

Memo

Aan

Eric Warners / Kim Borgmann

Datum

19 december 2023

Contactpersoon

Femke Schasfoort

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 7779

E-mail

Femke.Schasfoort@deltares.nl

Aantal pagina's

1 van 54

Onderwerp

Advies voor een klimaatbestendige haven van Amsterdam

Advies strategieën voor een klimaatbestendige haven

Samenvatting

Het wereldwijde klimaat verandert. Met de droge zomers in 2018 en 2022 en hevige regenval in Limburg in 2021 hebben we daar de eerste tekenen al van gezien. Tenzij de wereldwijde CO₂-uitstoot in het jaar 2050 tot nul is teruggebracht, stevent de wereld af op een opwarming van minstens 2 graden Celsius ten opzichte van het pre-industriële tijdperk (1850-1900). Dit betekent een sneller stijgende zeespiegel en grotere kans op hitte, droogte in de zomer en extreme buien (KNMI, 2023).

Ook voor Port of Amsterdam (PoA) heeft dit gevolgen. Deltares heeft begin 2023 een exploratieve studie uitgevoerd waarin de grootste risico's van klimaatverandering voor PoA zijn geïdentificeerd (Deltares, 2023). Hieruit kwamen vijf belangrijke klimaatgevolgen voor de haven:

1. Beperkingen in de bereikbaarheid vanaf zee door verzilting,
2. Beperkingen in de bereikbaarheid van het achterland door lage rivierafvoeren,
3. Wateroverlast op hotspotlocaties,
4. Hittestress,
5. Tijdelijke beperkingen op koelwaterlozingen tijdens perioden van hoge watertemperaturen.

De PoA vraagt als vervolg op deze inventarisatie advies over klimaatadaptatiemaatregelen die de PoA op de korte en lange termijn kan nemen om goed voorbereid te zijn op toekomstige klimaatverandering. Het resultaat wordt samengevat in adaptatiepaden, die de opeenvolging van adaptatiemaatregelen beschrijven onder lage opwarming (1.5 graden Celsius in 2085) en hoge opwarming (3.5 graden Celsius in 2085).

Versterken kennispositie

De ruggengraat voor effectieve klimaatadaptatie is een solide kennisbasis en een flexibele, lerende organisatie. Een belangrijke aanbeveling is daarom om de kennispositie van de haven en contacten met andere belanghebbenden op het gebied van water en klimaatadaptatie te versterken. Dit betekent capaciteit vrijmaken om op de hoogte te blijven en/of aan te sluiten bij bestaande kennisprogramma's. Daarnaast raden we aan om een signaalgroep op te zetten die zicht houdt op de gevolgen van een veranderend klimaat op de haven van Amsterdam. Hiermee kan de haven zich tijdig voorbereiden op nieuwe klimaatontwikkelingen en klimaatbeleid.

Goede bereikbaarheid van de haven

Een goede bereikbaarheid is essentieel voor de haven. Bij hoge opwarming en daarmee gepaard gaande langdurige droogte en zeespiegelstijging krijgt de haven van Amsterdam steeds vaker te maken met schutbeperkingen in de zomer. Beperkingen in de bereikbaarheid verminderen het vestigingsklimaat en daarmee de concurrentiepositie van de haven met als gevolg verlies van omzet. Als door PoA of partijen als Rijkswaterstaat geen maatregelen worden genomen om verzilting te beperken of schutbeperkingen tegen te gaan kan het volgende gebeuren: (1) De haven wordt minder aantrekkelijk voor klanten die zijn gebonden aan een strak tijdschema, zoals lijndiensten. Deze klanten trekken weg en dit betekent een verlies van een deel van de toegevoegde waarde van de haven voor de regio Amsterdam. De haven zal moeten overstappen op ander type activiteiten of ladingstromen. (2) Aanpassen van de samenleving aan toenemende verzilting. In de kamerbrief Water en Bodem sturend wordt hier al gedeeltelijk op voorgesteld en ook in het Deltaprogramma wordt bekeken of de beperking van verzilting een haalbare strategie blijft. De invulling hiervan is echter zeer onzeker. Wanneer de samenleving zich aanpast en bijvoorbeeld innamepunten voor drinkwater op het Amsterdam-Rijnkanaal verplaatst, kan de haven zonder of met beperkte maatregelen zijn havenfunctie blijven vervullen.

Wanneer wel actie wordt ondernomen onderscheiden we drie strategieën die opgebouwd kunnen worden in de tijd.

1. *Optimalisatie sluisgebruik*: Dit betekent het zoveel mogelijk beperken van verzilting in de zomer door het optimaliseren van het huidige en toekomstige sluisgebruik. Hieronder valt het werken met tijdslots, maar ook het in gebruik houden van kleinere schutsluizen, zoals de Middensluis. Deze strategie is op korte termijn in te zetten, relatief goedkoop en bij lage als hoge opwarming effectief. Klanten ondervinden geen tot weinig effect door deze strategie.
2. *Kleinschalige systeemmaatregelen om verzilting te beperken*: Bij verdere opwarming is optimalisatie van het sluisgebruik niet meer voldoende, dan komen kleinschalige systeemmaatregelen in beeld. Dit zijn maatregelen zoals een verbeterde werking van de selectieve onttrekking bij de zeesluis IJmuiden, een bellenscherm aan de monding van het Amsterdam Rijnkanaal (ARK), hogere minimale afvoer van het ARK en verondiepen van het IJ tot een diepgang van ongeveer 4 tot 5 meter, zodat de binnenvaart de haven nog wel kan bereiken. Voor veel van deze maatregelen is extra onderzoek nodig naar de dimensies, effectiviteit en kosten.
3. *Grootschalige systeemmaatregelen om verzilting te beperken*: Bij grote mate van opwarming (vanaf 2050 in een scenario met snelle opwarming of op de zeer lange termijn (>2150) in een scenario met langzame opwarming) zijn kleinschalige systeemmaatregelen mogelijk onvoldoende effectief. Dan komen grootschalige systeemmaatregelen in beeld, variërend van het compartimenteren van het Noordzeekanaal tot een zeewaartse haven. Deze maatregelen zijn duurder en ingrijpender dan de kleinschalige maatregelen. Voor deze maatregelen geldt dat als ze te vroeg worden genomen (en uiteindelijk niet nodig blijken) het kan leiden tot overinvestering en afname van de bereikbaarheid voor PoA.

Naast effect op de bereikbaarheid vanaf zee vermindert bij grote mate van opwarming de bereikbaarheid van het achterland voor de binnenvaart in het Rijnstroomgebied. Extreem lage afvoeren komen vooral bij hoge opwarming steeds vaker voor waardoor een deel van de vloot niet kan varen. Dit kan op termijn de positie van de binnenvaart in het Rijnstroomgebied (vooral in de zomer) verzwakken. Behalve voor PoA is dit ook een probleem voor andere zee- en binnenvaarthavens in het Rijnstroomgebied. De aanbeveling is daarom om op te trekken met andere havens om het gesprek aan te gaan met Rijkswaterstaat en Duitse waterbeheerders om nautische knelpunten op te lossen.

Klimaatadaptieve inrichting van het haven terrein

De kans op (grote) schade en problemen door wateroverlast en hittestress is momenteel gering, maar wordt vanaf 2050 groter. Het is echter aan te raden om nu al maatregelen te nemen. Dit zorgt voor minder afwenteling van problemen en een duurzamer imago van de PoA. Daarbij moet PoA zich houden aan de hemelwaterverordening van de Gemeente Amsterdam.

Op korte termijn is aan te raden om het haventerrein te stresstesten op basis van een klimaatbui van 60 mm per uur en op basis daarvan mogelijkheid en noodzaak tot extra waterberging te identificeren. Een aantal maatregelen kunnen op korte- tot middellange termijn al worden genomen om wateroverlast en hittestress te beperken. Kansrijke maatregelen zijn maatregelen die relatief goedkoop zijn en kunnen worden geïmplementeerd op 'restoppervlakken', zoals stroken langs wegen of rondom opslagen, en op parkeerplaatsen. Bijvoorbeeld, het aanleggen van Wadi's zorgt voor extra berging, waardoor de afvoercapaciteit van de hemelwaterafvoer kan worden verminderd. Wanneer het haventerrein op 5% van het oppervlak als Wadi's inricht van 30 cm diep, dan kan 75% van de jaarlijkse neerslag worden geborgen en kan de piek bij hevige regenval worden afgevlakt (Expert Deltares, 2023). Langs fietspaden kan extra schaduw worden aangebracht door het planten van bomen. PoA kan klanten stimuleren, bijvoorbeeld met een subsidieregeling of door extra informatievoorziening om groene of waterbergende daken aan te leggen. Afhankelijk van de klimaatontwikkeling kan op middellange tot lange termijn deze maatregelen worden opgeschaald en gecombineerd met rainwater harvesting. Aanleggen van een eigen drinkwaterreserve, met behulp van rainwater harvesting, draagt bij aan het overbruggen van periodes met eventuele drinkwater en industriewater restricties door drinkwaterbedrijven.

Bij lage en hoge opwarming kan de koelwaterlozing worden beperkt door te hoge opwarming van het oppervlaktewater. Ook bijstelling van de lozingsgrens onder druk van de Kaderrichtlijn Water (KRW) is een mogelijkheid met extra koelwaterlozingsproblemen tot gevolg. PoA kan een aanjager zijn voor het opschalen van aquathermie in combinatie met warmte koude opslag en het direct winnen van industriële warmte. Een kleine verlaging van de koelwatertemperatuur is hierbij een bijkomend voordeel. Andere mogelijkheden zijn het doorspoelen van water bij innamepunten voor koelwaterlozing, investeren in koeltorens door klanten en het weren van koelwatergebruikers door de PoA.

Conclusies

Dit advies focust op de grootste risico's van klimaatverandering voor PoA geïdentificeerd in een eerder advies van Deltares. PoA loopt risico door klimaatverandering, maar kan maatregelen nemen om het risico te beperken (zie Figuur A). Op korte termijn kan dit door het versterken van de kennispositie, optimaliseren van het sluisgebruik en verkennen van de haalbaarheid van kleinschalige systeemmaatregelen en o.a. gebruik van aquathermie. Op de korte- tot middellange termijn zijn afhankelijk van de mate van opwarming meer opties nodig, zoals verbeteren van de selectieve onttrekking en verondiepen van het IJ. Grootschalige opties met een groot effect op de haven, of een combinatie van kleinschaligere opties zijn mogelijk nodig op de middellange tot lange termijn. Vooruit kijken naar opties op de lange termijn is van belang bij de keuze van korte termijn opties om toekomstige opties open te houden.

	No-regret	Korte - Middellange termijn	Middellange – Lange termijn
Goede Kennispositie	<ul style="list-style-type: none"> • Meedoen en leren van bestaande onderzoeksprogramma's • Versterken watersysteemkennis • Signalering- en monitoringssysteem 		
Bereikbaar vanuit zee	<ul style="list-style-type: none"> • Optimalisatie sluisgebruik • Onderzoek haalbaarheid kleinschalige systeemmaatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinschalige systeemmaatregelen, zoals bellenscherm en verbeteren selectieve onttrekking • Onderzoek effect grootschalige systeemmaatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grootschalige systeemmaatregelen, zoals compartimentering en zeewaartse haven
Bereikbaar achterland	<ul style="list-style-type: none"> • Meedoen en leren van bestaande onderzoeksprogramma's • In gesprek met RWS en Duitse waterbeheerders (samen met andere havens in Nederland) 	<ul style="list-style-type: none"> • Anticiperen op laag water voorspellingen 	
Duurzaam en gezond haventerrein	<ul style="list-style-type: none"> • Stresstest watersysteem haventerrein obv een klimaatbui van 60 mm • Verken toename brandrisico met brandweer en veiligheidsregio 	<ul style="list-style-type: none"> • Wadi's aanleggen (of stimuleren in contracten) op restoppervlakken, Bomen langs fietspaden en vergroenen parkeerplekken • Bij nieuwbouw of renovatie aanleg van groene of waterbergende daken 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestaande bouw: Groene, waterbergende daken of reflecterende daken op bestaande bebouwing
Warmte leverancier	<ul style="list-style-type: none"> • Onderzoek potentie aquathermie en WKO's in havengebied irt verlagen temperatuur koelwater 	<ul style="list-style-type: none"> • Aquathermie icm WKO's • Koppelen industriële warmte aan WKO's • Doorspoelen water bij innamepunten • Koeltorens 	

Figuur 1: Overzicht maatregelen op zeer korte termijn (no-regret) bij elk klimaatscenario, korte- (bij hoge opwarming) tot middellange (bij lage opwarming) termijn en middellange (bij hoge opwarming) tot lange (bij lage opwarming) termijn.

Nieuwe kennis en onderzoek en veranderend beleid kunnen risico's verkleinen of vergroten. Ook kunnen nieuwe oplossingsrichtingen in beeld komen. Klimaatadaptatie vergt het constant bijstellen en aanpassen van de strategie aan de hand van veranderende omstandigheden. Het verankeren van klimaatadaptatie in de organisatie is van groot belang om dit te kunnen doen. Dit vraagt blijvende flexibiliteit en een lerend vermogen van de organisatie.

1 Inleiding

De droogte van 2018 en vooral die van 2022 hadden een groot effect op de haven van Amsterdam. Om verzilting van het Amsterdam-Rijnkanaal tegen te gaan zijn er door Rijkswaterstaat in de beide zomers schutbeperkingen ingesteld voor de sluis van IJmuiden. Hierdoor werd de haven minder goed bereikbaar voor klanten met als direct gevolg dat een groot deel van de zee cruiseschepen tot en met 2024 niet meer naar Amsterdam komen. De droogte had ook tot gevolg dat de Waal minder goed bevaarbaar was en dat het Twentekanaal onvoldoende op diepte kon worden gehouden. Hierdoor nam de bereikbaarheid van het achterland voor de binnenvaart in Nederland af. De recente droge zomers bieden een inkijk in hoe een gemiddeld jaar bij sterke klimaatverandering er uit kan zien (KNMI, 2023). Deze droge jaren laten ook zien dat voorbereiden op en aanpassen aan klimaatverandering steeds belangrijker wordt voor de continuïteit van de haven van Amsterdam.

De wereld lijkt deze eeuw af te stevenen op een opwarming van minstens 2 graden Celsius ten opzichte van het pre-industriële tijdperk (1850-1900) met een in toenemende mate stijgende zeespiegel, heviger regenval in de zomer en vaker voorkomende droogte tot gevolg. Als de temperatuur beperkt wordt tot 1.5 graden Celsius dan kunnen de nadelige gevolgen van klimaatverandering meevallen, of in iedere geval 30% tot 60% verminderen ten opzichte van een opwarming van 2 graden Celsius (KNMI, 2023). Om de opwarming tot 1.5 graden Celsius te beperken moet de wereldwijde CO₂ emissies tot 0 zijn gereduceerd in 2050 én dient er actief CO₂ uit de atmosfeer te worden gehaald.

Deltares heeft begin 2023 een exploratieve studie uitgevoerd naar de grootste risico's¹ van klimaatverandering voor de haven van Amsterdam (Deltares, 2023). Deze studie identificeerde vijf belangrijke klimaatgevolgen: (1) Beperkingen in de bereikbaarheid vanaf zee door verzilting, (2) Beperkingen in de bereikbaarheid van het achterland door lage rivierafvoeren, (3) Wateroverlast op hotspotlocaties, (4) Hittestress en (5) Tijdelijke beperkingen op koelwaterlozingen tijdens perioden van hoge watertemperaturen. Voor elk klimaatgevolg is bij de inventarisatie van de risico's een inschatting gedaan van de kans van voorkomen bij lage opwarming (1.5 graden Celsius in 2085)² en hoge opwarming (3.5 graden Celsius in 2085) op basis van een literatuurstudie en expertkennis. Figuur 1 geeft een samenvatting van deze analyse. Naast deze vijf belangrijke klimaatgevolgen is er een long-list gemaakt met alle mogelijke gevolgen voor PoA. Deze gevolgen kunnen in de toekomst groter worden, waardoor er ook maatregelen vanuit de PoA nodig zijn.

Het havenbedrijf Amsterdam (PoA) vraagt als vervolg op deze inventarisatie advies over klimaatadaptatiemaatregelen die PoA op de korte en lange termijn kan nemen om goed voorbereid te zijn op toekomstige klimaatverandering. Dit advies focust op maatregelen voor de vijf geprioriteerde klimaatrisico's.

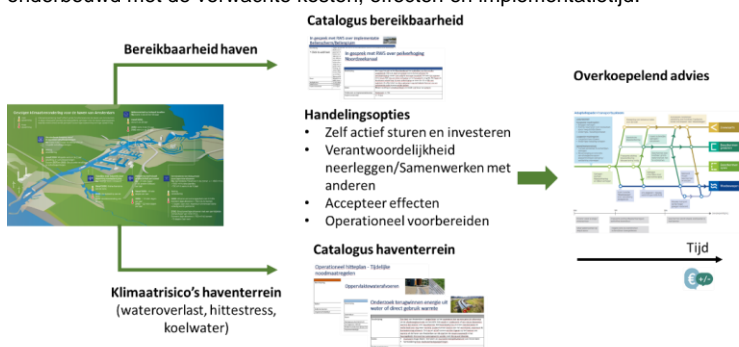
¹ De Risico-inschatting is gedaan op basis van de KNMI klimaatscenario's 2014.

² Dit is gebaseerd op de KNMI 2014 scenario G1 en Wh.



Figuur 2: Klimaatscenario's voor de PoA (Deltares, 2023)

Het onderhavige advies is een vervolg op het eerdere advies van Deltares. Dit advies is onderverdeeld in twee delen (zie Figuur 2): (1) Een advies over oplossingsrichtingen voor een bereikbare Amsterdamse haven en (2) Een advies over een klimaatadaptatieve inrichting van de haven om problemen met wateroverlast, hittestress en koelwaterlozingsverboden te beperken. Ook wordt er kort stilgestaan bij het risico op drinkwatertekorten. Als onderbouwing van het advies is expertkennis verzameld binnen Deltares en heeft adviesbureau TAUW twee werksessies verzorgd om relevante informatie vanuit POA op te halen. De resultaten hiervan komen samen in een overkoepelend advies en een catalogus van mogelijke adaptatiemaatregelen. Bovendien is een tijdsplan met adaptatiemaatregelen beschreven dat is onderbouwd met de verwachte kosten, effecten en implementatietijd.



Figuur 3: Aanpak studie

2 Overkoepelend advies

Adaptatiepaden staan centraal in het advies. Deze paden geven de volgorde van maatregelen in de tijd weer (zie Tekstbox 1 voor een uitleg van adaptatiepaden). Maatregelen aan het begin van het pad zijn naar verwachting effectief onder lage en hoge opwarming, terwijl

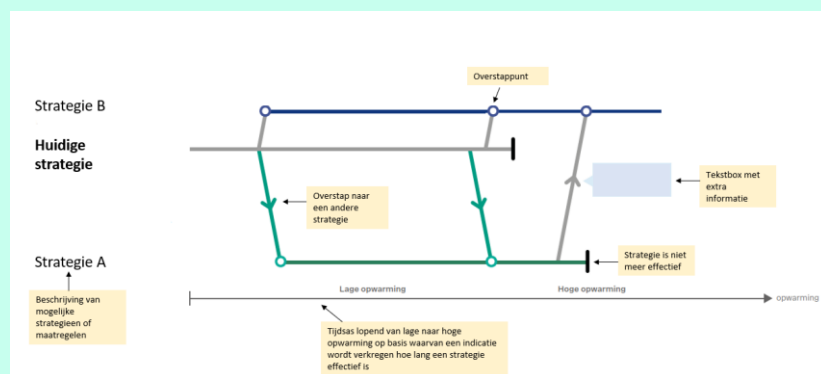
aan het einde van het pad maatregelen staan die naar verwachting alleen nodig zijn bij hoge opwarming. Niet alle maatregelen in het pad zijn nodig om klimaatbestendig te zijn. Meestal is er een keuze tussen verschillende maatregelen. De volgorde van de maatregelen is bepaald op basis van combineerbaarheid van maatregelen, verwachte kosten en baten (zie bijlage B) en benodigde implementatietijd.

Onderdeel van advies is het identificeren van no-regret maatregelen. Dit zijn maatregelen die in elk klimaatscenario effectief zijn, makkelijk te combineren en relatief goedkoop. We adviseren om deze maatregelen op de korte termijn te nemen, zodat PoA goed is voorbereid op toekomstige klimaatverandering. .

Wat is een adaptatiepad en hoe lees je een adaptatiepadenkaart?

Adaptatiepaden zijn ontwikkeld als instrument om beter om te gaan met onzekerheid in besluitvorming (Haasnoot et al, 2013). De paden beschrijven een opeenvolging van strategieën of adaptatiemaatregelen om een doel te bereiken onder onzekere en veranderende condities. In dit geval is het doel een klimaatbestendige haven creëren, waarbij nog onduidelijk is met welke mate van opwarming Nederland te maken krijgt. De lage en hoge opwarming weerspiegelen de bandbreedte van mogelijke toekomstige klimaatverandering.

Aan de linkerkant staan allerlei verschillende maatregelen en strategieën. De huidige strategie is al snel niet effectief of wenselijk, oftewel een 'knikpunt' wordt bereikt. Het adaptatiepad laat zien dat er dan kan worden overgestapt op andere maatregelen of strategieën. Onderaan het pad staat een tijd-as. Deze as laat zien onder welk scenario de maatregel niet meer effectief is. Bij lage opwarming zijn maatregelen bijvoorbeeld langer effectief dan bij hoge opwarming. De lengte van de lijn per maatregel laat een inschatting van de effectiviteit zien. Op een gegeven moment is de maatregel naar verwachting niet meer effectief en wordt de lijn afgekapt. Sommige maatregelen hebben een langere aanlooptijd nodig dan anderen. Hiermee is rekening gehouden in het pad. Sommige maatregelen kunnen ook gecombineerd worden. Ze zijn dan meestal langer effectief, de lijnen worden dan ook gecombineerd.



Figuur 4: Uitleg figuur adaptatiepad

2.1 Versterken kennispositie

Voor PoA is klimaatadaptatie een onderwerp dat nog niet verankerd is in de hele organisatie. Ook heeft PoA het beperken van de risico's van klimaatverandering niet volledig zelf in de hand.

Externe partijen, zoals Rijkswaterstaat en klanten van PoA, hebben een belangrijke rol bij het beperken van de risico's. Een belangrijke aanbeveling is daarom om de kennispositie van de haven en contacten met andere belanghebbenden op het gebied van water en klimaatadaptatie te versterken. Dit is voor de PoA van belang om de juiste adaptatiekeuzes te kunnen maken, maar vooral om een (goede) gesprekspartner te kunnen zijn voor partijen die de klimaatrisico's voor de haven kunnen verkleinen, zoals Rijkswaterstaat, Waternet en de Gemeente Amsterdam. Deze aanbeveling zien wij als een no-regret actie, omdat het relatief weinig kost, onder zowel lage als hoge opwarming relevant is en er mogelijk voor zorgt dat andere partijen de belangen van de haven beter gaan meenemen.

Concreet betekent dit dat er capaciteit vrijgemaakt wordt om op de hoogte te blijven en/of aan te sluiten bij kennisprogramma's die onderzoek doen naar de effecten van klimaatverandering en oplossingsrichtingen formuleren. Dit betekent dat minimaal 0.2 FTE vrijgemaakt wordt om deze ontwikkelingen actief te volgen en een hoger aantal FTE als er ook actief wordt meegewerkt. Actief volgen betekent aansluiten bij kennisdagen en/of werksessies en de berichtgeving volgen. Aansluiten betekent het pakken van een meer sturende rol aan het begin van projecten en programma's, zodat de belangen van de haven in kennisprogramma's beter worden meegenomen.

In Nederland zijn verscheidene kennisprogramma's waarin onderzoek wordt gedaan naar de effecten van klimaatverandering en waarin nagedacht wordt over oplossingsrichtingen. Een aantal van deze programma's onderzoekt risico's en verkent keuzes die ook direct effect hebben op de haven van Amsterdam, zoals op de lange termijn afsluiting van het Noordzeekanaal. Voorbeelden van deze programma's zijn het Kennisprogramma zeespiegelstijging, Programma klimaatbestendige netwerken, SmartPort, Het Deltaprogramma en TKI projecten in de topsector Logistiek.

Door beter op de hoogte te zijn van de kennis ontwikkeld in deze programma's wordt ook de watersysteemkennis van PoA vergroot, waardoor de PoA een betere gesprekspartner kan zijn voor partijen als Rijkswaterstaat.

Naast het versterken van de kennispositie van de haven is het van belang om op tijd nieuwe ontwikkelingen mee te nemen in de strategie van de haven. Hierdoor kan de haven zich tijdig voorbereiden op nieuwe ontwikkelingen. Elk jaar wordt er veel nieuwe (wetenschappelijke) kennis ontwikkeld op het gebied van klimaatverandering en zijn gevolgen en wordt er nieuw klimaatbeleid gemaakt. Recent (oktober 2023) zijn er bijvoorbeeld nieuwe KNMI klimaatscenario's uitgekomen voor Nederland waarin wordt beschreven dat de verwachte droogte in de zomer in het hoge en lage scenario groter is dan in eerdere klimaatscenario's. Om deze inzichten te gebruiken en tijdig maatregelen te nemen adviseren we de installatie van een signaalgroep die zicht houdt op de gevolgen van een veranderend klimaat op de haven van Amsterdam. Deze signaalgroep houdt relevante ontwikkelingen in de gaten met een focus op klimaatverandering en brengt eens in de twee tot vier jaar advies uit aan de directie van PoA hoe om te gaan met deze ontwikkelingen. Veranderingen in bijvoorbeeld het klimaat, zeespiegel, afvoeren van het Noordzeekanaal en (klimaatadaptatie)beleid kunnen een aanleiding zijn voor het aanpassen van de koers of tempo van de strategie van de haven. Een ander voorbeeld is de berichtgeving dat ook bij lage opwarming de zeespiegelstijging hoger kan uitvallen dan verwacht (Naughten et al, 2023) met als gevolg voor de haven sneller grotere verziltingsproblemen. In de signaalgroep zitten representanten uit verschillende delen van PoA en zijn klanten. Om ontwikkelingen in het watersysteem goed in beeld te houden is het ook een mogelijkheid om Rijkswaterstaat, Waternet en/of de Gemeente Amsterdam uit te nodigen. Hierdoor kan een brede waaier aan signalen vroegtijdig worden opgevangen.

De tweejaarlijkse cyclus kan worden gestart met een bijeenkomst waarin een omgevingsscan plaatsvindt. Een startpunt voor deze scan is de signaalgroep van het Deltaprogramma, die

jaarlijks een advies uitbrengt (Signaalgroep Deltaprogramma, 2022) en het [signaalportaal](#) van het Deltaprogramma. In een tweede bijeenkomst worden de meest relevante gegevens en ontwikkelingen geprioriteerd en vervolgens worden deze gegevens verder geïnventariseerd. In een derde bijeenkomst wordt toegewerkt naar een conceptadvies, waarna in een vierde bijeenkomst een definitief advies wordt gegeven. Dit advies wordt vervolgens gecommuniceerd aan de directie.

2.2 Een bereikbare haven

Een goede bereikbaarheid is essentieel voor een haven. De ligging achter een sluiscomplex heeft voordelen en nadelen voor de haven van Amsterdam. Het grote voordeel is de binnendijkse ligging, waardoor de haven wordt beschermd tegen overstromingen. Hierdoor is de haven minder kwetsbaar voor zeespiegelstijging en stormen dan een zeehaven. Een nadeel is dat de haven afhankelijk is van de bediening van de sluis van IJmuiden. Hierdoor krijgt de haven bij verzilting door lage afvoeren en zeespiegelstijging vaker te maken met schutbeperkingen. Behalve bereikbaarheid vanuit zee is de bereikbaarheid van het achterland ook van belang. Ongeveer 20% van de vracht wordt doorgevoerd naar het Duitsland. Deze route kan minder goed bevaarbaar worden bij lage afvoeren en hele hoge afvoeren.

Voor de korte, middellange en lange termijn³ stellen we maatregelen voor om de bereikbaarheid vanuit zee en vanuit het achterland te vergroten. Voor veel van de maatregelen is samenwerking met andere partijen nodig of zijn andere partijen leidend. In dit hoofdstuk presenteren we eerst de strategieën en maatregelen voor een bereikbare haven vanuit zee in een adaptatiepad en vervolgens maatregelen voor een bereikbare haven vanuit het achterland.

2.2.1 Een bereikbare haven vanuit zee

Bij hoge opwarming en daarmee gepaard gaande langdurige droogte en zeespiegelstijging, krijgt de haven van Amsterdam steeds vaker te maken met schutbeperkingen in de zomer. Bij lage opwarming is de verwachting dat de haven van Amsterdam in deze eeuw ongeveer eens in de 10 jaar (bij functionele selectieve onttrekking) te maken krijgt met schutbeperkingen door verzilting. Bij hoge opwarming is dit ongeveer eens in de 2 jaar in 2050 en structureel in 2100. Voor de precieze duur van deze schutbeperkingen dient meer onderzoek te worden gedaan, maar de verwachting is dat het gaat om schutbeperkingen van meer dan een week die in sommige jaren lang kunnen aanhouden.

Regelmatige en soms langdurige schutbeperkingen betekent dat de haven geen betrouwbare partner meer is voor klanten die afhankelijk zijn van de zeevaart. Beperkingen in de bereikbaarheid verminderen het vestigingsklimaat en daarmee de concurrentiepositie van de haven. Dit heeft een groot effect op de omzet van de haven, waarvan 37% (in totaal 163 miljoen euro) direct wordt gehaald uit havenactiviteiten en een veelvoud uit activiteiten verwant aan havenactiviteiten (PoA jaarverslag). Behalve effect op de haven heeft het ook effect op de economie van de stad Amsterdam. In 2021 was de toegevoegde waarde 2.6 miljard euro, ongeveer 4% van de totale toegevoegde waarde van de regio Amsterdam (Havenmonitor, 2022).

Als door PoA of partijen als Rijkswaterstaat geen maatregelen worden genomen om verzilting te beperken of schutbeperkingen tegen te gaan kan het volgende gebeuren:

1. *Continuïteit havenfunctie onder druk*

Door geregeld en mogelijk langdurige schutbeperkingen in de zomer kan de PoA bij hoge opwarming en op lange termijn bij lage opwarming kan de continuïteit van de haven onder druk komen te staan. Dit wordt veroorzaakt doordat een deel van de klanten uitwijkt naar andere havens die niet achter een zeeluis liggen (en effectief klimaatadaptatiebeleid voeren). Dit zijn vooral klanten die gebonden zijn

³ Afhankelijk van de snelheid van opwarming

aan een strak tijdschema, zoals lijndiensten en cruises. Dit kan op termijn ten kosten gaan van ongeveer de helft van de omzet uit havenactiviteiten en een deel van de omzet uit overige activiteiten. Hier komen wel andere activiteiten in de plaats.

2. *Aanpassen van de samenleving aan verzilting*

De huidige strategie in het Nederlandse waterbeheer is om het watersysteem zo zoet mogelijk te houden. Een externe ontwikkeling met groot effect op de bereikbaarheid van de haven is het accepteren en aanpassen van de maatschappij aan verzilting. In de kamerbrief Water en Bodem sturend wordt hier al gedeeltelijk op voorgesorteerd en ook in het Deltaprogramma wordt bekeken of de beperking van verzilting een haalbare strategie blijft. Wel gaat dit veelal over het aanpassen aan verzilting in de polders door kwel en minder over verzilting van het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal. Wanneer de maatschappij zich aanpast aan verzilting op het Amsterdam-Rijnkanaal, bijvoorbeeld door verplaatsen van innamepunten voor drinkwater (of toevoegen van een ontziltingsstap), aanpassen van de landbouw en natuur, kan de haven zonder of met beperkte maatregelen zijn havenfunctie blijven vervullen. Het is aan te raden de beleidsontwikkelingen te blijven volgen, zodat wanneer dit het geval is hier tijdig op kan worden ingespeeld (zie ook de aanbeveling 'signaalgroep').

De PoA kan samen met waterbeheerders er ook voor kiezen om een andere strategie te hanteren. Hier worden drie strategieën onderscheiden waaronder verschillende maatregelen vallen.

1. *Optimalisatie sluisgebruik*

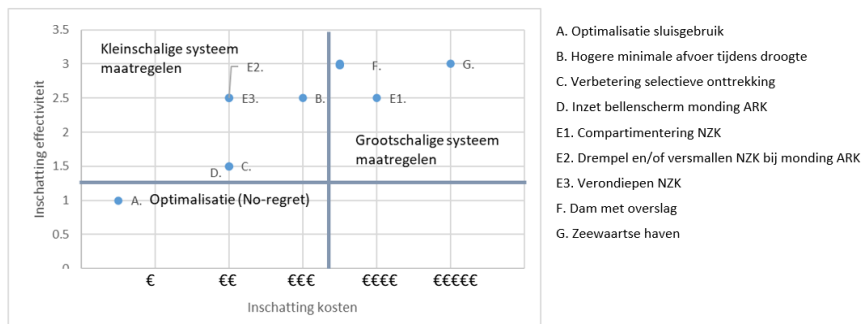
De eerste strategie optimaliseert het huidige en toekomstige sluisgebruik. Dit betekent bijvoorbeeld het werken met tijdslots waarop schepen zich kunnen intekenen, zoveel mogelijk gebruik van de kleinere sluiskolken en het beperken van het aantal schuttingen. PoA heeft een deel van zijn klanten geconsulteerd over het intekenen op tijdslots en zij staan er overwegend positief tegenover (Bron: Werksessie). De verwachting is daarom dat de negatieve effecten op de scheepvaart beperkt blijven. Ook is deze oplossingsrichting op korte termijn in te zetten door POA, relatief goedkoop en ook bij beperkte zeespiegelstijging effectief, daardoor kan deze strategie worden geïdentificeerd als no-regret.

2. *Kleinschalige systeemmaatregelen om verzilting te beperken*

Bij verdere opwarming is optimalisatie van het sluisgebruik niet meer voldoende, dan komen kleinschalige systeemmaatregelen in beeld. Dit zijn maatregelen zoals een verbeterde werking van de selectieve onttrekking bij de zeesluis IJmuiden, een bellenscherm aan de monding van het Amsterdam Rijnkanaal (ARK), hogere minimale afvoer van het ARK en verondiepen van het IJ tot een diepgang van ongeveer 4 tot 5 meter, zodat de binnenvaart de haven nog wel kan bereiken. Een optie die nog effectief moet blijken is het creëren en gebruik van een waterberging in een polder ten oosten van Velsen-Noord. Deze kan bij het wegvallen van de waterafvoer in het Noordzeekanaal worden gebruikt om de selectieve onttrekking te laten blijven werken. Bij beperkte mate van opwarming en op de korte tot middellange termijn bij hoge opwarming zijn deze maatregelen waarschijnlijk voldoende om verzilting van het ARK en schutbeperkingen tegen te gaan. Bij hoge opwarming op de middellange tot lange termijn zijn de individuele maatregelen naar verwachting niet genoeg, maar kan een combinatie van deze maatregelen problemen lange tijd beperken. De kosten van deze maatregelen variëren, bijvoorbeeld het verbeteren van de selectieve onttrekking is naar verwachting een stuk goedkoper dan het verondiepen of het versmallen van het IJ (zie Figuur 4). Voor veel van deze maatregelen is extra onderzoek nodig naar de dimensies, effectiviteit en kosten.

3. *Grootschalige systeemmaatregelen*

Bij grote mate van opwarming (vanaf 2050 in een scenario met snelle opwarming of op de zeer lange termijn (>2150) in een scenario met langzame opwarming) zijn kleinschalige systeemmaatregelen mogelijk onvoldoende effectief. Dan komen grootschalige systeemmaatregelen in beeld, variërend van het compartimenteren van het Noordzeekanaal tot een zeewaartse haven. Ook kan bij snelle opwarming en onvoldoende actie het volledig afsluiten van het Noordzeekanaal met een dam een mogelijkheid worden. Deze optie wordt al besproken aan verschillende kennistafels bij hoge zeespiegelstijging. Deze maatregelen zijn duurder en ingrijpender dan de kleinschalige maatregelen, maar zijn wel zeer effectief om de verziltingsproblemen aan te pakken. Voor deze maatregelen geldt dat als ze te vroeg worden genomen (en uiteindelijk niet nodig blijken) het kan leiden tot overinvestering en afname van de bereikbaarheid voor PoA. Als deze maatregelen te laat worden genomen kan de schade voor PoA als gevolg van schutbeperkingen al zijn geschied en zal de bereikbaarheid van de haven dermate onder druk komen te staan dat de continuïteit van de haven onder druk komt te staan.



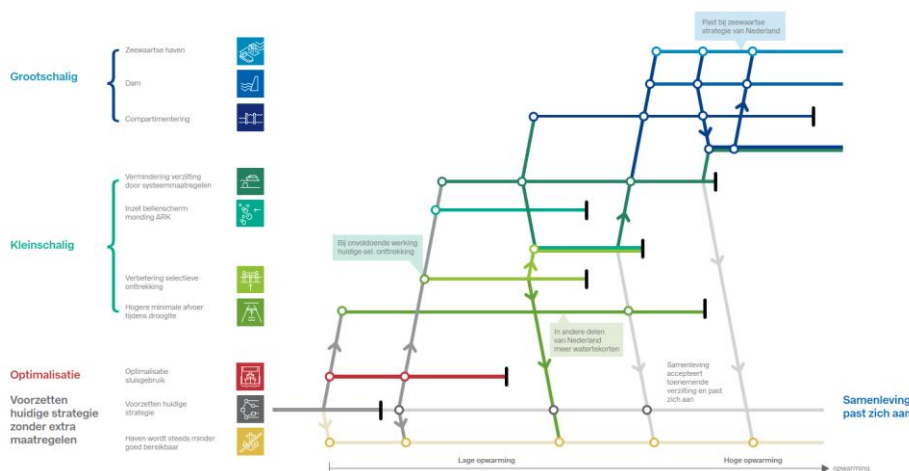
Figuur 5: Inschatting van de kosten afgezet tegen inschatting van de effectiviteit per maatregel Implementatiekosten: €=<200k, €€=200k-20 miljoen, €€€=20-200 miljoen, €€€€=200-800 miljoen, €€€€€=>800 miljoen

De kosten, baten en effectiviteit van deze strategieën verschillen en zijn afhankelijk van ontwikkelingen in de samenleving. Figuur 3 geeft een eerste inschatting van de effectiviteit van de maatregelen en de investeringskosten weer. Voor elke maatregel zijn ook de verwachte negatieve en positieve neveneffecten, verantwoordelijke partijen en de implementatietijd ingeschat. Bijlage A geeft een overzicht van deze gegevens.

De drie strategieën zijn getrapd weergegeven in het adaptatiepad⁴. De huidige strategie zonder maatregelen is op de korte tot middellange termijn bij lage en hoge opwarming naar verwachting niet meer effectief. Wanneer dit gebeurt is afhankelijk van de werking van de aangelegde selectieve onttrekking. Deze werking dient goed te worden gemonitord.

⁴ Bij het maken van de adaptatiepaden is er vanuit gegaan dat er geen systeemveranderingen plaatsvinden ten nadele van de verziltingsproblematiek, zoals het verbreden of verdiepen van het Amsterdam-Rijnkanaal of het Noordzeekanaal. Ook het weghalen van bebouwing in het kanaal, zoals eerder gebeurt met het Weespersluiseland, kan verzilting verergeren. Het is aan te bevelen dat bij dergelijke plannen, zoals nu bij de verbreding bij de Velserspoortunnel, de implicaties op verzilting worden berekend

Een bereikbare haven - Adaptiepad



Figuur 6: Adaptatiepad om de bereikbaarheid vanuit zee te waarborgen onder beperkte en grote mate van opwarming

Vervolgens kan worden overgestapt op een strategie met een hogere minimale afvoer vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal of op optimalisatie van het sluisgebruik. Voor een hogere minimale afvoer is PoA afhankelijk van Rijkswaterstaat, maar kan -afhankelijk van de hoogte van de afvoer- voor lange tijd effectief zijn. Dit heeft echter wel implicaties op de nationale zoetwatervoorziening. Een optie die PoA zelf kan nemen is optimalisatie van het sluisgebruik. Deze optie is relatief goedkoop met weinig negatieve implicaties voor de omgeving en kan worden gecombineerd met alle andere opties. Onduidelijk is hoe lang deze optie effectief is, maar naar verwachting zal ook bij optimalisatie van het sluisgebruik er op de middellange termijn hinder voor de scheepvaart kunnen ontstaan door schutbeperkingen. Dan komen andere kleinschalige systeemmaatregelen in beeld, variërend van verbetering van de selectieve onttrekking, inzet bellenscherm en vermindering verzilting door aanpassingen in het IJ, zoals verondieping. De verbetering van de selectieve onttrekking heeft naar verwachting het minste negatieve effecten op de scheepvaart en weinig operationele kosten. Het bellenscherm is relatief flexibel in te zetten, maar heeft hoge operationele kosten. Aanpassingen aan het IJ hebben effect op de bereikbaarheid van het oostelijk havengebied voor zeevaart en cruises, maar bij concentratie van deze activiteiten in het westelijk havengebied vallen de effecten mee. Ook kan het zorgen voor besparing van baggerkosten. Voor al deze maatregelen geldt dat ze extra onderzoek naar de dimensionering en effectiviteit, maar ook voorbereidingstijd vragen om ze te kunnen inzetten. Om op tijd deze maatregelen te kunnen nemen is het daarom aan te raden om de benodigde verkennende onderzoeken al op korte termijn uit te voeren. Deze oplossingen kunnen worden gestapeld, zodat ze ook bij hoge opwarming langere tijd effectief blijven.

Bij hoge opwarming op de lange termijn kunnen grootschalige maatregelen in beeld komen. Dit geldt vooral bij snelle zeespiegelstijging boven 1 meter. In dit scenario wordt bescherming tegen overstromingen en tegengaan van grootschalige verzilting steeds urgenter. De haven kan het beste maatregelen nemen die passen bij de adaptatiestrategie van Nederland, zoals zeewaarts, meebewegen of beschermen. Compartimentering, een zeewaartse haven en afsluiten van het Noordzeekanaal hebben grootschalige implicaties voor de haven. Al is het negatieve effect van compartimentering naar verwachting een stuk kleiner dan zeewaarts of een dam. Sommige van deze maatregelen, zoals een zeewaartse haven en een dam zijn niet goed te combineren met kleinschalige systeemmaatregelen. Als eerst kleinschalige systeemmaatregelen worden geïmplementeerd en daarna relatief snel voor deze grootschalige maatregelen moet worden gekozen zijn er mogelijk hoge 'sunk cost'. Al spelen deze maatregelen niet op de korte en waarschijnlijk ook niet op de middellange termijn. Het is wel belangrijk om deze opties mee te nemen bij het kiezen van kleinschalige systeemmaatregelen.

2.2.2 Een goede positie van de binnenvaart in het Rijnstroomgebied

Bij grote mate van opwarming vermindert de bereikbaarheid van het achterland voor de binnenvaart in het Rijnstroomgebied. In 2050 komen extreem lage afvoeren (<700 m³/s) ongeveer 7 dagen per jaar voor en in 2100 13 dagen per jaar⁵. Bij deze lage afvoeren kan een groot deel van de vloot niet varen (Deltares, 2023). Dit is niet alleen voor PoA een probleem, maar ook voor andere zee- en binnenvaart havens in het Rijnstroomgebied. Dit geldt vooral voor havens waarbij veel wordt doorgevoerd naar Duitsland, zoals de haven van Rotterdam. Op termijn kan dit de positie van de binnenvaart in het Rijnstroomgebied (vooral in de zomer) verzwakken. Dit heeft ook gevolgen voor de haven van Amsterdam, zoals minder goederenoverslag en verandering van vervoersstromen.

PoA heeft weinig invloed op de vaardiepte en afvoeren in het Rijnstroomgebied. Het is daarom belangrijk om in gesprek te blijven met Rijkswaterstaat en Duitse waterbeheerders en in deze gesprekken samen op te trekken met andere havens.

Daarnaast lopen er verschillende ontwikkelingen en onderzoeken op dit gebied. Een voorbeeld is het onderzoek van de Topsector Logistiek naar het inbouwen van meer flexibiliteit door gebruik van andere modaliteiten bij droogte, een onderzoek van TKI (Topconsortium voor Kennis en Innovatie) naar het beter inspelen van de scheepvaart op droogteverwachtingen en mogelijk nieuw onderzoek naar het gebruik van hubs and spokes tijdens droogte. De haven kan zijn kennispositie (zie hoofdstuk 2.1) verbeteren door tijdig gebruik te maken van de kennis uit deze onderzoeken. Verder kan de haven en zijn klanten mogelijk beter inspelen op droge zomerperiodes door bij verwachte droogte alvast schepen en opslagruimte te reserveren.

2.3 Klimaatadaptieve inrichting van het haventerrein

De haven heeft 1900 hectare oppervlak in beheer, ongeveer 10% van het totale oppervlak van de gemeente Amsterdam. Wateroverlast, hitte en droogte kunnen vooral bij hoge opwarming extremer worden en vaker gaan voorkomen. Een klimaatadaptieve inrichting van het terrein kan samen met een goede voorbereiding op extreem weer overlast voor klanten en de inwoners van de gemeente Amsterdam verminderen en kan zelfs bijdragen aan klimaatmitigatie. Eerst wordt een adaptatiepad besproken met maatregelen om de effecten van wateroverlast en hitte te verminderen. Hierbij wordt ook nog kort ingegaan op mogelijke drinkwaterleveringsrestricties. Vervolgens presenteren we een adaptatiepad met maatregelen om koelwaterlozingsbeperkingen tegen te gaan.

2.3.1 Beperken wateroverlast en hitte voor een duurzaam imago en gezond haventerrein

PoA heeft het terrein zo ingericht dat water snel wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Bij problemen met water op straat worden er actief maatregelen genomen, zoals het vergroten van de hemelwaterafvoer capaciteit. Ook worden er pro-actief maatregelen genomen, zoals het verhoogd aanleggen van loading docks, vergroten van duikers en gebruik van infiltratiekratten bij de Koopman Car Terminal. Momenteel is de kans op schade door wateroverlast in het havengebied 1 a 2 procent per jaar. Bij zowel lage als hoge opwarming kan dit toenemen tot 5 procent per jaar in 2050, doordat extremere buien vaker voorkomen.

Bij hevige buien, bijvoorbeeld een bui die in 2021 in Limburg is gevallen, lozen veel gebieden hun water tegelijkertijd op het Noordzeekanaal waardoor de waterstand in het kanaal met ongeveer 20 cm kan stijgen (Deltares, 2022). Het centrum van Amsterdam wordt bij deze waterstanden afgesloten (zie incident op 2 november). Met de hemelwaterverordening wil de Gemeente Amsterdam en Waternet dat regenwater zoveel mogelijk wordt vastgehouden. Hiervoor is recent de hemelwaterverordening vastgesteld die regelt dat (bij nieuwbouw) per m² minimaal 60 liter water wordt opgevangen op het perceel om het risico op wateroverlast in de stad zoveel mogelijk te beperken. Bij voortzetting van de strategie van PoA om water zo snel

⁵ In de nieuwe klimaatscenario's neemt dit naar verwachting nog meer toe.

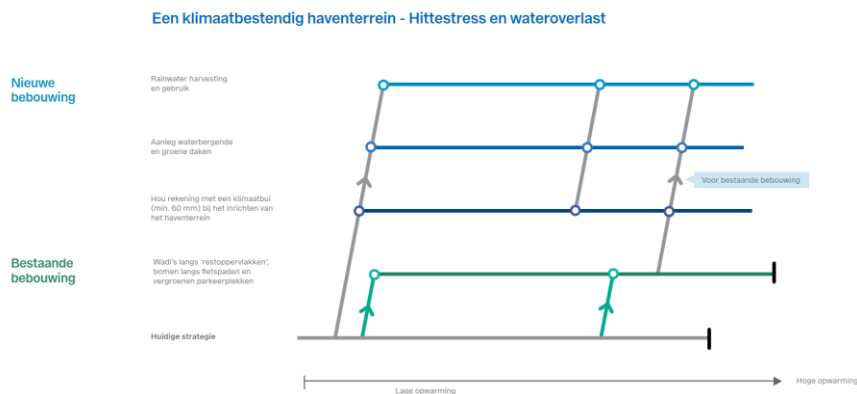
mogelijk af te voeren zonder extra berging te creëren in het gebied wentelt de haven mogelijke problemen af op de omgeving. Dat kan mogelijk in strijd zijn met de hemelwaterverordening en kan een negatief effect hebben op het imago van PoA.

Door het groot aandeel verhard oppervlak in het havengebied kan het haventerrein bij hoge buitentemperaturen (>34 graden Celsius) flink opwarmen met als gevolg gevoelstemperaturen boven de 50 graden Celsius. Bij hoge opwarming kan het aantal zeer warme dagen verdrievoudigen in 2050 en vervijfvoudigen in 2100. Op dergelijke zeer warme dagen is er een gezondheidsrisico voor havenmedewerkers die buiten of in ongekoelde loodsen werken. Dit geldt ook voor fietsers in het havengebied. Het haventerrein draagt hiermee bij aan het hitte-eiland van de gemeente Amsterdam en aan de opwarming van het oppervlaktewater (met effect op koelwaterlozingen). Het is aanneembaar dat de gemeente Amsterdam op termijn regelgeving op gaat stellen om hittestress in omliggende gebieden, zoals het haventerrein, te beperken, zodat het hitte-eiland in de stad wordt beperkt. Net als bij wateroverlast kan het beeld ontstaan dat de haven onvoldoende bijdraagt aan klimaatadaptatie in de regio.

Adaptatiepad inrichting haventerrein wateroverlast en hitte

De kans op (grote) schade en problemen door wateroverlast en hittestress is momenteel gering, maar wordt vanaf 2050 groter. Het is echter aan te raden om nu al maatregelen te nemen. Dit zorgt voor minder afwenteling van problemen en een duurzamer imago van de PoA. Dit geldt vooral voor nieuwbouw en bij herinrichting van het terrein, omdat gebouwen een lange levensduur hebben en er naderhand lastiger aanpassingen zijn te maken.

Het adaptatiepad (zie Figuur 7) geeft een overzicht van mogelijke maatregelen op korte en lange termijn.



Figuur 7: Adaptatiepad voor een duurzame en gezonde inrichting van het haventerrein om hittestress en wateroverlast te beperken

Een korte termijn maatregel die snel kan worden genomen is het stresstesten van het haventerrein op een klimaatbui van 60 mm per uur. Op basis daarvan kan nagedacht worden over de inrichting van het terrein met onder andere waterbergende voorzieningen als wadi's, en laaggelegen groen. Deltares heeft een simpele Excel sheet gemaakt waarin voor een tweetal locaties de benodigde buisdiameter om wateroverlast te voorkomen en het effect van afvoer op waterstanden kan worden ingeschat op basis van een aantal rekenregels. Ook kan het systeem hiermee worden gestresstest.

Op het haventerrein kunnen ook op de korte tot middellange termijn maatregelen worden geïmplementeerd om de kans op wateroverlast en hittestress te beperken. Vooral maatregelen

die relatief goedkoop zijn en kunnen worden geïmplementeerd op 'restoppervlakken', zoals stroken langs wegen of rondom opslagen, zijn op de korte termijn kansrijk. Terrein om te vergroenen kan worden vrijgemaakt door parkeerplaatsen in de openbare ruimte te beperken tot bijvoorbeeld 50 auto's. Het aanleggen van Wadi's zorgt voor extra berging, waardoor de afvoercapaciteit van de hemelwaterafvoer kan worden verminderd. Wanneer het haventerrein op 5% van het oppervlak als Wadi's inricht van 30 cm diep, dan kan 75% van de jaarlijkse neerslag worden geborgen en kan de piek bij hevige regenval worden afgevlakt (Expert Deltares, 2023). Aanleg van Wadi's op 5% van het terrein is erg ambitieus, maar ook bij minder oppervlak kan de aanleg al flink bijdragen aan opvang van regenwater. Tegelijkertijd kunnen Wadi's (afhankelijk van de aanleg) bijdragen aan de biodiversiteit, verdroging van het terrein en hittestress verminderen. Ook verminderd dit de noodzaak voor een vergroting van de hemelwaterafvoer riolering. Deze is al lastig verder te vergroten is door drukte in de ondergrond. Wel moet worden onderzocht of de aanleg van Wadi's bodemvervuiling niet mobiel maakt en moet worden gekeken naar de optimale diepte in relatie tot de drukte in de ondergrond.

Een andere korte termijn maatregel is de aanleg van bomen langs fietspaden. Volgens de landelijke maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving dienen fietspaden minstens 40% in de schaduw te liggen. Op het haventerrein liggen een aantal recreatieve fietspaden en routes en worden fietspaden gebruikt voor woon-werk verkeer. Deze liggen nog niet 40% in de schaduw. Planten van bomen en vergroening is direct zichtbaar en merkbaar voor de gebruikers. Bij grote opwarming na 2050 kan er nagedacht gaan worden over grootschaligere maatregelen, zoals aanleg van groene, waterbergende daken of reflecterende daken op *bestaande* bebouwing.

Naast andere inrichting van het haventerrein kan het brandrisico op hete dagen toenemen. Een maatregel is om hier in gesprek over te gaan met de brandweer en de veiligheidsregio. Ook kan er samen met klanten en brandweer een hitteplan worden opgesteld specifiek voor het haventerrein. Hiermee kunnen er operationele maatregelen worden genomen op dagen met extreme hitte.

De maatregel die gestimuleerd kan worden bij klanten is de aanleg van een groen of waterbergend dak bij nieuwbouw of grootschalige renovatie. Deze daken dragen bij aan de vermindering van hittestress (+/- 0.02 graden Celsius per m² dak), wateroverlast (extra opslagcapaciteit van 0.01 m³/m²) en voor een groen dak aan de verbetering van biodiversiteit. Ook kan het zorgen voor verbetering van het thermische comfort van gebouwen tot 6.5 graden Celsius en verlenging van de levensduur van het dak met maximaal 20 jaar (CRC toolbox, 2023), ook werken de zonnepanelen die op deze daken liggen beter op hete dagen. Bij nieuwbouw kan eventuele verzwarende van de constructie direct worden meegenomen. Al is voor extensieve groene daken geen of enkel een beperkte verzwarende nodig.

Drinkwaterbedrijven hebben op de korte termijn moeite om voldoende nieuwe bronnen te vinden om aan de toegenomen vraag te voldoen. Vooral bij hoge opwarming komen daar in de toekomst problemen met waterkwaliteit door droogte bij. Op de korte tot middellange termijn kunnen drinkwater en industriewater leveringsrestricties gaan voorkomen. Rainwater harvesting kan een (beperkte) waterreserve bieden en dit kan gelijk worden gecombineerd met opvang van regenwater bij piekbuien om wateroverlast te beperken. Deze maatregel is duurder en lastiger te implementeren bij de huidige regelgeving, vandaar dat deze maatregel pas op de lange termijn bij grote opwarming kansrijk wordt en daardoor later in het adaptatiepad staat.

PoA heeft beperkt invloed op de aanleg van groene daken, waterbergende daken en rainwater harvesting. Wel kan de PoA regelgeving introduceren of een subsidieregeling starten om de aanleg te stimuleren. Bijvoorbeeld kan PoA in nieuwe contracten voorschrijven om een bepaalde hoeveelheid waterberging aan te leggen of een bepaalde hoeveelheid vergroening om hittestress te beperken.

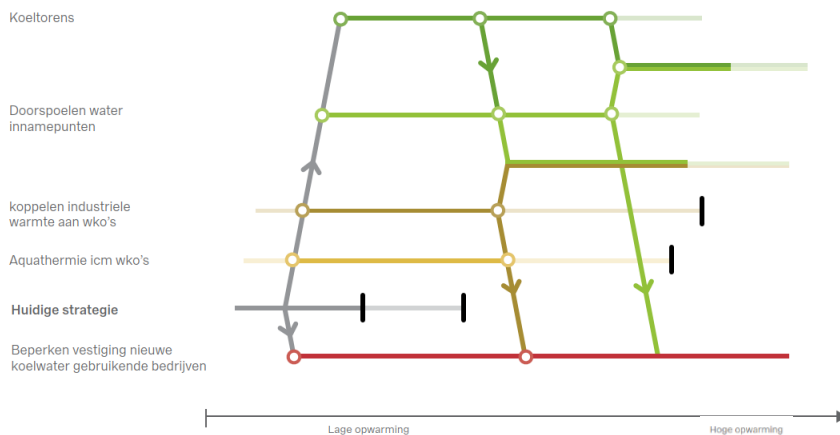
2.3.2 Beperken temperatuur koelwaterlozingen

Beperking van koelwaterlozingen voor de industrie is een toekomstig klimaatrisico. In de afgelopen jaren is het oppervlaktewater al eens opgewarmd tot 24 graden Celsius, net onder de grens waarbij er niet meer geloosd mag worden⁶. Het is onbekend in hoeverre het oppervlaktewater onder de verschillende scenario's verder gaat opwarmen, maar de verwachting is dat dit toeneemt door hogere buitentemperaturen. Ook kan de lozingsgrens worden bijgesteld naar een lagere temperatuur onder druk van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Bij een beperking in koelwaterlozingen zullen de industrie en bedrijven afhankelijk van koelwater productie moeten afschalen. Dit heeft o.a. effect op de energieproductie en afvalverbranding voor de regio Amsterdam. Wel wordt het probleem naar verwachting minder groot doordat tijdens droge en warme periodes de opwekking van duurzame energie toeneemt. De energieproductie in energiecentrales, zoals de Vattenfall centrale, wordt afgeschaald, waardoor de koelwatervraag minder groot wordt. De andere grote koelwatervrager AEB zal naar verwachting minder goed kunnen anticiperen op de toegenomen beschikbaarheid van duurzame energie, waardoor de koelwatervraag in de haven groot blijft.

Adaptatiepad beperken koelwaterlozingen

Zonder nieuwe regelgeving omtrent koelwaterlozingen (bijvoorbeeld als gevolg van de kaderrichtlijn water) kan de huidige strategie nog een aantal jaren worden voortgezet zonder dat er naar verwachting grote problemen ontstaan. Bij frequente verboden op koelwaterlozing kunnen op termijn klanten die afhankelijk zijn van koelwater wegtrekken naar de kust of naar het buitenland of wordt extra ruimte gevraagd om bijvoorbeeld koeltorens neer te zetten.

Verminderen koelwaterlozingen en 'haven als warmteleverancier'



Figuur 8: Adaptatiepad verminderen koelwaterlozingsbeperkingen

Aan het begin van het adaptatiepad (zie Figuur 7) staan mogelijkheden om de temperatuur van het oppervlaktewater of lozingswater te verlagen door het leveren van warmte aan warmtenetten. Het is mogelijk om warmte op te slaan in Warmte Koude Opslag (WKO) systemen, zodat het in de winter gebruikt kan worden. Amsterdam en omgeving hebben een geschikte ondergrond om WKO's aan te leggen. Op het haven terrein wordt waarschijnlijk meer warmte geproduceerd en de ondergrond kan meer warmte opslaan dan de warmtevraag van

⁶ Wel mag het water tot maximaal 28 graden worden opgewarmd als de toename onder de 3 graden Celsius blijft.

de stad Amsterdam (Roosjen et al, 2021). Het is mogelijk om warmte op te slaan in WKO's op twee manieren:

1. Terugwinnen van warmte uit het oppervlaktewater door aquathermie
Nadat koelwater is geloosd op het oppervlaktewatersysteem kan warmte worden teruggewonnen door middel van aquathermie en worden opgeslagen in WKO's. Bij aquathermie gaat het om het winnen van warmte met relatieve lage temperaturen voor een laag temperatuur warmtenet. Deze warmte kan niet over lange afstand getransporteerd worden. Dit betekent dat deze warmte alleen te gebruiken is in de stad Amsterdam. Bij toepassing van aquathermie gekoppeld aan een WKO is de temperatuur van het water 5 tot 10 graden Celsius lager dan de oorspronkelijke temperatuur. Afhankelijk van grootte van het warmtenet kan dit bijdragen aan een lagere temperatuur van het oppervlaktewater (Warming Up, 2021). Het programma Warming Up heeft geconcludeerd dat de kosten van de bron aquathermie, met de huidige subsidie instrumenten concurrerend zijn met die van andere duurzame warmtebronnen (Roosjen et al, 2021). Een mogelijkheid om meer warmte te gebruiken is om de temperatuur van het water te verhogen met een warmtepomp voor een midden temperatuur warmtenet, waardoor de warmte wel verder getransporteerd kan worden, naar bijvoorbeeld Haarlem.
2. Direct winnen van industriële warmte
Behalve het indirect terugwinnen van warmte kan industriële warmte ook direct worden gewonnen en worden opgeslagen in een WKO. Dit kan mogelijk direct worden aangesloten op het warmtenet van Amsterdam. Het gaat hier om hogere temperaturen die over langere afstanden getransporteerd kunnen worden om daar vervolgens te worden opgeslagen.

De gemeente Amsterdam en de koelwater gebruikende klanten van PoA hebben belang bij het blijven lozen van koelwater en bij een betrouwbare energievoorziening. De private organisatie Westpoort Warmte kan een rol spelen bij de implementatie. PoA kan aanjager zijn voor het gebruik van aquathermie, WKO's en het vergroten van het warmtenet, door onder andere partijen bij elkaar te brengen en de mogelijkheden actief te onderzoeken. Naast een effect op de koelwater temperatuur heeft het naar verwachting ook een positieve uitstraling op de haven van Amsterdam.



Figuur 9: Werking thermische energie uit oppervlaktewater (aquathermie) (Roosjen et al, 2021)

Het effect van aquathermie op de watertemperatuur zijn mogelijk niet voldoende om problemen te voorkomen, daarom dienen ook andere opties te worden onderzocht. Dit zijn bijvoorbeeld

het verlagen van de watertemperatuur bij koelwater innamepunten. Door het oppervlaktewater bij deze punten actief door te spoelen en te mengen, door bijvoorbeeld pompen neer te zetten, kan de watertemperatuur worden verlaagd. Hierdoor hoeft ofwel minder koelwater te worden ingenomen ofwel de watertemperatuur bij lozingen daalt. De effectiviteit van deze maatregel dient verder te worden onderzocht, maar in potentie kan deze zeer effectief zijn (Expert Deltares, 2023). Wel kunnen er mogelijke negatieve effecten zijn op de ecologie. Dit is aan te raden om te onderzoeken. PoA kan deze oplossing aandragen aan zijn klanten of zelf implementeren als dienst aan zijn klanten. Een andere, meer traditionele, optie is het neerzetten van koeltorens, waarbij het koelwater eerst wordt afgekoeld voordat het wordt geloosd. Dit is in potentie een effectieve oplossing, maar neemt wel veel ruimte in. Daarbij is deze oplossing op hete dagen minder effectief. PoA heeft voor het implementeren van koeltorens weinig mogelijkheid tot handelen en kan voornamelijk een rol spelen bij het ter beschikking stellen van ruimte. De voorgestelde opties kunnen worden gecombineerd, maar wanneer eerst maatregelen worden genomen, zoals het doorspoelen van water bij innamepunten en vervolgens een groot aquathermie netwerk wordt geïnstalleerd (om de energietransitie te versnellen), dan kunnen de eerdere investeringen niet nodig blijken. We raden daarom aan om de ontwikkelingen op het gebied van aquathermie goed te volgen.

Als de overheid en klanten geen maatregelen willen of kunnen nemen heeft PoA de mogelijkheid om selectief te zijn in het aantrekken van nieuwe klanten die koelwater gebruiken of contracten van grote koelwatergebruikers niet te verlengen.

3 Conclusies

PoA loopt risico door klimaatverandering, maar kan maatregelen nemen om het risico te beperken. Dit memo verdeelt de mogelijke maatregelen in no-regret maatregelen, korte tot middellange termijn maatregelen en middellange tot lange termijn maatregelen (afhankelijk van de mate van opwarming). No regret maatregelen zijn maatregelen die onder elk klimaatscenario effectief zijn, goedkoop en makkelijk combineerbaar.

	No-regret	Korte - Middellange termijn	Middellange – Lange termijn
Goede Kennispositie	<ul style="list-style-type: none"> Meedoen en leren van bestaande onderzoeksprogramma's Versterken watersysteemkennis Signalering- en monitoringssysteem 		
Bereikbaar vanuit zee	<ul style="list-style-type: none"> Optimalisatie sluisgebruik Onderzoek haalbaarheid kleinschalige systeemmaatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> Kleinschalige systeemmaatregelen, zoals bellscherm en verbeteren selectieve onttrekking Onderzoek effect grootschalige systeemmaatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> Grootschalige systeemmaatregelen, zoals compartimentering en zeewaartse haven
Bereikbaar achterland	<ul style="list-style-type: none"> Meedoen en leren van bestaande onderzoeksprogramma's In gesprek met RWS en Duitse waterbeheerders (samen met andere havens in Nederland) 	<ul style="list-style-type: none"> Anticiperen op laag water voorspellingen 	
Duurzaam en gezond haventerrein	<ul style="list-style-type: none"> Stresstest watersysteem haventerrein obv een klimaatbui van 60 mm Verken toename brandrisico met brandweer en veiligheidsregio 	<ul style="list-style-type: none"> Wadi's aanleggen (of stimuleren in contracten) op restoppervlakken, Bomen langs fietspaden en vergroenen parkeerplekken Bij nieuwbouw of renovatie aanleg van groene of waterbergende daken 	<ul style="list-style-type: none"> Bestaande bouw: Groene, waterbergende daken of reflecterende daken op bestaande bebouwing
Warmte leverancier	<ul style="list-style-type: none"> Onderzoek potentie aquathermie en WKO's in havengebied irt verlagen temperatuur koelwater 	<ul style="list-style-type: none"> Aquathermie 1cm WKO's Koppelen industriële warmte aan WKO's Doorspoelen water bij innamepunten Koeltorens 	

Figuur 10: Overzicht no-regret, korte-middellange termijn maatregelen en middellange tot lange termijn maatregelen. Bij snelle opwarming spelen de korte tot middellange termijn maatregelen van 2025-2050 en de middellange tot lange termijn maatregelen van 2050-2100. Bij lage opwarming zijn de korte tot middellange termijn maatregelen voor tussen 2050-2100 en de middellange tot lange termijn maatregelen tussen 2100 en verder.

Een goede kennisbasis is de fundering voor een klimaatbestendige haven. Het grootste aantal no-regret maatregelen valt onder kennismaatregelen (zie Figuur 9 en 10), zoals het leren van bestaande kennisprogramma's en het opzetten van een signalerings- en monitoringssysteem, maar ook verkennende onderzoeken naar de potentie van maatregelen. Voorbeelden van verkennend onderzoek is een studie naar de effectiviteit en haalbaarheid van kleinschalige systeemmaatregelen voor verbeterde bereikbaarheid uit zee en onderzoek naar de mogelijkheden van aquathermie om problemen met koelwaterlozingen te verminderen. De investering in kennismaatregelen is relatief beperkt (<700k Euro), maar kan er wel voor zorgen dat andere partijen beter rekening houden met de belangen van de haven. Ook helpt het PoA om tijdig en geen onnodige maatregelen te nemen. Dit draagt bij aan de verbetering van de concurrentiepositie en voorkomt het wegtrekken van klanten.

Een andere maatregelen die op korte termijn kan worden genomen om de *bereikbaarheid vanuit zee* te vergroten is optimalisatie van het sluisgebruik, zoals de invoering van tijdslot reserveringen tijdens (droge) zomers en het frequenter inzetten van de Noordersluis of Middensluis in plaats van de Zeesluis. Klanten waarderen duidelijkheid en dit kan bijvoorbeeld met tijdslot reserveringen worden verkregen. De verwachting is daarom dat het weinig negatief effect heeft op klanten en tegelijkertijd verzilting⁷ beperkt. De maatregel is ook relatief goedkoop. De kosten zijn vooral de extra communicatie naar klanten en tijdens inzet van deze maatregel extra capaciteit (FTE) voor onder andere de bediening van de sluis. Ter voorbereiding van deze maatregel dient wel getest te worden hoe het sluisgebruik het beste kan worden geoptimaliseerd.

Op de korte tot middellange termijn, afhankelijk van de mate van opwarming, komen kleinschalige systeemmaatregelen in beeld om de *bereikbaarheid van de haven vanuit zee* te garanderen. Dit zijn maatregelen die apart genomen kunnen worden, maar ook kunnen worden gecombineerd. Voorbeelden zijn het vergroten van de selectieve onttrekking, inzet van een bellenscherm en verondiepen van het IJ. Dit zijn maatregelen die verzilting verminderen en geen of een beperkt negatief effect hebben op de scheepvaart, maar wel duurder zijn dan de no-regret maatregelen (5-50 miljoen). Het is aan te raden om de mogelijkheden vroegtijdig te verkennen, omdat deze maatregelen een langere voorbereidingstijd vragen. Bij beter inzicht in de dimensionering, effectiviteit, kosten en baten kan een maatregel snel worden geïmplementeerd indien de omstandigheden er om vragen.

Ook op het haventerrein zijn op de korte tot middellange termijn maatregelen mogelijk om een *duurzaam en gezond haventerrein* te creëren en hiermee het imago van PoA te verbeteren en afwenteling van problemen te voorkomen. Dit gaat om het aanleggen van Wadi's op restoppervlakken, schaduw creëren langs fietspaden en vergroenen van parkeerplaatsen. Bij nieuwbouw of renovatie kan ook worden gedacht aan groene of waterbergende daken. De benodigde investeringen voor al deze maatregelen zijn relatief laag (1-10k per maatregel) en er zijn diverse baten zoals verminderen van hittestress, wateroverlast en verdroging. De haven kan klanten stimuleren om deze maatregelen te nemen door bijvoorbeeld een waterbergingsreis op te nemen in contracten.

Op de korte- tot middellange termijn zijn er verschillende mogelijkheden om beperkingen van koelwaterlozingen tegen te gaan en de haven in te zetten als *warmteleverancier*. Aquathermie kan hieraan bijdragen, maar deze maatregel heeft verlagen van de watertemperatuur niet als belangrijkste doel. Deze maatregel draagt wel bij aan een duurzaam imago van PoA. Doorspoelen van koelwaterinnamepunten en bouwen van koeltorens zijn maatregelen specifiek gericht op verminderen van de watertemperatuur, maar hebben geen bijkomende baten. De genoemde maatregelen zijn allemaal maatregelen waarbij de lead ligt bij andere partijen. PoA

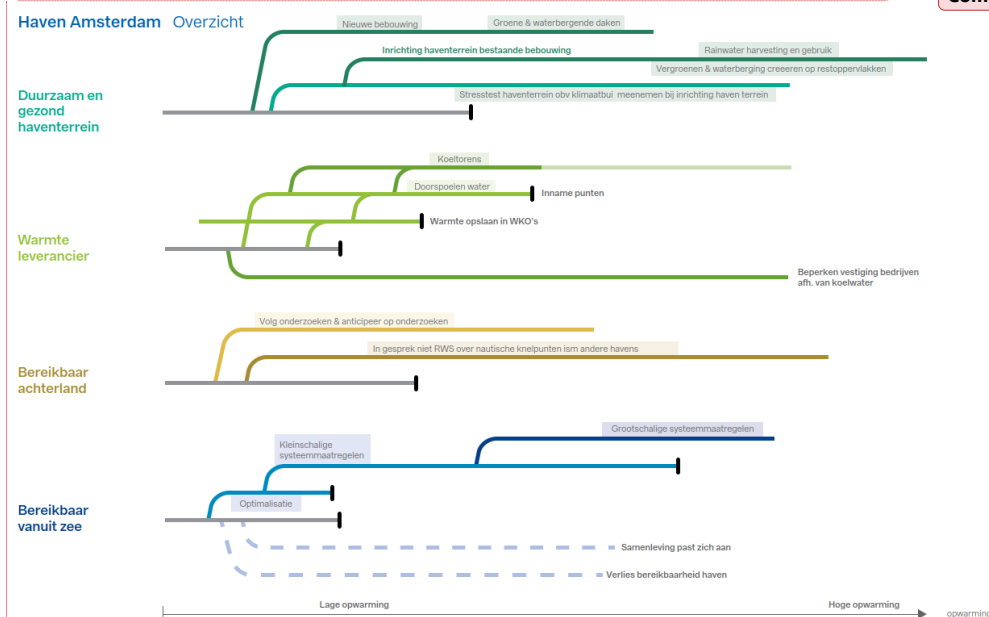
⁷ Bij elke schutting komen er ongeveer 300 vrachtwagens zout het Noordzeekanaal binnen

kan deze maatregelen stimuleren en faciliteren door partijen bij elkaar te brengen en eventueel risico's weg te nemen.

Afhankelijk van de mate van opwarming zijn op de middellange- tot lange termijn grootschaligere maatregelen nodig of een combinatie van een groot aantal kleinschalige maatregelen om een *goede bereikbaarheid vanuit zee* te garanderen. Dit zijn veelal dure maatregelen met een grote impact op de haven. Niet al deze maatregelen zijn goed combineerbaar met kleinschalige maatregelen, bijvoorbeeld een zeewaartse haven is niet goed te combineren met een verbeterde selectieve onttrekking. Bij het nemen van kleinschalige maatregelen is het daarom aan te raden om alvast vooruit te kijken naar de mogelijkheid voor grootschaligere maatregelen.

Ook kan op de middellange tot lange termijn extra maatregelen worden genomen om het *haventerrein duurzaam, gezond en klimaatbestendig* te maken, zoals het inzetten van rainwater harvesting. Dit draagt ook bij aan het verkleinen van problemen met beschikbaarheid van drinkwater en industriewater voor klanten van PoA. PoA kan al eerder met deze problemen te maken krijgen door beperkte capaciteit van drinkwaterbedrijven. Het is daarom aan te raden om apart onderzoek te doen naar de implicaties voor klanten en mogelijkheden tot efficiënter waterverbruik.

Commented [FS1]: In lijn met tekst



Figuur 11: Samenvatting van de adaptatiepaden voor PoA

Dit advies focust op de grootste risico's van klimaatverandering voor PoA geïdentificeerd in een eerder advies van Deltares. Nieuwe kennis en onderzoek en veranderend beleid kunnen risico's verkleinen of vergroten. Ook kunnen nieuwe oplossingsrichtingen in beeld komen. Klimaatadaptatie vergt het constant bijstellen en aanpassen van de strategie aan de hand van veranderende omstandigheden. Het verankeren van klimaatadaptatie in de organisatie is van

groot belang om dit te kunnen doen. Dit vraagt blijvende flexibiliteit en een lerend vermogen van de organisatie. Dit advies is hiervoor een eerste stap.

4 Literatuurlijst

[Climate Resilient Cities Toolbox](#), 2023.

Deltares, 2022. [Case studie Zuid-Holland: 'Analyse grootschalige wateroverlast'](#)

Deltares, 2023. Klimaatrisico's voor een klimaatadaptieve haven van Amsterdam (PPT)

Erasmus Universiteit, 2022. [Havenmonitor](#). Rotterdam

Haasnoot, M., Kwakkel, J., Walker, W., Ter Maat, J., 2013. Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world.

KNMI, 2023. [Gebruikersrapport KNMI'23 klimaatscenario's](#), De Bilt.

Naughten, K.A., Holland, P.R., De Rydt, J., 2023. Unavoidable future increase in West Antarctic ice-shelf melting over the twenty-first century. *Nature Climate Change* 13, 1222-1228.

Roosjen, R., Van der Brugge, R., de Fockert, A., Van der Veen, B., 2021. [Grootschalige aquathermie een realistische warmteoptie?](#) Casus Nijmegen

Signaalgroep Deltaprogramma, 2022. [Advies signaalgroep Deltaprogramma 2022](#)

Warming Up, 2021. [Temperatuureffecten koudelozingen](#)

Bijlagen

A Bijlage A: Kosten en effecten tabellen

In deze bijlage zijn de kosten en effecten tabellen die hebben bijgedragen aan het opstellen van het advies. De oplossingsrichtingen zijn in de tabellen gescoord op verschillende effecten en er is een kosteninschatting gemaakt. Ook is een inschatting gemaakt van de verantwoordelijken voor implementatie en de implementatietijd. De legenda zie je onder de tabel. De effecten zijn gescoord bij een lage opwarming en bij hoge opwarming. In vele gevallen is de score hetzelfde, maar in sommige gevallen is de strategie minder of juist meer effectief bij een laag of een hoog scenario.

Bereikbaarheid vanuit zee

Onderstaande tabel laat de oplossingsrichtingen voor verbeteren van de bereikbaarheid vanuit zee zien. In de tabel is goed te zien dat strategieën goed voor het havenbedrijf (bijvoorbeeld strategie B) niet per se goed hoeft te zijn voor de waterbeschikbaarheid in de rest van Nederland. Ook laat het zien dat vooral de grootschalige maatregelen mogelijk ook een negatief effect kunnen hebben op de concurrentiepositie van de haven.

Oplossingsrichtingen bereikbaarheid vanaf zee		A. Optimalisatie sluisgebruik		B. Hogere minimale afvoer tijdens droogte		C. Verbetering selectieve onttrekking		D. Inzet bellenscherm monding ARK	
Effecten tov niks doen		Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Effecten	Vermindering verzilting ARK	+	+	+++	++	++	+	++	+
	Vermindering wachttijd scheepvaart	-/+	-/+	+++	++	++	+	++	+
	Waterbeschikbaarheid Nederland	0	0	--	---	0	0	0	0
	Nautische veiligheid	0	0	0	0	0	0	-/0	-/0
	Biodiversiteit	0	0	+	+	0	0	-	-
	Concurrentiepositie haven	0	+	++	++	+	+	+	+
Kosten	Kosten (voor)onderzoek	0-100k		100-200k		50-150k		100-250k	
	Kosten implementatie	€ - 10-50k + 0.5fte?		€ / Aanpassing Irenes		€ €		€ € / 8.5-17 miljoen	
	Beheer en Onderhoudskosten	-		-		€		€ € / 0.4-0.9 miljoen	
Verantwoordelijken	Havenbedrijf	x				x			
	Rijkswaterstaat	x		x		x		x	
	Klanten havenbedrijf								
	Anderen			x					
Overig	Implementatietijd	1-2 jaar		2-10 jaar		monitoring werking t		1-2 jaar	

		E1. Compartimentering NZK		E2. Drempel en/of versmallen NZK bij monding ARK		E3. Verondiepen NZK		F. Dam met overslag		G. Zeewaartse haven		H. Functieverandering havenbedrijf	
Effecten tov niks doen		Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Effecten	Vermindering verzilting ARK	+++	++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	0	0
	Vermindering wachttijd scheepvaart	-/+	-/+	-/+	+	-/+	+	-/+	-/+	+++	+++	0	0
	Waterbeschikbaarheid Nederland	+	+	0	0	0	0	++	++	++	++	+	+
	Nautische veiligheid	0	0	-	-	-	-	0	0	-/0	-/0	0	0
	Biodiversiteit	-/+	-/+	0	0	0	0	--	--	0	0	0	0
	Concurrentiepositie haven	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	--	-/+	-/+	-/+	--	--
Kosten	Kosten (voor)onderzoek	200-400k (samen met E2 en E3)				200-400k		300-500k		100-200k			
	Kosten implementatie	€ € € €		€ €		€ €		€ € € €		€			
	Beheer en Onderhoudskosten	€ € €		€		€		-		-			
Verantwoordelijken	Havenbedrijf	x		x		x		x		x		x	
	Rijkswaterstaat	x		x		x		x		x			
	Klanten havenbedrijf									x		x	
	Anderen									x		x	
Overig	Implementatietijd	>20 jaar		>10 jaar		>10 jaar		>20 jaar		>40 jaar		>20 jaar	

Legenda bereikbaarheid vanaf zee	--	--	-	0	+	++	+++
	Grote toename aantal dagen chlorideconcentratie >150 mg/l	Middelgrote toename aantal dagen versilt >150 mg/l	Kleine toename aantal dagen met chlorideconcentratie >150 mg/l	Geen verandering	Kleine vermindering aantal dagen chlorideconc. >150 mg/l	Middelgrote vermindering aantal dagen chlorideconcentraties >150 mg/l	Grote vermindering/vrijwel geen dagen met chlorideconcentraties >150 mg/l
Vermindering versilt ARK							
	Grote toename wachttijd schepen in gemiddelde en droge jaren	Middelgrote toename wachttijd schepen in gemiddelde en droge jaren	Kleine toename wachttijd schepen in gemiddelde en droge jaren	Geen verandering	Kleine afname wachttijd schepen in gemiddelde en droge jaren	Middelgrote afname wachttijd schepen in gemiddelde en droge jaren	Grote afname wachttijd schepen in gemiddelde en droge jaren
Vermindering wachttijd scheepvaart							
	Grote verslechtering van de waterbeschikbaarheid in Nederland voor andere gebruiksfuncties (landbouw, natuur, drinkwater, etc)	Middelgrote verslechtering van de waterbeschikbaarheid in Nederland voor andere gebruiksfuncties (landbouw, natuur, drinkwater, etc)	Kleine verslechtering van de waterbeschikbaarheid in Nederland voor andere gebruiksfuncties (landbouw, natuur, drinkwater, etc)	Geen verandering	Kleine verbetering van de waterbeschikbaarheid in Nederland voor andere gebruiksfuncties (landbouw, natuur, drinkwater, etc)	Middelgrote verbetering van de waterbeschikbaarheid in Nederland voor andere gebruiksfuncties (landbouw, natuur, drinkwater, etc)	Grote verbetering van de waterbeschikbaarheid in Nederland voor andere gebruiksfuncties (landbouw, natuur, drinkwater, etc)
Waterbeschikbaarheid Nederland							
	Grote verslechtering nautische veiligheid	Middelgrote verslechtering nautische veiligheid	Kleine verslechtering nautische veiligheid	Geen verandering	Kleine verbetering van de nautische veiligheid	Middelgrote verbetering nautische veiligheid	Grote verbetering nautische veiligheid
Nautische veiligheid							
	Grote verslechtering biodiversiteit (vissen, e.d.)	Middelgrote verslechtering biodiversiteit (vissen, e.d.)	Kleine verslechtering biodiversiteit (vissen, e.d.)	Geen verandering	Kleine verbetering biodiversiteit (vissen, e.d.)	Middelgrote verbetering biodiversiteit (vissen, e.d.)	Grote verbetering biodiversiteit (vissen, e.d.)
Biodiversiteit							
	Grote verslechtering concurrentiepositie (o.a. betrouwbaarheid, bereikbaarheid)	Middelgrote verslechtering concurrentiepositie (o.a. betrouwbaarheid, bereikbaarheid)	Kleine verslechtering concurrentiepositie (o.a. betrouwbaarheid, bereikbaarheid)	Geen verandering	Kleine verbetering concurrentiepositie (o.a. betrouwbaarheid, bereikbaarheid)	Middelgrote verbetering concurrentiepositie (o.a. betrouwbaarheid, bereikbaarheid)	Grote verbetering concurrentiepositie (o.a. betrouwbaarheid, bereikbaarheid)
Concurrentiepositie haven							
	€	€ €	€ € €	€ € € €	€ € € € €		
Kosten implementatie	<200k	200k-20 miljoen	20-200 miljoen	200-800 miljoen	>800 miljoen		
Beheer en Onderhoudskosten	<100k	100k-1 miljoen	>1 miljoen				

Bereikbaarheid achterland

De haven heeft weinig mogelijkheden om actief de bereikbaarheid van de haven voor het achterland tijdens droogte te vergroten. Wel kan de haven een gesprekspartner zijn voor Rijkswaterstaat en samen optrekken met andere havens. Ook zijn er na de droogte van 2018 en 2022 veel onderzoeksinitiatieven om de mogelijkheden verder te verkennen. Het is aan te raden om hierbij aan te sluiten. Op de langere termijn kunnen oplossingsrichtingen als beter inspelen op droogteverwachtingen en gebruik maken van hubs en spokes tijdens droogte relevant worden.

Oplossingsrichtingen bereikbaarheid achterland		In gesprek met RWS over nautische knelpunten	Flexibiliteit inbouwen - Vervoer met andere modaliteiten	Vergroten opslag/voorraadcapaciteit	Beter inspelen op droogte verwachtingen	Gebruik maken van hubs and spokes tijdens droogte
Effecten tov niks doen						
Effecten	Vermindering vaarkosten (brandstof/personeel/uitstoot)	0/+	0	0	+	+
	Vermindering wachttijd scheepvaart	0/+	0	0	+	+
	Vermindering achtergebleven vracht	0/+	0	0	+	+
	Vermindering effecten industrie (Vertraagde toelevering)	0/+	+	0	+	+
	Nautische veiligheid	0/+	0	0	0	+
	Concurrentiepositie haven	0/+	+	+	+	+
Kosten			Aansluiten onderzoek Topsector logistiek		Aansluiten lopend TKI onderzoek	
	Kosten (voor)onderzoek	0		0		100-250k
	Kosten implementatie	0.1 fte	?	?	?	?
Verantwoordelijken	Havenbedrijf				x	
	Rijkswaterstaat	x			x	x
	Klanten havenbedrijf		x	x	x	x
	Anderen	x			x	
Overig	Implementatietijd	0-1 jaar	>10 jaar	1-2 jaar	>5 jaar	>10 jaar

Legenda bereikbaarheid achterland	-	0	+
	Toename vaarkosten, doordat er vaker wordt omgevaan, vaker wordt gevaren en minder energiezuinig wordt gevaren	Geen verandering	Vermindering van de vaarkosten, doordat er minder moet worden omgevaan, minder vaak wordt gevaren en zuiniger wordt gevaren
Vermindering vaarkosten		Geen verandering	(o.a. bij sluisen)
Vermindering wachttijd scheepvaart bij sluisen)		Geen verandering	
	Toename hoeveelheid vracht die achterblijft door lagere beladingsgraad door verminderde diepgang	Geen verandering	Vermindering hoeveelheid vracht die achterblijft door lagere beladingsgraad door verminderde diepgang
Vermindering achtergebleven vracht		Geen verandering	
	Toename schade aan industrie door vertraagde en duurdere toelevering goederen door later varen, omvaren en langer varen	Geen verandering	Vermindering schade aan industrie door vertraagde en duurdere toelevering goederen door later varen, omvaren en langer varen
Vermindering effecten industrie (Vertrivaren)		Geen verandering	
Nautische veiligheid	Vermindering van nautische veiligheid	Geen verandering	Toename van nautische veiligheid
	Vermindering van de concurrentiepositie van de haven van Amsterdam tov concurrerende havens (Rotterdam, Antwerpen, Hamburg)	Geen verandering	Toename van de concurrentiepositie van de haven van Amsterdam tov concurrerende havens (Rotterdam, Antwerpen, Hamburg)
Concurrentiepositie haven		Geen verandering	

Wateroverlast en hittestress

Om wateroverlast en hittestress op het haventerrein te verminderen zijn een groot aantal maatregelen nodig. Op basis van kosten en effectiviteit is een selectie gemaakt, deze staan hieronder in de tabel. Al deze maatregelen zijn kleinschalig en de meeste zijn op korte termijn toe te passen. Het aanleggen van Wadi's zijn relatief goedkoop (75 €/m2) en hebben een relatief groot effect op hittestress (0.08 graden Celsius per m2), verminderen wateroverlast (0.35 m3/m2 extra berging) en dragen ook bij aan fijnstofreductie, verminderen van droogteschade aan de vegetatie en vergroten biodiversiteit. Vandaar dat deze maatregel al relatief vroeg in het adaptatiepad staat. De aanleg van waterbergende en groene daken is iets duurder (120 €/m2) en ligt voornamelijk bij de klanten van de PoA. Wel kunnen ze zeer effectief zijn en daarbij ook het thermisch comfort in gebouwen verbeteren en de levensduur van daken. Regenwater opslag en hergebruik is duurder (€950 €/m2) en lastiger te implementeren. Wel is het zeer effectief en op de langere termijn kan dit ook helpen bij waterleverantie restricties voor de industrie bij droogte. Bomen langs fietspaden is ook een duurdere maatregel, maar wel zeer effectief in het verkrijgen van schaduw op plekken waar veel mensen komen. Onderzoek naar het mogelijk toenemen van brandrisico's bij hogere temperaturen in samenwerking met de brandweer is een no-regret maatregel.

Oplossingsrichtingen wateroverlast en hittestress		I. Ontwerp afvoercapaciteit o.b.v. klimaatbui van min. 60 mm		J. Aanleg waterbergende en groene daken		K. Regenwater opslag en hergebruik		L. Wadi's langs restoppervlakken		M. Bomen langs fietspaden		N. Vergroenen parkeerplekken		O. Onderzoek brandrisico's		
Effecten tov niks doen		Eenheid	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Effecten	Verminderen wateroverlast en schade	m3/m2 opsl+	++		0.01/0	0.01/+	1.5/+	1.5/++	0.35/+	0.35/++	0	0	0.1/0	0.1/+	0	
	Hittestessreductie (haven en stad Amsterdam)	graden C	0		0.02 per dak		0		0.08		0.01 en verbetering gevoelstemp.		+		0	
	Verbeteren thermisch comfort gebouwen	graden C	0		1-6.5		0		0		0		0		0	
	Verlengen levensduur assets	jaar	0		+20		0		0		-		0		0	
	Fijnstofreductie (PM10) en gezondheidswinst	kg/jaar/m2	0		0.012		0		0.013		0.105		+		0	
	Verminderen droogteschade vegetatie - Verm	Score	-	0		+		++		0		+		0		0
	Verminderen bodemdaling	Score	0		0		0		+		0/-		0		0	
	Vergroten biodiversiteit	Score	0		+		0		++		+		+		0	
	Verkleinen afhankelijkheid drinkwater	Score	0		0		+		0		0		0		0	
	Duurzaam imago haven van Amsterdam	Score	0		+		+		+		+		+		0	
Kosten	Kosten (voor)onderzoek	€	0-20k		0		50-100k		0-20k		0		afh. van combinatie		50-150k?	
	Kosten implementatie	€/m2	?		120		950		75		50-900 per boom		afh. van combinatie		0	
	Beheer en Onderhoudskosten	€/m2	0		6		18		0.75		15 per boom		afh. van combinatie		0	
	Havenbedrijf		x						x		x		x		x	
Verantwoordelijken	Waternet/AGV		x						x		x		x			
	Rijkswaterstaat															
	Klanten havenbedrijf				x		x						x		x	
	Andere															
Overleg	Implementatietijd	Jaar	1-2 jaar		1-5 jaar		>5 jaar		1-5 jaar		1-5 jaar		1-5 jaar		0-2 jaar	
	Levensduur	Jaar	nvt		30-50 jaar		afhank. van gekozen techniek		60 jaar		50-100 jaar		afh. van combinatie maatregelen			

Legenda wateroverlast en hitte	---	--	-	0	+	++	+++
Verminderen droogteschade vegetatie	Grote toename droogteschade vegetatie	Middelgrote toename droogteschade vegetatie	Kleine toename droogteschade vegetatie	Geen verandering	Kleine vermindering droogteschade vegetatie	Middelgrote vermindering droogteschade vegetatie	Grote vermindering droogteschade vegetatie
Verminderen bodemdaling	Grote toename bodemdaling op klei/veenbodems	Middelgrote toename bodemdaling op klei/veenbodems	Kleine toename bodemdaling op klei/veenbodems	Geen verandering	Kleine vermindering bodemdaling op klei/veenbodems	Middelgrote vermindering bodemdaling op klei/veenbodems	Grote vermindering bodemdaling op klei/veenbodems
Vergroten biodiversiteit	Grote afname biodiversiteit (aantal en diversiteit)	Middelgrote afname biodiversiteit (aantal en diversiteit)	Kleine afname biodiversiteit (aantal en diversiteit)	Geen verandering	Kleine toename biodiversiteit (aantal en diversiteit)	Middelgrote toename biodiversiteit (aantal en diversiteit)	Grote toename biodiversiteit (aantal en diversiteit)
Verkleinen afhankelijkheid drinkwater	Grote toename van drinkwatervraag drinkwaterbedrijven in havengebied	Middelgrote toename van drinkwatervraag drinkwaterbedrijven in havengebied	Kleine toename van drinkwatervraag drinkwaterbedrijven in havengebied	Geen verandering	Kleine afname van drinkwatervraag drinkwaterbedrijven in havengebied	Middelgrote afname van drinkwatervraag drinkwaterbedrijven in havengebied	Grote afname van drinkwatervraag drinkwaterbedrijven in havengebied
Duurzaam imago haven van Amsterdam	Grote verslechtering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Middelgrote verslechtering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Kleine verslechtering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Geen verandering	Kleine verbetering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Middelgrote verbetering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Grote verbetering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam

Beperkingen koelwaterlozingen

Hier zijn vier maatregelen onderscheiden die koelwaterlozingen beperken, waarvan de effectiviteit van de maatregelen gerelateerd aan WKO's nog onduidelijk zijn. Het is aan te raden om hier verder onderzoek naar te doen. Koeltorens is de meest conventionele maatregel. De implementatie en beheer en onderhoudskosten kunnen hiervan flink oplopen tot 2 miljoen euro. Deze kosten liggen bij de klanten. Het doorspoelen van water bij innamepunten is een goedkopere maatregel, maar de operationele kosten kunnen afhankelijk van de mate van gebruik wel toenemen.

Verminderen effect koelwaterlozingen			P. Doorspoelen water bij innamepunten		R1. Aquathermie icm WKO's		R2. Koppelen industriële warmte aan WKO		
Effecten tov niks doen			Eenheid		Q. Koeltorens				
Effecten	Verminderen (temperatuur) koelwaterlozing	Score	++	+++	+	+			
	Opwekken en opslaan duurzame energie	Score	0	0	++	++			
	Verkleinen afhankelijkheid oppervlaktewater	Score	0	0	0	+			
	Duurzaam imago haven van Amsterdam	Score	-/0	0	++	++			
Kosten	Kosten (voor)onderzoek	€	20-100k	?	50-150k	50-150k			
	Kosten implementatie	€	5k-100k	10k - 2 miljoen	?	?			
	Beheer en Onderhoudskosten	€/jaar	2-50k	2k-400k	?	?			
Verantwoordelijk en implementatie	Havenbedrijf		x	x	x	x			
	Waternet/AGV		x						
	Rijkswaterstaat		x		x	x			
	Provincies				x	x			
	Klanten havenbedrijf			x	x	x			
	Anderen					x	x		
Overig	Implementatietijd	Jaar	1-5 jaar	1-10 jaar	5-15 jaar	5-15 jaar			
	Levensduur	Jaar	20 jaar	+/- 20 jaar	?	?			
Legenda koelwater			---	--	-	0	+	++	+++
Verminderen (temperatuur) koelwater			Grote toename hoeveelheid en/of koelwaterlozingstemperatuur	Middelgrote toename hoeveelheid en/of koelwaterlozingstemperatuur	Kleine toename hoeveelheid en/of koelwaterlozingstemperatuur	Geen verandering	Kleine vermindering hoeveelheid en/of koelwaterlozingstemperatuur	Middelgrote vermindering hoeveelheid en/of koelwaterlozingstemperatuur	Grote vermindering hoeveelheid en/of koelwaterlozingstemperatuur
Opwekken en opslaan duurzame energie op het haventerrain			Grote afname in de hoeveelheid opgewekte duurzame energie op het haventerrain	Middelgrote afname in de hoeveelheid opgewekte duurzame energie op het haventerrain	Kleine afname in de hoeveelheid opgewekte duurzame energie op het haventerrain	Geen verandering	Kleine toename in de hoeveelheid opgewekte duurzame energie op het haventerrain	Middelgrote toename in de hoeveelheid opgewekte duurzame energie op het haventerrain	Grote toename in de hoeveelheid opgewekte duurzame energie op het haventerrain
Verkleinen afhankelijkheid oppervlaktewater (voor koeling)			Grote toename gebruik oppervlaktewater (voor koeling)	Middelgrote toename gebruik oppervlaktewater (voor koeling)	Kleine toename gebruik oppervlaktewater (voor koeling)	Geen verandering	Kleine vermindering gebruik oppervlaktewater (voor koeling)	Middelgrote vermindering gebruik oppervlaktewater (voor koeling)	Grote vermindering gebruik oppervlaktewater (voor koeling)
Duurzaam imago haven van Amsterdam			Grote verslechtering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Middelgrote verslechtering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Kleine verslechtering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Geen verandering	Kleine verbetering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Middelgrote verbetering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam	Grote verbetering van het duurzame imago van de haven van Amsterdam

B Bijlage B: Maatregel catalogus

A. Optimalisatie sluisgebruik om verzilting te beperken

Beschrijving	Hoe en hoe vaak er wordt gesluisd heeft een groot effect op de verzilting van het Noordzeekanaal. Het gebruik van het schutsluizen complex van IJmuiden kan zodanig worden geoptimaliseerd dat het de verzilting op het Noordzeekanaal en Amsterdam Rijnkanaal zo veel mogelijk beperkt. Dit kan bijvoorbeeld door tijdens (droge) zomers de Middensluis en/of Noordersluis vaker in te zetten, maar ook door te werken met tijdslots waarop ingeschreven kan worden. Een operationeel model kan bij de optimalisatie worden ingezet. Dit model kan bijvoorbeeld op basis van de verwachte scheepvaart en de verwachte verzilting een advies geeft over het optimaal gebruik van het sluisencomplex.
Baten	Uitstel van schutbeperkingen tijdens droge perioden
Implementatiekosten	100k-200k + structureel extra capaciteit
Implementatietijd	2-3 jaar

2

B. In gesprek met RWS over aanpassing van de waterverdeling tijdens droogte

Beschrijving	Rijkswaterstaat heeft afgesproken dat er tijdens droge jaren minstens 25 kuub/s richting het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal gaat. Vooral bij zeespiegelstijging lijkt dit te weinig om het Amsterdam-Rijnkanaal zoet te houden. Het havenbedrijf kan met RWS in gesprek gaan om tijdens droogte meer water richting het ARK en NZK te sturen. Voor RWS is dit echter een afweging die direct effect heeft op andere watervragers, omdat het zoet houden van onder andere de Lek ook veel water vraagt.
Baten	Verminderen verzilting ARK/NZK
Implementatietijd	+/- 6 jaar

3

C. In gesprek met RWS over verbeteren werking selectieve onttrekking – Verdiepen Velserkom



Beschrijving	De selectieve onttrekking is ontworpen om de hogere zoutlast door de Nieuwe Zeesluis te mitigeren. Dit betekent dat bij het ontwerp van de selectieve onttrekking geen rekening is gehouden met het gebruik van de Noordersluis en de zeesluis samen. De selectieve onttrekking wordt bij langzame stroming van het Noordzeekanaal effectiever, want in verhouding wordt er een hogere concentratie zout afgevoerd. Als de stroming echter zo langzaam is dat er praktisch niets kan worden afgevoerd/gespuild dan werkt de selectieve onttrekking niet meer. Om de selectieve onttrekking beter te laten functioneren kan de Velserkom worden verdiept (zoutvang). Hier kan meer zout water worden verzameld voor de selectieve onttrekking, waardoor het zout effectiever kan worden afgevoerd. Het principe werkt, alleen het ontwerp, dimensionering en neveneffecten zijn nog onbekend. De prestatieverbetering van deze ingreep is echter nog onbekend.
Baten	Mogelijk minder verzilting, waardoor er minder snel schutbeperkingen optreden. Onbekende: Effect zss sel. Onttrekking
Kosten (voor)onderzoek	Voordat dit een kansrijke maatregel wordt, dient de werking van de huidige selectieve onttrekking eerst te worden gemonitord.
Implementatietijd	Na monitoring werking selectieve onttrekking +/- 1-2 jaar

4

D. In gesprek met RWS over implementatie Bellenscherm/Bellenpluim



Beschrijving	Tijdens de droogte van 2020 is er een bellenscherm ingezet in de monding van het Amsterdam-Rijnkanaal. Het bellenscherm is een buis op de bodem van een kanaal waar lucht door wordt gepompt. Het bellenscherm mengt het zoute en zoete water waardoor de zouttong op de bodem van een kanaal minder ver kan komen, daarbij wordt het gemengde zoute water afgevoerd. In eerdere berichtgeving van RWS zou het bellenscherm op het ARK de verzilting met 40% tagengaan. Op het moment zijn er echter twijfels over de werking van het bellenscherm, dus definitieve conclusies kunnen nog niet worden getrokken. Het effect van het bellenscherm op verzilting is nog nooit goed onderzocht. De onderzoeken die er waren zijn altijd zeer ad hoc opgezet. Ook is het bellenscherm dat eerder is ingezet bij de Noordersluis niet goed ontworpen, waardoor ook daar geen conclusies kunnen worden verbonden aan de werking. Wanneer een bellenscherm werkt zou het een goede oplossing kunnen zijn om in te zetten tijdens droge periodes. De werking moet echter nog worden aangetoond. De haven zou kunnen lobbyen bij RWS voor een goed onderzoek naar de effectiviteit van een bellenscherm op het Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal. Onderzoek ARK bellenscherm loopt nog bij Waternet/RWS.
Baten	Mogelijk minder verzilting op het Amsterdam-Rijnkanaal tijdens droogtes. Mogelijk negatief effect voor trekvisser.
Aanlegkosten	8.5-17 miljoen euro (aanleg bellenscherm)
O&M kosten	0.4-1 miljoen
Implementatietijd	+/- 2-3 jaar

5

E1. Verkenning compartimentering Noordzeekanaal

Beschrijving	Bij compartimentering van het Noordzeekanaal wordt de zeevaart van de binnenvaart gescheiden door een extra sluiscomplex. Dit betekent dat het stuk Noordzeekanaal tussen de zeesluis IJmuiden en het nieuw te bouwen sluiscomplex kan verzilt. De zeevaart blijft op het verzilte stuk Noordzeekanaal en slaat daar zijn vracht over op binnenvaartschepen. Doordat alleen binnenvaartschepen door het nieuwe sluiscomplex varen hoeft het sluiscomplex minder groot en diep te worden gedimensioneerd. Hierdoor neemt de verzilting aan de monding van het ARK structureel af. Bij voorkeur wordt het sluiscomplex iets ten westen van de Coentunnel geplaatst. Door de grotere verzilting van het Noordzeekanaal treden er mogelijk wel problemen op bij de uitlaat bij Spaarndam en de aantakking van de Zaan. Hiervoor moeten additionele mitigerende maatregelen worden genomen. Om de kansrijke van deze optie te onderzoeken dient eerst het effect van deze optie op de verzilting worden onderzocht en dient de haven te onderzoeken wat het effect is op de havenactiviteiten.
Baten	Minder verzilting en daardoor minder tot geen schutbeperkingen
Onderzoekskosten	+/- 50k
Implementatietijd	>20 jaar

6

E2. Drempel en/of versmallen NZK bij monding ARK

Beschrijving	Om verzilting van het Amsterdam-Rijnkanaal kan een drempel op de bodem van het IJ worden opgeworpen. Hierdoor trekt het zout minder ver het ARK op. De effectiviteit van deze maatregel is sterk afhankelijk van de hoogte en breedte van de drempel. Een optimum zou moeten worden gezocht in de bereikbaarheid van de haven voor de binnenvaart en de vermindering van de verzilting op het ARK. Ook kan worden onderzocht of een tijdelijke versmalling van het kanaal net voor Diemen de zoutlast op het ARK kan beperken. Hiervoor zijn verkenningen uitgevoerd in het kader van een spoedadvies en er worden nu studies naar gedaan door RWS.
Baten	Minder schutbeperkingen
Implementatietijd	>10 jaar

7

E3. Verondiepen NZK vanaf het IJ tot ARK	
Beschrijving	Het Amsterdam-Rijnkanaal is ondieper en over het algemeen smaller dan het Noordzeekanaal. Hierdoor kan de zouttong minder snel optrekken op het ARK. De zeevaart komt vrijwel niet ten oosten van het IJ, daarom zou er voor gekozen worden om een stuk van het IJ te verondiepen, bijvoorbeeld tot 5 meter diepte. Hierdoor wordt er een barriere opgeworpen voor het zout en zal er minder zout het ARK instromen. Het verondiepen van het NZK vanaf het IJ tot aan de monding van het ARK is effectiever dan de aanleg van enkel een drempel. Het is echter onbekend hoe effectief deze maatregel precies is, dit zou verder moeten worden onderzocht.
Baten	Minder schutbeperkingen
Implementatietijd	>10 jaar

8

F. Verkenning binnenvaart en zeevaart gescheiden door dam of vergroot sluizencomplex	
Beschrijving	In deze oplossingsrichting wordt de zeevaart gescheiden van de binnenvaart. Een optie is om ergens in het havengebied een dam neer te leggen waarop de overslag plaatsvindt. Een andere mogelijkheid is dat overslag van vracht plaatsvindt in het sluizencomplex (vergroten/aanpassen) van IJmuiden. Hierbij ligt zowel de zeevaart als de binnenvaart afgemeerd in het complex. De afstand tussen de verschillende sluiskolken moet hierbij alleen niet te groot zijn. Dit past bij een strategie waarin Nederland rivieren gaat afsluiten van de zee.
Baten	Door deze scheiding van zeevaart en binnenvaart is het verziltingsprobleem opgelost.
Implementiekosten	Hoog

9

G. Zeewaartse (buitengaatse) locatie haven

Beschrijving	De havenactiviteiten van de haven van Amsterdam worden verplaatst naar de kust. Hierdoor hoeft alleen de binnenvaart nog door de sluis van IJmuiden, waardoor de verzilting naar verwachting beperkt blijft. Mogelijk kunnen er op lange termijn kansen ontstaan wanneer er industrieterreinen langs de kust vrijkomen. Een zeewaartse locatie wordt mogelijk kansrijker wanneer Nederland kiest voor een zeewaartse kustverdediging.
Baten	De haven wordt minder gevoelig voor schutbeperkingen, oftewel de impact van verzilting op de havenactiviteiten wordt minder groot.
Implementatiekosten	Hoog
Implementatietijd	50-100 jaar

10

Overig: In gesprek met RWS over peilverhoging Noordzeekanaal

Beschrijving	Hoe hoger het peil van het Noordzeekanaal hoe makkelijker zout kan worden weggespoeld. Ook is de inzet van pompen (om te kunnen afvoeren bij zeespiegelstijging) minder snel nodig bij een hoger kanaalpeil. De haven ligt ongeveer 0,8 m boven NAP, dus een kleine verhoging van het kanaalpeil is mogelijk. Wel liggen de Houthavens relatief laag, dus een peilverhoging van meer dan 30 cm lijkt niet realistisch. De effectiviteit van deze oplossing is nog niet bekend, hiervoor zou een verkennende studie kunnen worden gedaan.
Baten	Minder verzilting en schutbeperkingen en minder snel bouw van pompen
Onderzoek- en implementatiekosten	Onderzoek: +/- 50k
Implementatietijd	+/- 15 jaar

13

Overig: Onderzoek bijdrage schutbeperkingen aan zoutindringing

Beschrijving	Afgelopen jaren zijn er verschillende onderzoeken gedaan naar verzilting op het Noordzeekanaal. Dit waren echter steeds onderzoeken met bepaalde aannames, bijvoorbeeld verzilting bij gebruik van de Noordersluis of alleen bij toekomstige scheepvaartprognoses. Het is nog onduidelijk wat het gezamenlijke effect van verschillende maatregelen en externe omstandigheden op de verzilting is. Hiervoor kan een toolbox ontwikkeld worden om verschillende scenario's mee door te rekenen. Bijvoorbeeld, het effect van inzet van de Noordersluis en de Nieuwe Sluis incl selectieve onttrekking op de verzilting en vervolgens het effect van schutbeperkingen. Dit kan worden gedaan in samenwerking met RWS. Vanuit de RWS projecten Nette Kunstwerken, Kennisprogramma Zeespiegelstijging en Deltaprogramma Zoetwater is er ook interesse in een dergelijke toolbox.
Baten	Beter begrip van de systeemwerking en betere onderbouwing van maatregelen en minder kans op onnodige schutbeperkingen
Onderzoekskosten	+/- 100-150k

14

Overig: Zouttransport monitoring voor beter bediening sluis / Monitoring schutoperatie

Beschrijving	Hoeveel zouttransport er precies is door de sluis van IJmuiden is onbekend. Wel weten we dat het zouttransport sterk samenhangt met de deur open tijden van sluisen. Het meten van zout is lastig en daarvoor zouden nieuwe meettechnieken moeten worden ontwikkeld. Hiervoor is een onderzoeksprogramma nodig. Permanente monitoring van het zouttransport geeft belangrijke informatie voor de bediening van de sluis en vergroot de systeemkennis. (ZS → interventies)
Baten	Geen onnodige schutbeperkingen
Onderzoek- en implementatiekosten	1 miljoen euro (b.v. in samenwerking met universiteiten en rws)
Implementatietijd	5 jaar

15

H. In gesprek met RWS over oplossen nautische knelpunten

Beschrijving	Bij lagere afvoeren kunnen er nautische knelpunten ontstaan op de Waal en (Duitse) Rijn. Bekende knelpunten zijn de harde lagen bij Nijmegen, St. Andries en Kaub. Rijkswaterstaat is al bezig met het afvlakken van de drempel bij Nijmegen. Ook zijn er plannen om de drempel bij Kaub te verlagen (enige stuk in de Rijn met een diepte van 2.5 m). Rijkswaterstaat zou ook meer kunnen inzetten op pro-actief baggeren op basis van data over de vaarweg, waardoor er minder snel problemen ontstaan met ondieptes tijdens droogte. Het havenbedrijf van Amsterdam zou in gesprek kunnen gaan met Rijkswaterstaat over het oplossen van de nautische knelpunten.
Baten	Minder problemen tijdens droogte voor de binnenvaart in Nederland en Duitsland
Implementatietijd	

17

I. Anticiperen op laagwater in de planning

Beschrijving	Bij voorspellingen van laagwater kan het havenbedrijf alvast anticiperen op de droogte. Dit betekent bijvoorbeeld het charteren van extra schepen, alvast vooruit varen of opslagterrein vrijmaken. In het TKI project TRANS2 wordt bekeken hoe er beter gebruik kan worden gemaakt van droogte verwachtingen. Ook is er een project gestart waarbij wordt gekeken hoe een verlader op verwachtingen zou kunnen inspelen. Aan te raden is om actief deel te nemen aan dergelijke projecten in de Topsector Logistiek. Tijdens laag water zou er ook meer gebruik kunnen worden gemaakt van hubs and spokes, oftewel gebruik maken van verschillende schepen op een route waarbij vracht wordt overgeladen. Ook zouden bruggen en sluisen 24/7 kunnen worden bediend, waardoor er meer flexibiliteit en wachttijden worden verkleind. Hiervoor moet het havenbedrijf in gesprek gaan met Rijkswaterstaat.
Baten	Minder effect van laagwater op de havenactiviteiten
Onderzoek en implementatiekosten	
Implementatietijd	2-5 jaar

18

Overig: Vergroten opslagcapaciteit

Beschrijving	Om in te spelen op droge jaren waarbij niet alle vracht kan worden vervoerd kan de opslagcapaciteit voor onder andere bulk vracht worden vergroot. Hierdoor wordt het eenvoudiger om op een later tijdstip alsnog de vracht te vervoeren. Dit is een maatregel die het havenbedrijf kan faciliteren door ruimte te reserveren of vrij te geven.
Baten	Bij voldoende opslagcapaciteit tijdens droogte wordt er mogelijk ook minder snel uitgeweken naar andere havens.
Implementatiekosten	? Kosten terrein, waarschijnlijk relatief groot
Implementatietijd	+/- 2-5 jaar

19

Overig: Voorbereiden/Flexibiliseren inzet andere modaliteiten

Beschrijving	Voor veel ladingen is het lastig om over te schakelen op andere modaliteiten. Dit geldt vooral voor het vervoer van bulkgoederen. Snel overschakelen op treinvervoer is door het drukke spoornet meestal niet mogelijk en dit soort goederen zijn lastig te vervoeren met wegtransport. In de toekomst wordt dit probleem mogelijk wel kleiner, doordat o.a. het vervoer van kolen een kleiner deel uit gaat maken van de vervoerde vracht. Ook kan worden nagedacht of naast vervoer over weg en spoor, meer vervoer via pijpleidingen een mogelijkheid is. Dit geldt dan voornamelijk voor transport van waterstof. Op het Topsector Logistiek festival staat dit onderwerp hoog op de agenda. De verwachting is dat op de korte termijn een project wordt geformuleerd op dit thema. Het havenbedrijf Amsterdam zou hier bij aan kunnen sluiten.
Baten	Verkleinen van de gevoeligheid van de haven voor lage afvoeren.
Onderzoek- en investeringskosten	?
Implementatietijd	8-15 jaar

20

Overig: Gebruik van hubs en spokes tijdens droogte

Beschrijving	Vaak belemmeren een aantal ondieptes in de rivier de binnenvaart tijdens droogte. Door te werken met hubs en spokes, waarbij lading wordt overgeladen op kleinere of ondiepere schepen om verder te kunnen varen, kan dit probleem worden verminderd. Dit vraagt wel om een andere organisatie van de binnenvaart transport. De PoA zou deze mogelijk ontwikkeling kunnen volgen en actief beïnvloeden.
Baten	Verkleinen van de gevoeligheid van de haven voor lage afvoeren.
Onderzoek- en investeringskosten	?
Implementatietijd	?

21

Overig: Accepteer verminderde bereikbaarheid

Beschrijving	De haven kan verminderde bereikbaarheid van het achterland tijdens droogte accepteren. Belangrijke concurrenten van havenbedrijf Amsterdam, zoals de haven van Rotterdam en de haven Antwerpen hebben in vergelijking met de haven van Amsterdam meer last van de verminderde bereikbaarheid. Dit komt doordat een relatief groter deel van de vracht uit deze havens naar Duitsland wordt vervoerd.

22

J. Stresstest afvoer obv klimaatbui

Beschrijving	Het haventerrein voert neerslag zo snel mogelijk afnaar het omliggende oppervlaktewater. Hierbij wordt probleemgestuurd gewerkt. Ontstaat er ergens een probleem, dan wordt dit opgelost, door onder andere grotere hemelwaterafvoercapaciteit te creëren. De meeste steden en bedrijventerreinen stresstesten de hemelwaterafvoer op basis van een klimaatbui van 60 mm in een uur. Dit zijn piekbuien die in de toekomst bij sterke klimaatverandering steeds vaker kunnen voorkomen, naar verwachting eens in de 10 tot eens in de 20 jaar. Het havenbedrijf ontwerpt de hemelwaterafvoer op basis van de grootte van de buizen die in de ondergrond passen en niet op basis van toekomstige piekbuien. Wanneer ook bergingscapaciteit wordt meegenomen kunnen mogelijk ook minder grote afvoercapaciteiten nodig zijn. Het is aan te raden om impact te testen van een klimaatbui op het haventerrein, omdat bij hevige regenval schade aan bedrijven en problemen met de waterstand op het Noordzeekanaal kunnen ontstaan.
Baten	• Bij vervanging van de hemelwaterafvoer en inrichten van het haventerrein rekening houden met afvoercapaciteit van een klimaatbui.
Onderzoekskosten	+/- 50k euro

Deltares

24

I. Groene daken




Beschrijving	'Groene daken' is een verzamelbegrip voor beloopbare beplante daken en beplante hellende daken, en omvat o.a. mos/sedumdaken en gras/kruidendaken. Groene daken bufferen regenwater tot op zekere hoogte. Ze zijn niet geschikt om extreme neerslag te bufferen omdat ze dan verzadigd raken. Het dak zelf, de onderliggende ruimtes, en de omgeving blijven koeler.
Levensduur	30-50 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none"> • Verlengen levensduur dak met +/- 20 jaar • Verbeteren thermisch comfort gebouwen 6.5 graden Celsius niet geïsoleerde gebouwen en <1 graad Celsius geïsoleerde gebouwen • Koelende werking (met name intensieve groene daken) in potentie 4 graden Celsius (bij bedekking alle daken), Hittestressreductie 0.02 graden Celsius per groen dak • Habitat voor biodiversiteit • Vermindering gezondheidskosten door verwijdering van fijn stof (euro/jaar): 0.0012 • Fijnstof reductie (PM10) (kg/jaar): 0.012 • Hittestressreductie: 0.02 graden Celsius
Opslagcapaciteit m3/m2	0.01
Aanlegkosten [€/m2]	120
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	6
Implementatietijd	<1 jaar

Deltares

Bron: CRC toolbox, HvA

25

J. Wadi




Beschrijving	Een wadi is een beplante greppel met een doorlatende bodem en eronder een in geotextiel ingepakte grindkoffer met een infiltratie- en drainagebuis. Deze is daarmee geschikt voor berging, infiltratie en afvoer van regenwater terwijl ze tevens een bijdrage levert aan de vergroting van de biodiversiteit en de leefkwaliteit.
Levensduur	60 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none"> Verminderen wateroverlast en waterschade Vergroten biodiversiteit Verminderen droogteschade aan vegetatie Minder bodemdaling in het geval van veen/klei bodems Hittestressreductie: 0.08 graden Celsius Vermindering gezondheidskosten door verwijdering van fijn stof (euro/jaar): 0.0007 Fijnstof reductie (PM10) (kg/jaar): 0.013
Opslagcapaciteit [m3/m2]	0.35
Hittestressreductie [°C]	0.08
Aanlegkosten [€/m2]	75
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	0.75
Implementatietijd	<1 jaar

Deltares Bron: [CRC toolbox](#)

26

K. Regenwater opslag en hergebruik



Beschrijving	Regenwateropvang is het verzamelen en opslaan van regenwater voor hergebruik ter plaatse. Dit wordt meestal gedaan door het opvangen van afvoerwater van daken van gebouwen, maar kan ook door de opvang en het verzamelen van regenwater op andere plekken in een gebied (b.v. de straat), of van water uit systemen, zoals airconditioning. Opslag kan op verschillende manieren worden gedaan, zowel ondergronds als bovengronds. Afhankelijk van de bron en de behandeling kan het water ter plaatse worden hergebruikt. In de industrie kan het worden gebruikt als proceswater of voor (kleinschalige) koeling, op het niveau van huishoudens voor het doorspoelen van toiletten en de schoonmaak. Ook kan het worden gebruikt voor irrigatie.
Levensduur	Sterk afhankelijk van de techniek
Baten	<ul style="list-style-type: none"> Verkleinen (drink)watergebruik haventerrein, waardoor minder gevoelig voor mogelijke drinkwaterrestricties en meer potentiële ruimte voor drinkwatergebruikende industrie Verminderen wateroverlast en schade (beperkt)
Opslagcapaciteit [m3/m2]	afhankelijk van gekozen grootte, maar uitgangspunt is 1.5 m3/m2
Aanlegkosten [€/m2]	950
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	17.75
Implementatietijd	Technisch 1 jaar, mogelijk langer door aanvraag vergunningen

Deltares Bron: [CRC toolbox](#)

27

L. Schaduwrijke bomen	
	
Beschrijving	Het planten van bomen in straten, op pleinen en parkeerplaatsen heeft door de schaduwwerking en evapotranspiratie een verkoelend effect. Boven druk bereden wegen zijn gesloten bladerdaken niet voordelig aangezien dan de uitstoot van de voertuigen onder het bladerdak kan blijven hangen. De boomsoorten zullen zo gekozen moeten worden dat ze aangepast zijn aan de plaatselijke vochthuishouding.
Levensduur	Afhankelijk van de boomsoort 50-100 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Hittestressreductie: 0.01 graden Celsius (bij voldoende bodemvocht)• Vermindering gezondheidskosten door verwijdering van fijn stof (euro/jaar): 0.0055• Fijnstof reductie (PM10) (kg/jaar): 0.105• Draagt bij aan biodiversiteit
Opslagcapaciteit (m3/m2)	0.05
Aanlegkosten (€/m2)	11.50
Onderhoudskosten (€/jaar/m2)	0.005
Implementatietijd	<3 jaar, maar volledige baten pas na bereiken van volwassen leeftijd
Deltares Bron: CRC toolbox	

28

M. Onderzoek brandrisico's	
Beschrijving	Hogere en langdurige warme dagen in de zomer kunnen mogelijk leiden tot een hoger brandrisico. Een voorbeeld is de opslag van circulaire ladingsstromen waarbij mogelijk eerder branden kunnen ontstaan bij hoge temperaturen. Samen met de brandweer kan dit risico worden besproken en in kaart worden gebracht.
Baten	Signalering van een mogelijk toekomstig vaker voorkomend probleem, zodat er tijdig maatregelen bij klanten kunnen worden genomen.
Externe kosten	20k
Implementatietijd	1 jaar
Deltares	

29

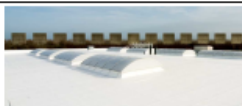
Overig: Onderzoek effect hittestress havengebied

Beschrijving	Het is nog onduidelijk in hoeverre de bedrijfsvoering van het havenbedrijf kan worden geraakt door hittestress. Om de grootte van het risico beter te kunnen inschatten wordt er een onderzoek uitgevoerd in de haven naar hittestress. Vragen die daarbij centraal kunnen staan zijn: <ul style="list-style-type: none"> • Welke werknemers in de haven kunnen last krijgen van hittestress? • Welke maatregelen worden er nu al genomen tijdens hete dagen? • Ontstaan er operationele problemen door hittestress of maatregelen die nu al worden genomen? • In welke mate neemt de kans op branden toe tijdens hete dagen? • Wat is de impact van hitte op de technische levensduur van de assets in de haven?
Baten	• Betere duiding effect hittestress op de haven, waardoor gerichtere maatregelen kunnen worden geïmplementeerd of onderbouwd kan worden gekozen niks te doen (Kleiner risico op over- of onderinvesteringen)
Externe Onderzoekskosten	30-60k
Implementatietijd	Half jaar

Deltares

30

Overig: Koelen met reflectieve, lichte kleuren, albedo



Beschrijving	Het verhogen van de reflectiefactor (albedo) van een oppervlak kan de temperatuur van het oppervlak en daarmee zijn warmtestraling verlagen. Het verhogen van de albedo is een goede maatregel voor horizontale oppervlakken zoals daken. Witte daken warmen minder op dan traditionele daken. Een hogere albedo heeft ook voordelen op straat, omdat het zorgt voor een lagere oppervlaktetemperatuur
Levensduur	25-50 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none"> • Door het gebruik van lichte bestrating daalt de luchttemperatuur tussen de en 1.9 °C Het gebruik van lichte gevels geeft een verlaging van de luchttemperatuur tussen de 0.1 en 0.7 °C
Aanlegkosten [€/m2]	€ 12 en maximaal € 15 per m2
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	€ 2,30 per m2 per jaar
Implementatietijd	1-2 jaar

Deltares

Bron: [Kluck et al. 2020; Urbangreenbluegrids kennisbank](#)

31

Overig: Operationeel hitteplan - Tijdelijke noodmaatregelen

Beschrijving	Een operationeel hitteplan zorgt ervoor dat het havenbedrijf en zijn klanten goed zijn voorbereid op extreme hitte. Bij een grote kans op hitte kan het plan in werking treden, waarna er tijdelijke noodmaatregelen worden genomen. Bijvoorbeeld het beperken van werktijden voor werknemers die buiten werken, inlassen van extra pauzes of extra controle van brandgevaarlijke lading. Een dergelijk plan kan samen worden ontwikkeld met de klanten van de haven of de haven kan klanten vragen om een operationeel plan te ontwikkelen. Het plan moet geregeld worden geactualiseerd (b.v. eens in de 5 jaar) aan de hand van de laatste ontwikkelingen.
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Kleinere kans op gezondheidsschade medewerkers door extreme hitte• Eerdere signalering van problemen door hitte
Externe kosten	40-100k?
Implementatietijd	2 jaar

Deltares

32

Accepteren hittestress



Beschrijving	Onderdeel van deze strategie is het accepteren van hittestress door het havenbedrijf. Oftewel er worden niet actief maatregelen genomen. Mogelijke maatregelen om hittestress te beperken worden overgelaten aan de klanten van het havenbedrijf.
Levensduur	-
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Beperkt kosten voor havenbedrijf, geen risico op overinvestering
Aanlegkosten	-

Deltares

33

Overig: Operationeel wateroverlastplan - Tijdelijke noodmaatregelen

Beschrijving	Een operationeel wateroverlastplan zorgt ervoor dat het havenbedrijf en zijn klanten goed zijn voorbereid op extreme regenval en wateroverlast. Bij een grote kans op extreme regenval kan het plan in werking treden, waarna er tijdelijke noodmaatregelen worden genomen. Bijvoorbeeld het afsluiten van ingangen van loodsen en het openen van stuwen. Een dergelijk plan kan samen worden ontwikkeld met de klanten van de haven of de haven kan klanten vragen om een operationeel plan te ontwikkelen. Het plan moet geregeld worden geactualiseerd (b.v. eens in de 5 jaar) aan de hand van de laatste ontwikkelingen.
Baten	• Minder schade door wateroverlast door het nemen van tijdige mitigerende maatregelen
Externe Kosten	50-100k?
Implementatietijd	2 jaar

Deltares

35

Overig: Opnemen waterbergings-eis in contracten



Beschrijving	In 2021 heeft de gemeente Amsterdam een hemelwaterverordening vastgesteld. Deze verordening regelt een verplichting voor nieuwe gebouwen en bestaande gebouwen die ingrijpend worden gerenoveerd om per m3 minimaal 60 liter hemelwater te bergen en dit hemelwater over de opvolgende 60 uur af te voeren. Voor bestaande gebouwen geldt deze eis niet. Het havenbedrijf heeft veelal te maken met langlopende contracten en zou de eis van de gemeente kunnen opleggen bij nieuwe contracten om wateroverlast in de toekomst te beperken.
Baten	• Vermindering kans op wateroverlast en waterschade
Externe Kosten	10-20k?
Implementatietijd	2 jaar

Deltares

36

Overig: Aanpassing (bestaande) gebou




Beschrijving	Wateroverlastbestendig maken van bestaande en nieuwe gebouwen, door bijvoorbeeld de ingang van loodsen te verhogen en het vloerpeil te verhogen, een waterbestendige constructiewijze, waterbestendige installaties en geheel afsluitbare gebouwen neer te zetten.
Levensduur	Gelijk of hoger dan levensduur conventioneel bouwen
Baten	<ul style="list-style-type: none">Minder schade aan gebouwen door wateroverlast
Aanlegkosten	Sterk afhankelijk van de gekozen oplossing
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	Idem
Implementatietijd	5-10 jaar

Deltares

37

Overig: Infiltratieveld of greppels



Beschrijving	Door naast verharde oppervlakken greppels of velden aan te brengen die het afvloeiende hemelwater tijdelijk op kunnen slaan, kan op een eenvoudige wijze het water van schone verharde oppervlakken zoals daken en fietspaden worden geïnfiltreerd. Naast de hoeveelheid neerslag die gebufferd dient te worden, is de doorlaatbaarheid van de bodem voor de dimensionering van belang. Bij hevige regen kan overtollig water mogelijk worden afgevoerd via een overloopbuis naar de sloot.
Levensduur	?
Baten	<ul style="list-style-type: none">Minder wateroverlast en waterschade aan gebouwen en wegenMinder droogteschade aan vegetatieMinder bodemdaling in het geval van veen/klei bodems
Opslagcapaciteit [m3/m2]	0.8
Hittestressreductie [°C]	0.01
Aanlegkosten [€/m2]	60
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	0.5
Implementatietijd	<1 jaar

Deltares

Bron: C&C toolbox

38

Overig: Infiltratiekratten



Beschrijving	Infiltratiekratten bufferen het regenwater ondergronds en maken dubbel grondgebruik mogelijk. Ze hebben hierdoor in het algemeen een grotere opslagcapaciteit dan bovengrondse infiltratievoorzieningen. Er kan dus meer regenwater tijdelijk gebufferd worden en vertraagd afgestaan worden aan het grondwater. De extra infiltratie leidt tot minder droogteschade en bodemdaling.
Levensduur	50 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none"> Minder wateroverlast en waterschade aan gebouwen en wegen Minder droogteschade aan vegetatie Minder bodemdaling in het geval van veen/klei bodems
Opslagcapaciteit [m ³ /m ²]	0.4
Aanlegkosten [€/m ²]	475
Onderhoudskosten [€/jaar/m ²]	5.3
Implementatietijd	Bij aanleg/vervanging gebouwen of wegen

Deltares

Bron: CRC toolbox

39

Overig: Ondergrondse bergingskelders




Beschrijving	Een infiltratiekelder is een grote put waarin een kelder met waterdoorlatende wanden wordt gebouwd. Ondergrondse bergingskelders zijn ontworpen om overtollige neerslagafvoer uit rioolsystemen te bergen. Dit gebeurt met name als de neerslag afvoer groter is dan de afvoercapaciteit van het rioolstelsel.
Levensduur	50 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none"> Minder wateroverlast en waterschade aan gebouwen en wegen Minder droogteschade aan vegetatie Minder bodemdaling in het geval van veen/klei bodems
Opslagcapaciteit [m ³ /m ²]	Afhankelijk van gekozen grootte, maar uitgangspunt is 1.5 m ³ /m ²
Aanlegkosten [€/m ²]	445
Onderhoudskosten [€/jaar/m ²]	7.25
Implementatietijd	Bij aanleg/vervanging bebouwing

Deltares

Bron: CRC toolbox

40

Overig: Aanleg holle wegen




Beschrijving	Holle wegen laten water op de weg toe in plaats van in een goot en kunnen daardoor veel meer water bergen en afvoeren dan goten. Het afschot/verval is vaak minder een belemmering dan bij goten voor het overbruggen van afstanden groter dan 50 meter doordat er iets meer met het wegpeil kan worden gevarieerd.
Levensduur	20 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none">Minder wateroverlast en waterschade aan bebouwingMinder verkeer door water op straat
Opslagcapaciteit [m3/m2]	0.1
Aanlegkosten [€/m2]	30
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	2.25
Implementatietijd	1-2 jaar

Deltares

Bron: [CRC toolbox](#)

Overig: Waterdoorlatende verharding



Beschrijving	Waterdoorlatende verhardingen bestaan uit poreus materiaal waar water doorheen kan gaan; water passerende verhardingen bevatten of creëren open gedeelten waar het water langs kan infiltreren. Deze verhardingsmaterialen hebben diverse voordelen: het regenwater kan in de bodem wegzakken, het grondwater aanvullen en het riool wordt ontlast. Geschikte materialen zijn bijvoorbeeld: graskieken, grasbetontegels, houtspaanders, schelpen of grind. Deze verharding is niet geschikt op plekken met veel zwaar verkeer.
Levensduur	30 jaar
Baten	<ul style="list-style-type: none">Gemiddelde infiltratiecapaciteit is 580mm/uur, waardoor wateroverlast en waterschade kan worden verminderd.Vermindering droogtestress vegetatie
Opslagcapaciteit [m3/m2]	0.1
Aanlegkosten [€/m2]	100
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	0.42
Implementatietijd	< 1 jaar

Deltares

Bron: [CRC toolbox](#)

Overig: Oppervlaktewaterafvoer



Beschrijving	De primaire functie van oppervlakteafvoer is het verzamelen en transporteren van afvoerwater naar inlaten, afvoerleidingen voor stormriolen en kanalen. Deze constructies omvatten straatgoten, opvangbekkens en stoeprandinlaten. Afhankelijk van de uitvoering kunnen ze ook opslag- en infiltratiecapaciteit bieden.
Levensduur	20-40 jaar
Baten	• Minder wateroverlast en waterschade aan gebouwen en wegen, ook geschikt voor extreme neerslag
Opslagcapaciteit [m3/m2]	0.75
Aanlegkosten [€/m2]	6000
Onderhoudskosten [€/jaar/m2]	60
Implementatietijd	1-2 jaar

Bron: [CRC toolbox](#)

Deltares

43

Overig: Accepteren wateroverlast



Beschrijving	Onderdeel van deze strategie is het accepteren van wateroverlast en mogelijk bijbehorende schade door het havenbedrijf. Oftewel er worden niet actief maatregelen genomen. Mogelijke maatregelen om wateroverlast te beperken worden overgelaten aan de klanten van het havenbedrijf.
Levensduur	-
Baten	• Beperkt kosten voor havenbedrijf, geen risico op overinvestering
Aanlegkosten	-

Deltares

44

Overig: Onderzoek effect wateroverlast havengebied

Beschrijving	Het is nog onduidelijk wat de schade van wateroverlast aan bedrijven kan zijn. Om de grootte van het risico beter te kunnen inschatten wordt er een onderzoek uitgevoerd in de haven naar wateroverlast. De aanname was eerder dat bij 20 cm water op straat schade kan ontstaan. Of dit daadwerkelijk de drempelwaarde is voor veel bedrijven en hoe groot de schade is dan is wordt verder uitgezocht. Bijbehorende vragen zijn: <ul style="list-style-type: none">• Bij welke bedrijven ontstaan er problemen met wateroverlast bij minder dan 20 cm water op straat? En hoe groot is de schade dan?• Hoe groot zijn de problemen bij bedrijven wanneer er meer dan 20 cm op straat staat? Hoe groot is de schade en wordt er vitale infrastructuur geraakt?
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Betere duiding effect wateroverlast op de haven, waardoor gerichtere maatregelen kunnen worden geïmplementeerd of onderbouwd kan worden gekozen niks te doen (Kleiner risico op over- of onderinvesteringen)
Externe Onderzoekskosten	40-90k
Implementatietijd	Half jaar

Deltares

45

O: Koppelen industriële warmte aan WKO's

Beschrijving	Industriële warmte ook direct worden gewonnen en worden opgeslagen in een WKO. Dit kan mogelijk direct worden aangesloten op het warmtenet van Amsterdam. Het gaat hier om hogere temperaturen die over langere afstanden getransporteerd kunnen worden om daar vervolgens te worden opgeslagen. De haven van Amsterdam kan de koelwatergebruikende industrie stimuleren om warmte terug te winnen voor gebruik bij industriële processen in de haven of zorgen voor aansluiting op het warmtenet. Dit kan door informatievoorziening, gezamenlijke subsidietrajecten of contractuele eisen. Bij vestiging van nieuwe koelwatergebruikende industrie, zoals een nieuwe waterstof elektrolyzer, kan het aanleveren van warmte aan het warmtenet bijvoorbeeld contractueel worden afgedwongen. Hiervoor kan samengewerkt worden met Westpoort warmte.
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Duurzaam imago Haven: "De haven als duurzame energieleverancier aan Amsterdam"• Vermindering risico koelwaterlozingsbeperkingen
Implementatietijd	5-10 jaar

Deltares

47

P: Aquathermie icm WKO's

Beschrijving	Nadat koelwater is geloofd op het oppervlaktewaterstelsel kan warmte worden teruggewonnen door middel van aquathermie en worden opgeslagen in WKO's. Bij aquathermie gaat het om het winnen van warmte met relatieve lage temperaturen voor een laag temperatuur warmtenet. Deze warmte kan niet over lange afstand getransporteerd worden. Dit betekent dat deze warmte alleen te gebruiken is in de stad Amsterdam. Bij toepassing van aquathermie gekoppeld aan een WKO is de temperatuur van het water 5 tot 10 graden Celsius lager dan de oorspronkelijke temperatuur. Afhankelijk van grootte van het warmtenet kan dit bijdragen aan een lagere temperatuur van het oppervlaktewater (Warming Up, 2021). Het programma Warming Up heeft geconcludeerd dat de kosten van de bron aquathermie, met de huidige subsidie instrumenten concurrerend zijn met die van andere duurzame warmtebronnen (Rooijen et al, 2021). Een mogelijkheid om meer warmte te gebruiken is om de temperatuur van het water te verhogen met een warmtepomp voor een midden temperatuur warmtenet, waardoor de warmte wel verder getransporteerd kan worden, naar bijvoorbeeld Haarlem. De haven van Amsterdam kan de koelwatergebruikende industrie stimuleren om aquathermie in te zetten. Dit kan door informatievoorziening, gezamenlijke subsidietrajecten of contractuele eisen. Bij vestiging van nieuwe koelwatergebruikende industrie, zoals een nieuwe waterstof elektrolyzer, kan het aanleveren van warmte aan het warmtenet bijvoorbeeld contractueel worden afgedwongen. Hiervoor kan samengewerkt worden met Westpoort warmte.
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Duurzaam imago Haven: 'De haven als duurzame energieleverancier aan Amsterdam'• Vermindering risico koelwaterlozingbeperkingen
Implementatietijd	5-10 jaar

Deltares

48

Q: Doorspoelen water bij innamepunten voor koeling

Beschrijving	De industrie heeft water nodig om industriële processen te koelen. Hoe kouder het water is, hoe meer er mee kan worden gekoeld. Door het water bij innamepunten voor koelwater door te spoelen, wordt de temperatuur van het koelwater verlaagd, zodat de koelpotentie groter is. Dit zorgt ook voor lagere temperatuur van lozingswater. Wat precies de mogelijkheden zijn en hoeveel er moet worden doorspoeld dient te worden uitgezocht. Ook moet deze maatregel met het waterschap en/of Rijkswaterstaat worden afgestemd. PoA zou deze maatregel kunnen stimuleren of zelf als faciliterende maatregel kunnen inzetten.
Baten	<ul style="list-style-type: none">• Minder koelwaterlozingsproblemen voor de industrie afhankelijk van koelwater, waardoor geen/minder productiestops.
Externe Onderzoekskosten	+/- 25-50k euro
Implementatietijd	2-3 jaar

Deltares

49

R: Koeltorens

Beschrijving	Een koeltoren dient om warmte van de industrie af te voeren. In de toren geeft koelwater warmte af aan de omgevingslucht. Dit zorgt voor extra verdamping van water en koeling. Dit is een betrouwbare manier om koelwater terug te koelen en zorgt niet voor hogere temperaturen van het oppervlaktewater. Dit is een effectieve manier om problemen met koelwaterlozingen te voorkomen. Deze maatregelen moet genomen worden door klanten van PoA. PoA zelf heeft hier beperkt invloed op. Wel kan PoA ruimte vrijgeven om koeltorens te kunnen bouwen.
Baten	Minder koelwaterlozingsproblemen voor de industrie afhankelijk van koelwater, waardoor geen/minder productiestops.
Implementatietijd	1-2 jaar

Deltorens

50

Rekensheet ontwerp afvoercapaciteit

Voor een tweetal locaties in het havengebied zijn voorbeeldberekeningen gemaakt om het effect van extreme regengebeurtenissen op de waterstanden in de haven en op het Noordzeekanaal te bepalen. Hiervoor zijn een aantal aannames gedaan die aangepast kunnen worden in de sheet, zoals de ruwheid van de leidingen (0,003) en het percentage oppervlak dat afvoert via de leidingen. Wanneer al het water vanuit het haventerrein direct wordt afgewenteld op het Noordzeekanaal dan zijn de benodigde buisdiameters zeer groot (>1.5 meter) en stijgen de waterstanden snel.

Met deze sheet kan worden berekend wat extra berging bijdraagt aan de waterstanden en benodigde afvoercapaciteit. De terreinbeheerders kunnen deze rekensheet als inspiratie gebruiken en daarin expertkennis toevoegen. Dit kan helpen om beter voorbereid te zijn op extreme regengebeurtenissen.



Neerslag	60	U/ha	zie tabblad omrekenen om omreken van mm/h naar U/ha															
Aangesloten oppervlak	90	%	Aangesloten oppervlak 90 %															
Kan worden aangepast																		

C Bijlage C: Verslag werksessies

Resultaten werksessies klimaatbestendige Haven van Amsterdam



Aanleiding

De Haven van Amsterdam (vanaf hier: Haven) heeft in de afgelopen jaren overlast gehad van de gevolgen van extreem weer. Een groot risico voor de bedrijfsvoering van de haven is een beperking van het aantal schuttingen bij droogte. De urgentie is hoog om werk te maken van klimaatadaptatie. De haven van Amsterdam schakelt Deltares in voor advies. Deltares heeft in een eerder stadium verkend welke risico's door klimaatverandering de hoogste prioriteit hebben en hoeveel invloed de Haven zelf kan uitoefenen bij het voorkomen van de risico's.

Doel

In het vervolgproject, waar deze notitie over gaat, ligt de focus op het bepalen van geschikte maatregelen. TAUW heeft in opdracht van Deltares twee werksessies georganiseerd over de vijf grootste risico's, met als doel om antwoord te krijgen op de volgende vragen:

- Worden de risico's herkend in de organisatie?
- Welke oplossingsmaatregelen zijn geschikt?
- Welke stappen zijn nodig om met de maatregelen aan de slag te gaan?

Opbouw

In deze notitie staan de resultaten van de werksessies beschreven, ingedeeld per risico. In de praktijk staan de risico's niet op zichzelf. Het realiseren van een wadi om wateroverlast tegen te gaan heeft ook een positief effect op het risico op hittestress, bijvoorbeeld.

Werksessie 1 – beheerorganisatie

- Risico's op wateroverlast op het haven terrein
- Risico's op hittestress op het haven terrein
- Risico's op beperkingen koelwaterlozingen in het havengebied

Werksessie 2 – team bereikbaarheid

- Risico's voor de bereikbaarheid van de haven vanaf zee
- Risico's voor de bereikbaarheid van de haven vanuit het achterland

1.1 Werksessie 1

Risico's op wateroverlast, hittestress, beperkingen koelwaterlozingen. Met de beheerorganisatie, terreinbeheerders en projectleiders aanleg openbare ruimte.

1.1.1 Wateroverlast

Herkenning risico in de praktijk

Regenwaterafvoer hoort bij de kerntaken van de terreinbeheerders. De haven heeft de luxe dat er altijd oppervlaktewater in de buurt is om overtollig water snel af te voeren. Een extreme klimaatbui heeft zich in de haven tot dusver nog niet voorgedaan. Dit maakt dat wateroverlast niet als een groot probleem wordt gezien. De beheerders gaan op een reactieve manier om

met wateroverlast: is er ergens sprake van overlast, dan worden maatregelen getroffen om herhaling te voorkomen.

De knelpunten die door de gemeente Amsterdam en Waternet op kaart zijn geïdentificeerd worden herkend door de deelnemers. Ze geven aan dat alle knelpunten inmiddels zijn opgelost en dat het kaartmateriaal gedateerd is. De brondata over maaiveldhoogtes is een momentopname ergens in de periode tussen 2014 en 2019. Er zijn drie aandachtslocaties voor wateroverlast:

- Spoor langs de Radarweg, hier blijft water staan na regen. Deze locatie is niet in beheer van de Haven.
- Bushaltes aan de Westpoortweg ter hoogte van PPG zijn gevoelig voor wateroverlast.
- Fietspaden in de haven zijn beperkt voorzien van kolken. Daardoor blijft er tot 2 dagen water op de fietspaden staan. In de winter is dit een probleem vanwege bevriezing. Dit probleem is niet zozeer een gevolg van klimaatverandering.

Er is op dit moment geen berekening van het watersysteem (oppervlaktewater en riolering) en de impact die een zware klimaatbui heeft. Deze behoefte is er wel. Op dit moment werken de terreinbeheerders op basis van inzicht en ervaring. Oplossingsmaatregelen worden zo groot mogelijk berekend zodat het *“in ieder geval genoeg is”*.

Geschikte oplossingsrichtingen

In de maatregelencatalogus van Deltares zijn allerlei maatregelen tegen wateroverlast opgenomen. De deelnemers geven aan verschillende maatregelen toe te passen die aan de volgende criteria voldoen:

- De maatregel neemt zo min mogelijk fysieke ruimte in beslag.
- De maatregel voert water af. Het vasthouden van water is door beperkte ruimte en hoge grondwaterstand niet geschikt.

Voorbeelden van maatregelen die getroffen worden:

- Verhoogd aanleggen van loading docks.
- Vergroten van duikers om de afvoercapaciteit te vergroten.
- Verkleinen van verhard oppervlak door parkeren op maaiveld te verbieden en toe te werken naar intensief parkeren op een parkeerdek.
- Realisatie van 2000 m² aan infiltratiekragen onder de Koopman Car Terminal.
- Gebruik van ‘restoppervlakken’ om extra water in te bergen.
- Overlast op eigen terrein overlaten aan de huurders. Het grootste deel van de percelen zijn via erfpacht uitgegeven voor een lange periode (50 jaar).

Vervolgstappen

Het lozen van overtollig regenwater in de havenbekkens werkt goed tegen wateroverlast, maar werkt droogte in de hand. De hemelwaterverordening van de gemeente Amsterdam schrijft voor dat de eerste 60mm van elke regenbui wordt vastgehouden op de plek waar het valt. Dit voorkomt pieken in het afvoersysteem, en het vasthouden van water zorgt ervoor dat je het op een later moment kunt inzetten wanneer het droog is. Op dit moment voldoet de nieuwbouw in de haven niet aan de norm van de verordening. De vraag is of deze manier van werken wenselijk is voor de toekomst. Zie ook: verminderen impact verzilting op het Amsterdam Rijnkanaal.

1.1.2 **Hittestress** Herkenning risico in de praktijk

Veel gebieden in de haven hebben te maken met hoge temperaturen. Zelfs gebieden die op kaarten als koel worden aangeduid, zijn in de praktijk vaak warmer. Hitte wordt daarmee als probleem herkend. Het oppervlaktewater in de haven heeft echter een verkoelend effect, wat de situatie enigszins verzacht in vergelijking met gebieden met dichtere bebouwing zonder nabij oppervlaktewater.

De Haven ziet hittestress vooral als uitdaging voor huurders. Hittestress treedt veelal op binnen gebouwen of op terreinen van huurders. Deze terreinen zijn voor langere periode (20-30 jaar) uitgegeven aan huurders. Het is daarom aan hen om initiatief te nemen. Een voorbeeld hiervan is dat gebruikers hun gedrag al enigszins aanpassen door op warme dagen eerder te beginnen en eerder te stoppen met werken. In de openbare ruimte is de opgave kleiner, aangezien de infrastructuur in de haven voornamelijk gericht is op auto's. Dit ontmoedigt buitenactiviteit en vermindert de urgentie om het gebied te vergroenen en te verkoelen. De uitzondering is de Minervahaven, waar slechts 20% van het verkeer met de auto plaatsvindt.

Toch ziet de Haven een aantal belangrijke uitdagingen. De fietspaden die er zijn, moeten voorzien zijn van voldoende schaduw. Daarom plant de Haven nu al bomen langs fietspaden. Verder verhoogt de toename van de temperatuur het risico op brand op het haventerrein.

Geschikte oplossingsrichtingen

In de maatregelencatalogus van Deltares zijn verschillende maatregelen tegen hittestress opgenomen. De belangrijkste maatregel die in de sessie benoemd is, is het planten van bomen in straten, parkeerplaatsen en de openbare ruimte. Andere manieren om het terrein te vergroenen worden ook gezien als een geschikte manier om hittestress tegen te gaan.

Een belangrijke maatregel die *niet* geschikt is, is de aanleg van grasbetontegels. Door het zware verkeer is de kans op schade te groot om deze maatregel succesvol toe te passen.

Vervolgstappen

Er zijn een meerdere geschikte vervolgstappen:

- Opheffen van parkeerplekken en de vrijgekomen ruimte vervangen met groen. Dit creëert meer ruimte voor wandelen en verhoogt de kwaliteit van de leefomgeving.
- Parkeren op grote schaal moet voorkomen worden. Bij parkeerplaatsen die ruimte bieden voor meer dan 50 auto's aansturen op ondergronds parkeren. De vrijgekomen parkeerplekken bieden ruimte aan bomen en andere vergroening.
- Aangaan van een gesprek met de veiligheidsregio over het toenemende risico op brand op het haventerrein.

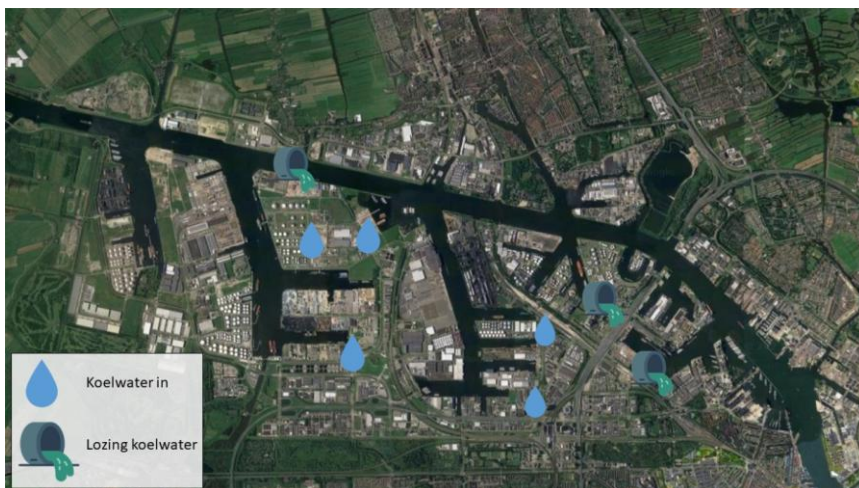
1.1.3 Beperkingen koelwaterlozingen

Herkenning risico in de praktijk

Koelwater wordt geloosd op oppervlaktewater. Het koelwater mag het oppervlaktewater met maximaal 3 °C laten stijgen tot een maximumtemperatuur van 28 °C. Tijdens de afgelopen zomers heeft dit enkele keren tot problemen geleid. Mogelijk wordt de maximumtemperatuur die het oppervlaktewater mag bereiken door toedoen van koelwater beperkt tot 25 °C. Aangezien het oppervlaktewater de afgelopen zomers al tot temperaturen opliep van 23-24 °C kan dit tot grote problemen leiden bij het lozen. Het figuur hieronder geeft aan waar koelwater geloosd wordt en waar innamepunten voor koelwater zijn.

Ook in dit geval is dit voornamelijk een probleem voor bedrijven op het haventerrein en niet zozeer voor de Haven zelf. Het zijn namelijk de bedrijven zelf die de problemen ondervinden. Ook mag koelwater niet in havenbekkens geloosd worden. Toch is het in het belang van de

Haven om oplossingsrichtingen te zoeken. Wanneer bedrijven geen koelwater meer kunnen lozen zet dit de aantrekkelijkheid van de haven als vestigingslocatie sterk onder druk. Het Afval Energie Bedrijf (AEB) in Amsterdam is een belangrijke actor om dit probleem op te pakken, maar heeft nog weinig concrete plannen.



Geschikte oplossingsrichtingen

In de maatregelencoatalogus van Deltares zijn verschillende maatregelen opgenomen om beperkingen in het lozen van koelwater te voorkomen. Een oplossingsrichting is het terugwinnen van energie uit water of direct gebruik van de warmte van koelwater voor bijvoorbeeld stadsverwarming.

Vervolgstappen

De vervolgstappen zijn vooral gericht op het terugwinnen van energie uit koelwater. De volgende vervolgstappen zijn mogelijk:

- Uitvoeren van een onderzoek naar de mogelijkheid of een nieuw datacentrum warmte kan leveren voor aquathermie.
- Inventariseren welke bedrijven warmte kunnen leveren aan het warmtenet.
- Datacenters verplichten om warmte niet 'weg te gooien', maar te hergebruiken.
- In gesprek met AEB om verdere oplossingsrichtingen te inventariseren.

1.2 Werksessie 2

Risico's voor bereikbaarheid vanaf zee en vanuit het achterland vanaf het water. Met het team bereikbaarheid

1.2.1 Beperkingen in bereikbaarheid vanaf zee

Herkenning risico in de praktijk

Dit is een urgent risico. Als gevolg van lage rivierafvoeren door droogte zijn in de zomer van 2022 beperkingen opgelegd aan het schutten. Dit heeft effect gehad op de bereikbaarheid en bedrijfsvoering van de haven. In het verkennende onderzoek heeft Deltares mogelijke maatregelen geïdentificeerd.

Geschikte oplossingsrichtingen en vervolgstappen

Zeewaarts bewegen van de haven

Deze maatregel is groot, complex en ingrijpend. Dit zou betekenen dat de haven buiten de gemeente Amsterdam komt te liggen. De benodigde financiering en planvormingstijd is groot en het maakt de gedane investeringen in het nieuwe sluisencomplex tot een desinvestering. De haalbaarheid van deze maatregel is laag.

Diversifiëren havenactiviteiten

Het diversifiëren van de havenactiviteiten gaat tegen het primaire doel van de Haven als zeehaven. In de praktijk zien we wel een verschuiving van type vrachten. Als gevolg van de energietransitie verwachten we in de toekomst minder bulkschepen met kolen, en meer schepen met vloeibare vracht (zoals LNG). Er wordt op dit moment onderzoek gedaan naar de vrachtoontwikkeling.

Optimaliseren sluisgebruik

Dit is een kansrijke maatregel waar al (noodgedwongen) mee is geëxperimenteerd. In de standaard situatie vindt het schutten vraaggestuurd plaats. Tijdens droogte wordt er geanticipeerd geschut. Het schutten van meerdere schepen tegelijk, of het werken met timeslots vallen onder regie van de haven. Er is onderzoek nodig naar het effect van het veranderen van het sluisregime op de klanten (vanuit de marktpositie) en op het effect op de zoutinlaat. Klanten geven aan liever te werken met geanticipeerd schutten en zo een beetje overlast te ervaren, dan dat ze het risico lopen op plotselinge beperkingen in het schutregime wat ingrijpender is voor de vervoerders. Uit eerder onderzoek blijkt dat klanten een vertraging van maximaal 2 uur accepteren.

Scheiden van binnenvaart en zeevaart via overslag of een sluisencomplex. Besproken samen met maatregel *Compartimenteren Noorzeekanaal*

Vroeger was deze scheiding er in de vorm van de Zeeburgersluis. Het weghalen van deze sluis leidt tot meer verzilting in de richting van het Amsterdam Rijnkanaal. In de praktijk zien we de tegenovergestelde van compartimenteren gebeuren. Er wordt juist gewerkt aan het verbreden van bottlenecks in de watergangen om de bevaarbaarheid te vergroten. Zoals de beoogde verbreding van de watergang bij de Velserspoortunnel.

Verbeteren selectieve onttrekking

Voordat er uitspraken worden gedaan over verbetermogelijkheden moet de selectieve onttrekking eerst uitgebreid worden gemonitord. Om te laten zien wat het effect is, en om aan te tonen of aanvullende maatregelen nodig zijn. Deze monitoring loopt. Deze maatregel is nu vanuit het perspectief van beeldvorming in ieder geval niet handig, omdat de selectieve onttrekking na een lang proces van zo'n 20 jaar nu is gerealiseerd.

Peilverhoging in het Noordzeekanaal

Het verhogen van het waterpeil lijkt geen geschikte oplossing, hogere waterstanden leiden tot andere problemen. Zoals bij de nieuwbouw aan de houthavens, waar de afstand tussen de kozijnen van de woningen en het waterpeil erg klein zijn.

Verminderen impact van verzilting op het Amsterdam Rijnkanaal

Een manier om de impact van verzilting op het Amsterdam Rijnkanaal te verminderen is door beter en vaker te kunnen spoelen met zoetwater. Dit zoetwater moet wel beschikbaar zijn. Een manier de beschikbaarheid van zoetwater te verhogen is het creëren van waterberging. Een potentiële locatie hiervoor is de polder ten oosten van Velsen-Noord. Op deze locatie kan 11 miljoen kuub water opgeslagen worden. De vraag is hoeveel water hiervan gebruikt kan worden om te spoelen. Mede hierom is het belangrijk om op meerdere locaties zoetwater zo veel mogelijk te bergen in plaats van af te voeren. Dit betekent mogelijk ook dat de Haven hier rekening mee moet houden bij het verwerken van hevige regenbuien (*zie paragraaf 1.1.1*)

Bellenscherm

Een bellenscherm kan goed werken. Om het goed te laten werken is een enorme hoeveelheid energie nodig (ordegrootte: een eigen energiecentrale). Doordat er op verschillende plekken is geëxperimenteerd met bellenschermen in varianten die minder goed werkten is de beeldvorming bij deze maatregel negatief.

Onderzoeken effecten schutbeperking op zoutindringing

Dit onderzoek is al gaande als onderdeel van het monitoringsprogramma van de nieuwe Zeesluis.

Onderzoek aanpassen waterverdeling in perioden van droogte

Op dit moment worden er gesprekken gevoerd met Rijkswaterstaat over een aangepaste waterverdeling in perioden van droogte. Deze gesprekken richten zich momenteel voornamelijk op oplossingen op de korte termijn. De uitdaging voor de Haven is om zelf met oplossingen voor de lange termijn te komen en deze voor te leggen aan Rijkswaterstaat. Deze notitie kan daar een goed startpunt voor zijn.

Accepteren van verzilting

Accepteren van verminderde bereikbaarheid en communicatie met klanten

Deze maatregel is de huidige praktijksituatie. Naar aanleiding van de schutbeperkingen in 2022 door de droogte zijn draaiboeken opgesteld, met daarin afspraken, protocollen en communicatie naar klanten.

1.2.2 Beperkingen in bereikbaarheid vanuit het achterland

Herkenning risico in de praktijk

Dit is een urgent risico. Als gevolg van lage rivierafvoeren door droogte zijn in de zomer van 2022 beperkingen opgelegd aan het schutten. Dit heeft effect gehad op de bereikbaarheid en bedrijfsvoering van de haven. Samenwerking met RWS is hierin belangrijk en intensief, als vaarwegbeheerder in het achterland. In het verkennende onderzoek heeft Deltares mogelijke maatregelen geïdentificeerd.

Geschikte oplossingsrichtingen en vervolgstappen

Vergroten opslag/voorraadcapaciteit

Dit is aan de klanten van de haven zelf. Zij leggen afhankelijk van risico's meer of minder voorraad aan. In de overgangsperiode van Brexit waren de voorraden maximaal, om verstoringen in de transportketen op te kunnen vangen. Ditzelfde zullen de bedrijven ook doen in droge periodes.

Flexibiliteit inbouwen voor meer vervoer met andere modaliteiten tijdens droogte

Dit is aan de klanten van de haven zelf. De haven faciliteert de emplacementen zodat er overslag op trein of vrachtwagen plaats kan vinden. Een trein heeft ongeveer de helft van de capaciteit van een vrachtschip. Vrachtwagens hebben eigenlijk te weinig schaal. Er zijn er gigantisch veel van nodig om een schip te kunnen vervangen.

In gesprek met Rijkswaterstaat over nautische knelpunten

Wat de indringing van zout kan voorkomen is het aanleggen van een barrière ter hoogte van de Coentunnel, na de Mercuriushaven. De zeevaart ondervindt er op deze locatie geen nadelen van. Maar de belangen zijn groot en veelvuldig. Dit is een lange termijn maatregel. Een eerste stap is te onderzoeken of deze maatregel mogelijk is, welke gevolgen dit meebrengt en welke kosten hieraan verbonden zijn.

Een 'eenvoudiger' manier van het realiseren van een barrière is het verontdiepen van de haven aan de oostzijde van -10m naar -6m. Dit is voor de diepgang van schepen geen probleem. Rijkswaterstaat kijkt naar het versmallen van het Amsterdam Rijnkanaal. Vanuit de bevaarbaarheid is dit onwenselijk, want dat betekent dat delen van het kanaal eenrichtingsverkeer worden.

In gesprek met Rijkswaterstaat en Duitse waterbeheerders over verdeling water

De Haven heeft regelmatig overleg met Rijkswaterstaat over de aanvoer van water en wanneer het zoutgehalte in het water boven de norm van 3500 komt wordt het overleg geïntensiveerd. Rijkswaterstaat probeert in perioden van droogte om zoveel mogelijk water richting de Haven te brengen om verzilting te voorkomen.

Voorbereiden van de haven op stremmingen binnenvaart (laagwaterplanning)

Dit is een kansrijke maatregel waar al (noodgedwongen) mee is geëxperimenteerd. Zie *optimaliseren sluisgebruik* in paragraaf 1.2.1.

Accepteren verminderde bereikbaarheid inclusief tijdige communicatie klanten

Deze maatregel is de huidige praktijksituatie. Naar aanleiding van de schutbeperkingen in 2022 door de droogte zijn draaiboeken opgesteld, met daarin afspraken, protocollen en communicatie naar klanten.

1.3 Maatregelen op de kaart

De maatregelen die in de werksessies zijn besproken hebben we indicatief op de kaart weergegeven. We maken daarbij onderscheid tussen het achterland, het havengebied zelf en de verbinding met de Noordzee.

