromingsrisico van het Botlekgebied 1 en 2 zich tot 2100 ontwikkelt in het perspectief van waterveiligheid binnendijs. Tabel 5-1 geeft de grensniveaus weer die gebruikt zijn om de overstromingsrisico's in het Botlekgebied 1 en 2 in perspectief van waterveiligheid binnendijs te plaatsen.

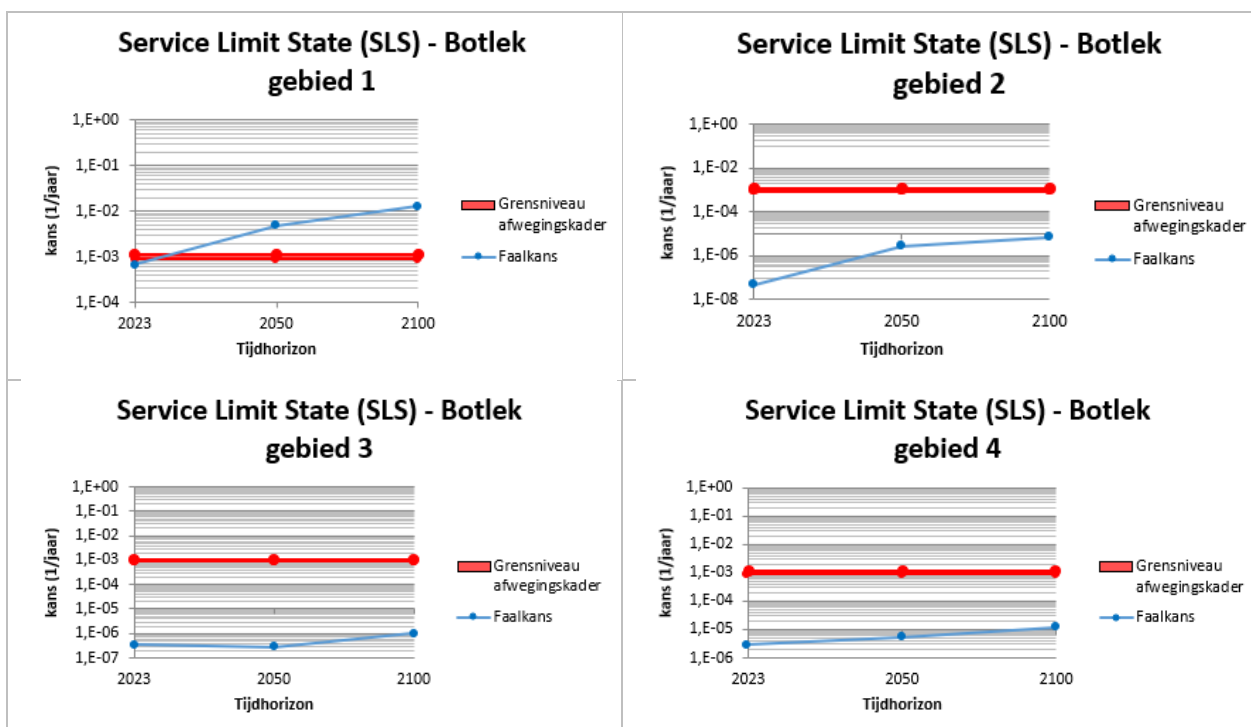
Tabel 5-1. Grensniveaus voor het bepalen van acceptabele faalkansen op basis van economische schade

Totaal economische schade	Acceptabele kans (1/jaar)
56,7 miljoen Euro	1/100
567 miljoen Euro	1/1.000
5.667 miljoen Euro	1/10.000

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



Figuur 5-1. Afweging van het overstromingsrisico in het Botlekgebied 1 en 2 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.



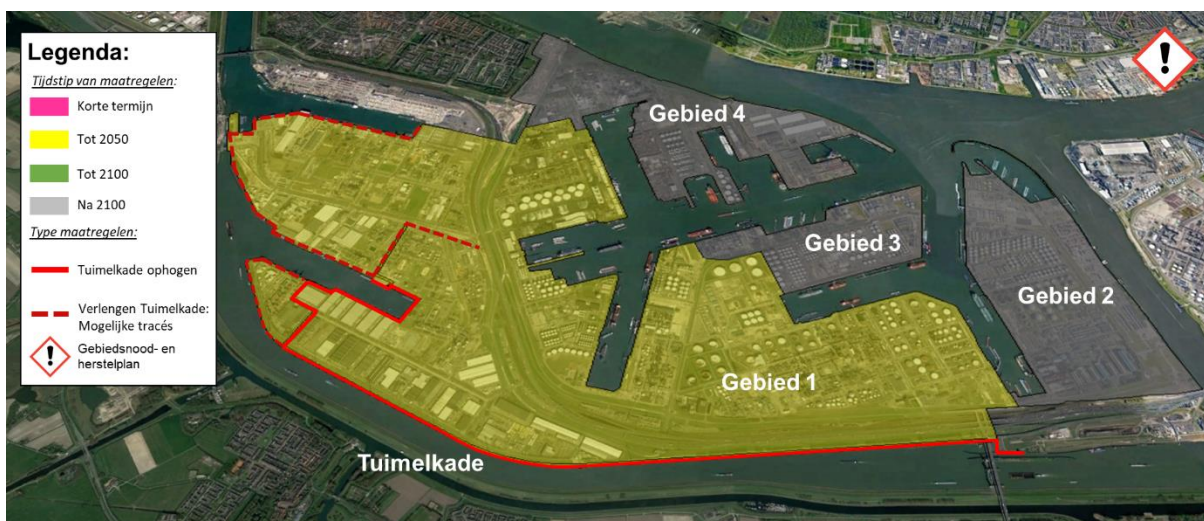
Figuur 5-2: Afweging van het overstromingsrisico in de 4 verschillende deelgebieden bij een overstroming van 1/1.000 in 2050 met het afwegingskader voor het W+ en G klimaatscenario van het KNMI.

De afweging laat zien dat het grensniveau in deelgebied 1 ruim voor 2050 overschreden wordt. Dit is vergelijkbaar met de timing die in de Pilot Botlek Waterveiligheid was vastgesteld voor Botlek 1 en 2 (RHDHV, 2017). Het moment dat het grensniveau wordt overschreden in de overige drie deelgebieden in het Botlekgebied 1 en 2 is juist naar achter geschoven. Hier wordt tussen nu en 2100 het grensniveau niet overschreden. Het gebruikte afwegingskader geeft alleen een indicatie van de timing. Individuele afwegingen van bedrijven en andere gebruikers kunnen verschillen. Dit verschilt per bedrijfstype, geografische ligging, etc. Bedrijven kunnen een andere keuze maken voor het moment waarop en of een maatregel wenselijk zou zijn. De reden om maatregelen te nemen of uit te stellen is vaak gebaseerd op de kosten van het nemen van een maatregel in relatie tot de verwachte schadereductie van deze maatregel, de baten. Het risico is acceptabel zolang de kosten van het nemen van een maatregel hoger zijn dan de te verwachten baten.

6 Kansrijke maatregelen

In Pilot Waterveiligheid Botlek is een veelbelovende adaptatiestrategie gepresenteerd voor de Botlek inclusief Britanniëhaven en Vondelingenplaat (RHDHV, 2017). Deze strategie bestaat uit een combinatie van de meest kansrijke maatregelen voor de verschillende deelgebieden uitgezet in de tijd. Het 'afwegingskader pilot Botlek' laat zien dat in Botlek 1 en 2 (hierbij gaat het om de gebiedsindeling op basis van het oude rapport uit 2017) voor 2050 maatregelen gewenst zijn. Een ophoging van de Tuimelkade lijkt het meest kansrijk om het overstromingsrisico in dit gebied te beheersen. Een tweede optie die is verkend was het verlagen van de waterstand met open Hartelkering. Een open Hartelkering verlaat de tot nu toe gehanteerde Rijksstrategie van een 'gesloten kustlijn' en vraagt dientengevolge om een bestuurlijke afweging en waarschijnlijk ook politiek niet haalbaar. Hierover is afgesproken met Rijkswaterstaat dat deze optie pas verder onderzocht dient te worden als de vervangingsopgave zich aandient voor de Maeslantkering en Hartelkering. Om deze reden valt de optie open Hartelkering af en heeft het ophogen van de Tuimelkade de voorkeur.

Figuur 6-1 visualiseert de veelbelovende adaptatiestrategie op basis van de updates in dit project voor het Botlekgebied 1 en 2. Uit de afweging met het 'afwegingskader Pilot Botlek' blijkt dat alleen voor deelgebied 1 maatregelen wenselijk zijn tussen nu en 2100. Een belangrijk onderdeel van de strategie is het ophogen van de Tuimelkade. Daarnaast zal de Tuimelkade verlengd moeten worden. Het optimale tracé moet hiervoor worden vastgesteld. Een meer gedetailleerde studie naar de ontwerpvarianten en mogelijke tracés van de Tuimelkade is reeds uitgevoerd in 2018 (ruimtelijke inpassing, optimale hoogte/versterking in relatie tot kosten, etc.) (RHDHV, 2018). De mogelijkheden hiervoor zijn opgenomen in het figuur. Er is nog geen route vastgesteld. Naast deze preventieve maatregel wordt crisisbeheersing aanbevolen (individuele noodplannen en een gebiedsnoodplan).



Figuur 6-1: Een veelbelovende strategie met een schatting van de timing van de maatregelen op basis van het W+ scenario en het 'afwegingskader Pilot Botlek'

Literatuurlijst

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

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

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

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

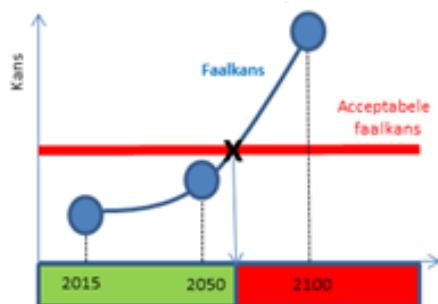
Nicolai, R. Van Vuren, S., Pleijter, G., Huizinga, J., Koks, E. en De Moel, H. (2016). *Pilot Waterveiligheid Botlek. Toelichting op de waterdiepte kaarten*. HKV memorandum. Nederland: HKV en VU.

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



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	






A2.1 Preventie

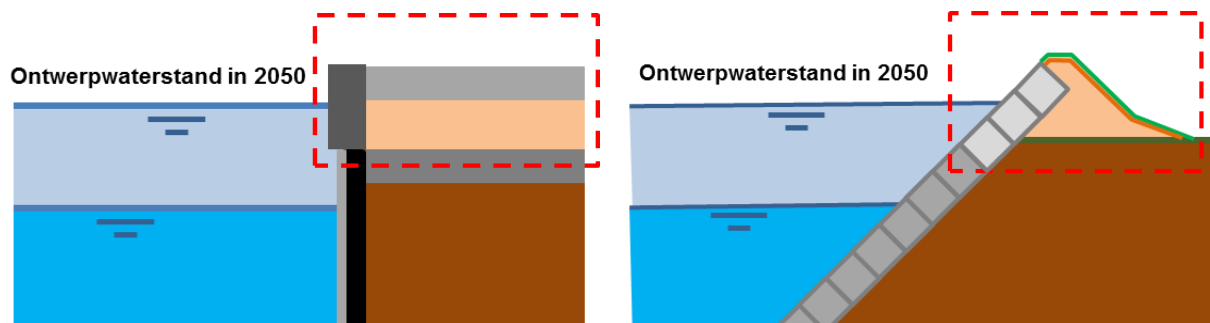
Bij preventieve maatregelen gaat het om het realiseren van permanente fysieke maatregelen die ervoor zorgen dat de kans op overstromen, in één of meerdere deelgebieden, omlaag gaat. Het gaat dan om maatregelen die de kans op overstromen verlagen (bijv. door hogere en sterkere dijken) of door het verlagen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

- a. Ophogen kades en glooiingen
- b. Compartimentering / drempels
- c. Weg ophogen t.b.v. kerende functie
- d. Afsluitbaar open kering
- e. 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 ophoven ten behoeve van kerende functie

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

d. Afsluitbaar-openkering

Een nieuwe stormvloedkering kan de maatgevende waterstand voor de Overige gebieden fors reduceren. Het concept afsluitbaar open houdt in dat de havengebieden tijdens normale omstandigheden bereikbaar zijn voor scheepvaart en tijdens extreme condities worden afgesloten, zodat hoogwater niet het gebied in kan treden en kades niet kunnen overstromen. Dit is in het klein het concept dat voor de Maeslantkering wordt gehanteerd.

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

e. Dijk / flexibele kering

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

A2.2 Ruimtelijke adaptatie

In dit project vallen fysieke maatregelen op het gebied van ruimtelijke ontwikkeling met een permanent karakter onder ruimtelijke adaptatie. In de Verenigde Staten en Groot-Brittannië is het waterrobuust maken van assets bijvoorbeeld een beproefde methode om schade door overstromingen te verminderen (dry en wet proofing). Om tot bescherming te komen voor het hele gebied met alleen ruimtelijke maatregelen, is het noodzakelijk dat deze maatregelen genomen worden op alle potentieel door overstromingen bedreigde sites

en openbare ruimten. Echter, in plaats van voor de bescherming te gaan voor het hele gebied, kunnen ook specifieke deelgebieden (bijv. met de grootste risico's en/of meest kritieke assets) aangepakt worden.

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

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

a. Waterrobuuste inrichting van terreinen

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

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

b. Ophogen van deelgebieden en terreinen

De hoogte van het maaiveld op een site bepaalt de waterdiepte en daarmee voor een belangrijk deel de gevolgen van een overstroming. Het ophogen van terreinen verlaagt de waterdiepten tijdens een overstroming en is daarmee een mogelijke maatregel om de gevolgen van overstromingen te reduceren. Dit principe is in het buitendijkse havengebied van Rotterdam door de jaren heen altijd toegepast om de risico's van een overstroming te beperken. Zo ligt de Overige gebieden op een hoogte van gemiddeld 5,0 meter boven NAP.

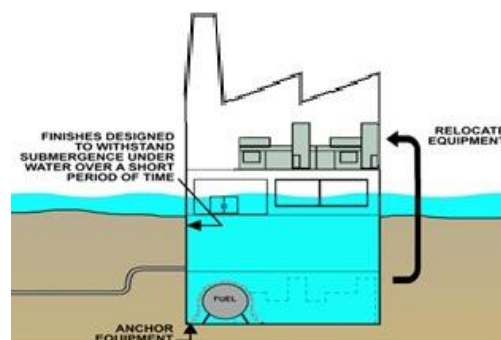
Voor bestaande terreinen met complexe en kapitaalintensieve installaties, is ophogen van het terrein meestal niet realistisch vanwege de kapitaalvernietiging en/of kosten voor het opnieuw aanleggen van dergelijke installaties. Ophogen is wel kosteneffectief voor grote open haventerreinen en/of voor specifieke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

c. Spuien

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

d. Wet proofing

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

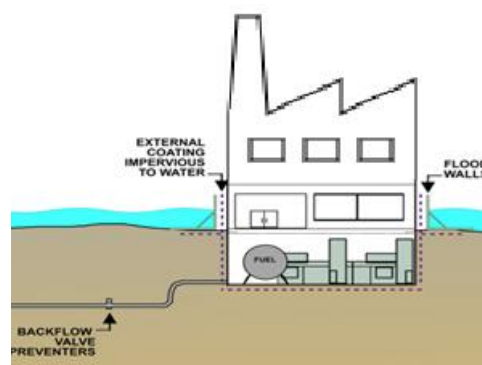


Figuur 0-3. Illustratie van wet proofing

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

e. Dry proofing

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



Figuur 0-4. Illustratie van dry proofing

Dry proofing is in de praktijk realistisch tot circa 1 meter waterdiepte vanwege de krachten op muren, deuren, etc.

In geval van een dreigende overstroming zullen handelingen verricht moeten worden zoals het sluiten van deuren, ramen en riool. Bovendien vereist het een zeer gedetailleerde analyse om ervoor te zorgen dat er zo min mogelijk schade optreedt.



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

A2.3 Crisisbeheersing

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

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

- a. Opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen;
- b. Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen;
- c. Plaatsen van nooddijken/ -keringen;
- d. Opstellen, beheren en oefenen van een crisisbeheerplan door de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR).

a. Opstellen en oefenen van nood- en herstelplannen

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

Naast nood- en herstelplannen voor individuele bedrijven, kan een noodplan voor een heel gebied bijdragen aan schadereductie. Voor de Overige gebieden lijkt dit zeker effectief indien ook de andere havengebieden in het HIC waarmee een nauwe relatie bestaat meegenomen worden in het plan, denk aan de Botlek en Overige gebieden. Nood- en herstelmaatregelen zijn effectiever in geval van onderlinge samenhang. In deze zogenaamde gebiedsnoodplannen zouden ook de nutsbedrijven en andere leveranciers van vitale voorzieningen betrokken moeten worden. In het noodplan is het niet alleen nuttig om tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en nutsbeheerders de volgorde van afschakelen af te stemmen om nadelige effecten te beperken. Het is in de Overige gebieden (samen met Botlek en Overige gebieden) vooral belangrijk om af te stemmen wie als eerste in bedrijf moet zijn na afloop van een overstroming om de herstelperiode zo kort mogelijk (en de indirecte schade zo laag mogelijk) te houden.

b. Voorbereiden en treffen van noodvoorzieningen

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

Noodvoorzieningen die getroffen kunnen worden zijn bijvoorbeeld:

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

c. Plaatsen van nooddijken/ -keringen

Noodkeringen zijn tijdelijke keringen die direct voor een eventuele overstroming geplaatst kunnen worden om ervoor te zorgen dat het water niet in het gebied komt. Het gaat om systemen die tijdelijk geplaatst worden en weer weggehaald kunnen worden (zonder dat er iets achterblijft in de omgeving). Traditioneel wordt hierbij aan zandzakken gedacht om een tijdelijke waterkering te maken en/of de bestaande waterkering te verhogen. Tegenwoordig bestaan er noodkeringen in allerlei soorten en maten. Sommigen bieden bescherming tegen situaties met beperkte waterdiepte en relatief weinig golven (vanwege het ontbreken van een echte fundering), andere kunnen tot meer dan één of twee meter water keren (zie Figuur 0-5 voor voorbeelden).



Figuur 0-5. Voorbeelden van noodkeringen: Box Barrier (links), systeem gevuld met lucht (midden) en vrijstaand keermiddel (rechts).

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

d. Opstellen, beheren en oefenen van crisisbeheerplan

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

A3 Inundatiekaarten

Herhalingstijd 10 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 100 jaar in huidige situatie



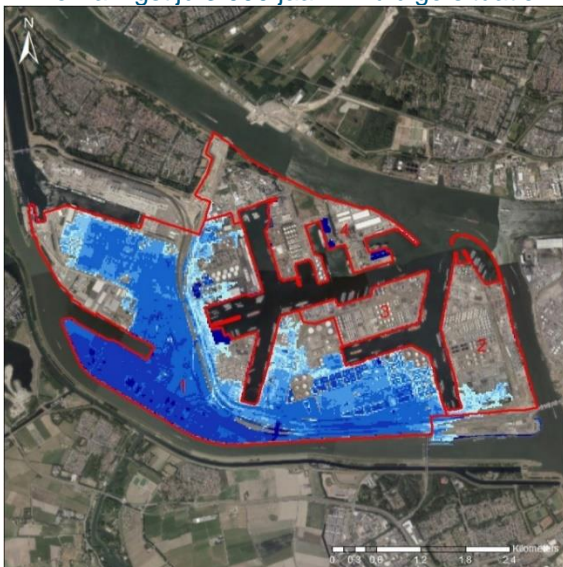
Herhalingstijd 300 jaar in huidige situatie



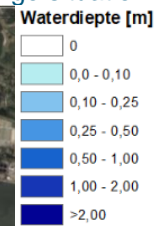
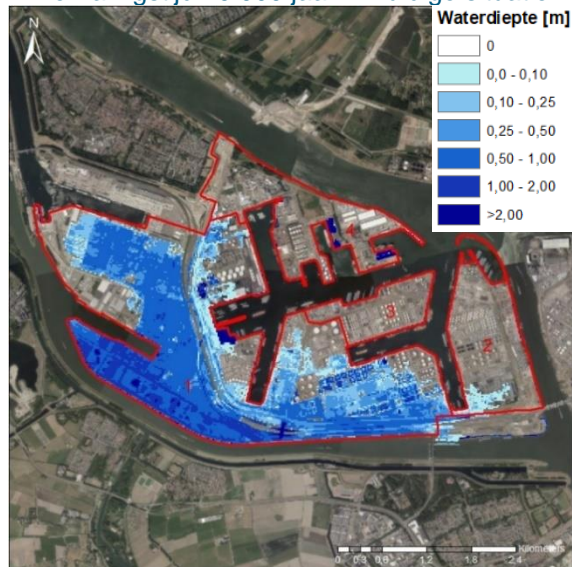
Herhalingstijd 1.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 3.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 10.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 10 jaar in 2050



Herhalingstijd 100 jaar in 2050



Herhalingstijd 300 jaar in 2050



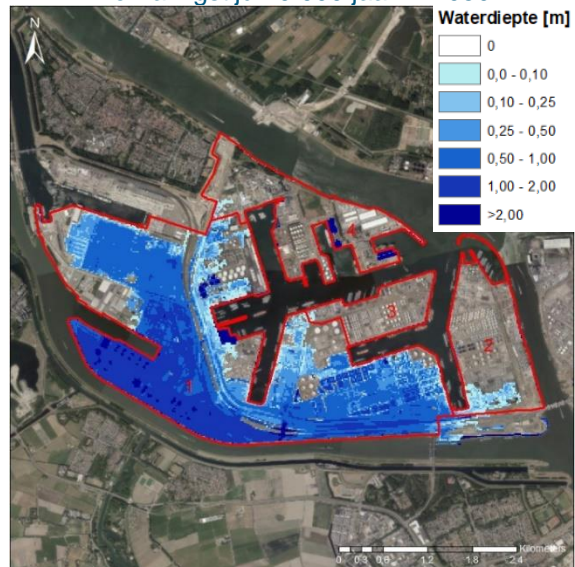
Herhalingstijd 1.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 10.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 10 jaar in 2100



Herhalingstijd 100 jaar in 2100



Herhalingstijd 300 jaar in 2100



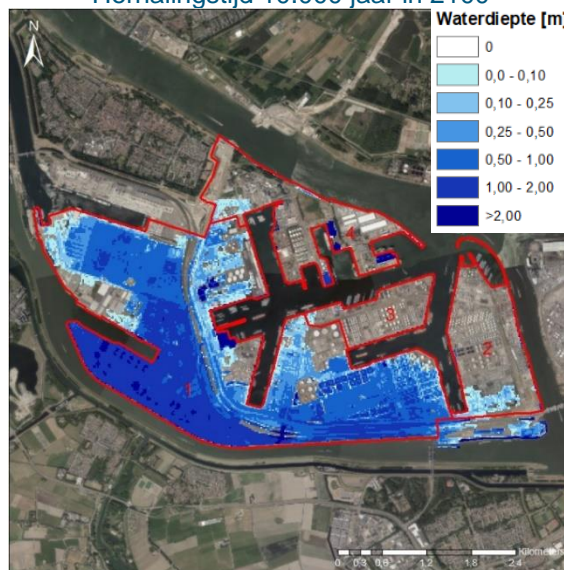
Herhalingstijd 1.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 10.000 jaar in 2100



A4 Schadekaarten

Herhalingstijd 10 jaar in huidige situatie



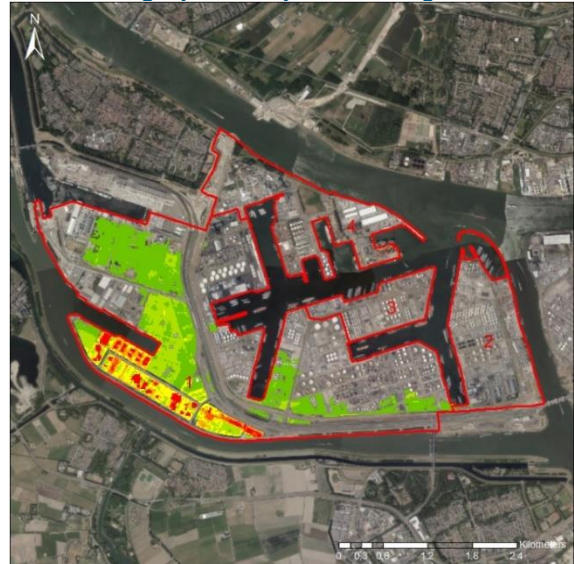
Herhalingstijd 100 jaar in huidige situatie



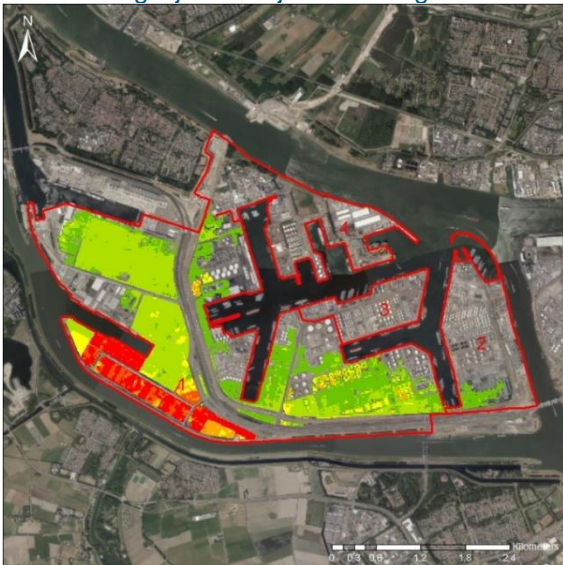
Herhalingstijd 300 jaar in huidige situatie



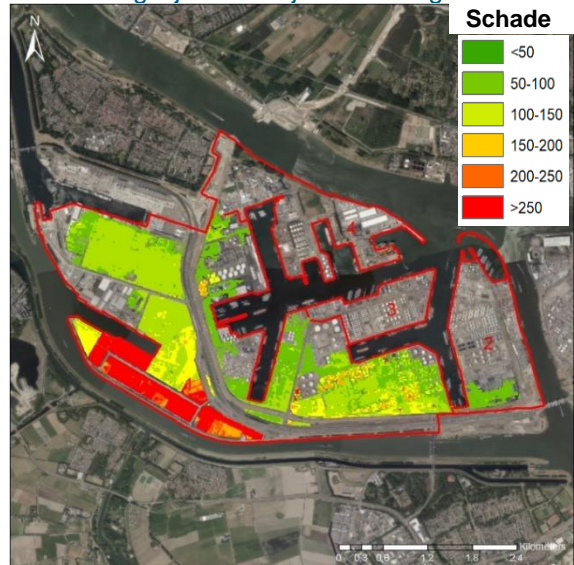
Herhalingstijd 1.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 3.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 10.000 jaar in huidige situatie



Herhalingstijd 10 jaar in 2050



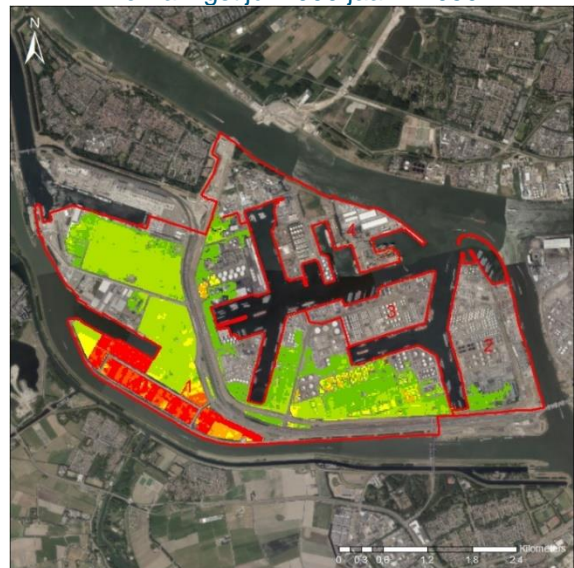
Herhalingstijd 100 jaar in 2050



Herhalingstijd 300 jaar in 2050



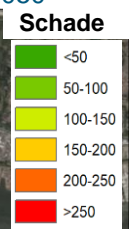
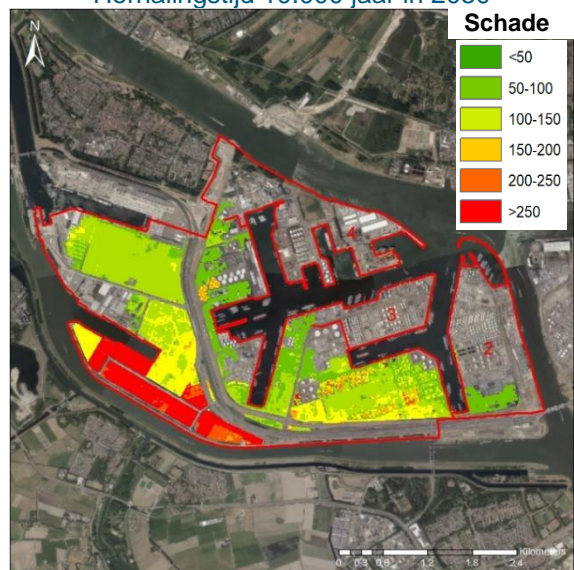
Herhalingstijd 1.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 10.000 jaar in 2050



Herhalingstijd 10 jaar in 2100



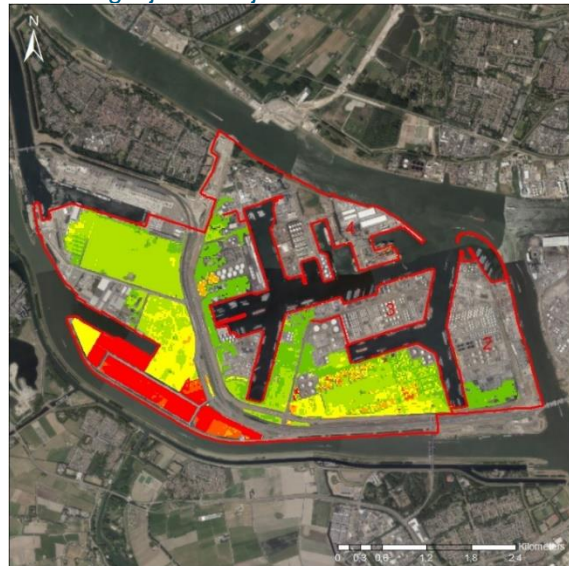
Herhalingstijd 100 jaar in 2100



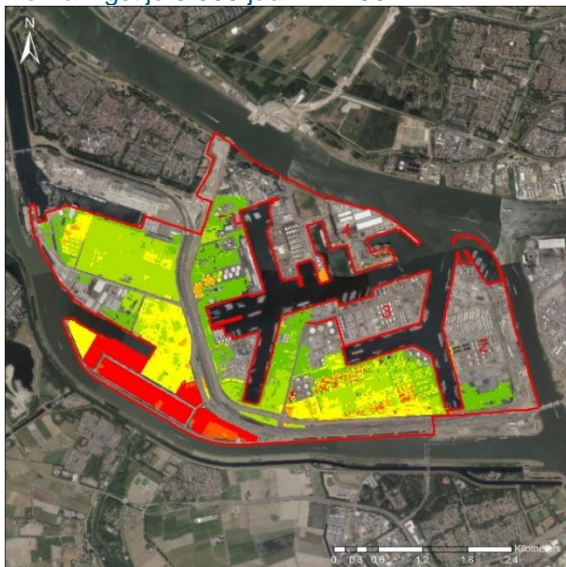
Herhalingstijd 300 jaar in 2100



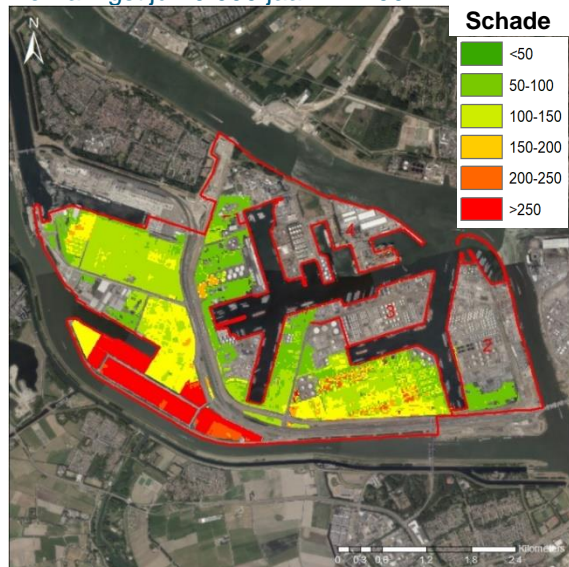
Herhalingstijd 1.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 3.000 jaar in 2100



Herhalingstijd 10.000 jaar in 2100



Schade

