



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RWS BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Effecten Klimaatverandering op Nautische Veiligheid

Kwalitatieve verkenning van effecten klimaatverandering op nautische veiligheid op de Nederlandse binnenwateren en Noordzee

Datum	18 december 2020
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving
Informatie	
Telefoon	
Fax	
Uitgevoerd door	Arcadis, Cor Beenhakker, Berend Feldbrugge
Opmaak	
Datum	18 december 2020
Status	Definitief
Versienummer	A

Disclaimer:

Rijkswaterstaat wil risicogestuurd werken en richt zich daarbij op het benoemen van veiligheidsrisico's en het nemen van beheersmaatregelen. De kwalitatieve verkenning van effecten klimaatverandering op nautische veiligheid op de Nederlandse binnenwateren en Noordzee is met dit oogmerk uitgevoerd.

De methode die hierbij gehanteerd wordt, richt zich op het analyseren van de benoemde nautische risico's voor binnenwater en Noordzee en het kwantificeren van de mogelijke effecten van klimaatverandering op de risicoscores door middel van expert judgement met verschillende experts (intern en extern).

De beoordelingen zijn uitgevoerd op basis van de op dat moment geldende en bekende klimaatscenario's en onderbouwd door meningen van de nautische experts. Dit levert belangrijke inzichten op waarmee het groter plaatje geschetst kan worden en welke nautische risico's binnen het thema klimaatverandering extra aandacht verdienen.

De bevindingen uit het rapport kunnen gedeeltelijk subjectief van aard zijn.

Daarnaast komen er telkens nieuwe inzichten en voorspellingen voor de klimaatscenario's, waardoor een actualisering nodig is.

Voor het doel 'risicogestuurd werken', is de gehanteerde methodiek waardevol. De rapporten geven richting aan gedachtenvorming waarna nog besluitvorming moet plaatsvinden over urgentie en te overwegen maatregelen.

MANAGEMENT SAMENVATTING

Het voorliggend rapport geeft een verkenning naar de effecten van de klimaatverandering op de nautische veiligheid. Het rapport geeft een uitgebreide en chronologische beschrijving van het proces en de uitkomsten. De inhoud van het rapport is met name relevant voor de lezer die meer achtergronden nodig heeft.

Voor een uitgebreide samenvatting van de bevindingen wordt verwezen naar hoofdstuk 5, de conclusies en aanbevelingen. Dit hoofdstuk is los van de rapportage te lezen en geeft een volledig overzicht van de uitkomsten uit deze verkenning. In deze management samenvatting wordt een korte samenvatting gegeven.

De klimaatbedreigingen die in dit rapport zijn onderzocht omvatten:

- Droogte.
- Zeespiegelstijging.
- Hoge rivierafvoer.
- Golven en wind.
- Extreem weer (hitte, mist en neerslag).

Op basis van beschikbaar klimaatonderzoek zijn voor het meest ongunstige klimaatscenario de concrete klimaatveranderingen of klimaatbedreigingen in beeld gebracht voor het jaar 2050 op basis van de klimaatscenario's 2014, zie hiertoe Tabel 1 op bladzijde 28. De klimaatveranderingen zijn gecontroleerd door klimaatdeskundigen en vervolgens als uitgangspunt aangehouden voor de verdere risicoanalyse met de nautische deskundigen.

Vervolgens is vastgesteld hoe de klimaatveranderingen kunnen uitwerken op de scheepvaart. De beschrijvingen hiervan zijn samengevat in Tabel 2 op bladzijde 29. Met de klimaatveranderingen en de effecten van de klimaatveranderingen op de scheepvaart is in een tweetal virtuele werksessies een inschatting gemaakt hoe de risicoscore (kans maal effect) van de toprisico's Binnenwateren en Noordzee zou kunnen veranderen. De risicoscore wordt gebruikt om risico's te prioriteren en geeft de mate van urgentie aan om de risico's te mitigeren.

Top 10 risico's binnenwater

Voor het binnenwater is in voorgaand onderzoek een top 10 aan nautische risico's samengesteld. In deze verkenning is samen met de nautisch experts opnieuw een risicobeoordeling uitgevoerd, waarbij is onderzocht in hoeverre de risicoscore (kans x gevolg) van de individuele risico's zou kunnen verschuiven ten gevolge van de klimaatveranderingen in 2050. Op basis van deze risicobeoordeling wordt ingeschat dat de individuele risicoscores met 1% tot maximaal 33% kunnen toenemen, zie hiertoe Tabel 6 op bladzijde 81. Deze verschuivingen leiden echter niet tot een andere risicoclassificatie volgens de standaard risicoanalyse-methodiek zoals gehanteerd door RWS WVL bij de Monitor Nautische Veiligheid Binnenwateren en de Risicoanalyse Noordzee.

Op het binnenwater hebben vooral de klimaatbedreigingen "droogte" en "extreem weer" invloed op de risicoscores, gevolgd door de klimaatbedreigingen "hoge rivierafvoer" en "zeespiegelstijging". De belangrijkste effecten kunnen als volgt worden samengevat:

- Droogte heeft vooral invloed op de intensiteiten van de scheepvaart op rivieren. Door diepgangbeperkingen kunnen de beroepsschepen minder lading meenemen, waardoor het ladingaanbod moet worden vervoerd met meer schepen. Daarnaast kan de vaarweg versmallen, waardoor de scheepvaart minder vaarwegbreedte tot beschikking heeft. Door droogte wordt het daarom drukker op de vaarweg, waardoor de kans op aanvaringen en grondingen zal toenemen.

- Door de zeespiegelstijging kan lokaal (benedenrivieren, Waddenzee en Zeeuwse Delta) de waterstand toenemen. In principe is de toegenomen waterstand gunstig voor de scheepvaart behoudens bij bruggen. Het negatief effect wordt klein verondersteld, omdat de stijging langzaam gaat en structureel is. De toegenomen zeespiegel kan wel van invloed zijn op de kans op aanvaringen van keringen. Door de hogere zeespiegel kan het noodzakelijk zijn om de keringen frequenter te sluiten. Omdat de keringen met name in gesloten toestand kwetsbaar zijn, kan het effect op een aanvaring van de kering toenemen.
- Een hoge rivierafvoer zal leiden tot een hogere waterstand en een hogere stroomsnelheid. Door de hogere waterstand kunnen misvattingen ontstaan bij brugdoorvaarthoogtes wat kan resulteren in aanvaringen met bruggen ontstaan en de hogere stroomsnelheid kan leiden tot een minder goede manoeuvreerbaarheid van schepen in de afvaart. De toegenomen stroomsnelheid kan ook leiden tot een hogere aanvaarsnelheid bij ongevallen. Daarmee heeft de hoge rivierafvoer vooral invloed op aanvaringen van bruggen en aanvaringen tussen schepen.
- Golven en wind hebben vrijwel geen effect. De klimaatscenario's van 2014 veronderstellen dat deze condities in 2050 niet significant veranderen. Toch wordt wel enig effect verwacht, omdat het aantal wind- en waterhozen in aantal kan toenemen.
- Extreem weer (hitte, mist en neerslag) heeft ook invloed op de scheepvaart. De scheepvaart kan worden geconfronteerd met slecht zicht en ruwere vaaromstandigheden. Omdat de zichtcondities volgens de klimaatscenario's eerder verbeteren dan verslechteren wordt op dit vlak een verbetering verondersteld. De experts verwachten met name een verhoging van de risicoscores door hitte. Naarmate het aantal mooie dagen toeneemt zal ook de recreatie (zwemmers en recreatieve schepen) toenemen. Vanuit dat perspectief wordt een toename van ongevallen met recreatievaart en zwemmers verwacht.

Alles combinerende, zijn de volgende risico's uit de top 10 Binnenwateren extra gevoelig voor de voorspelde klimaatomstandigheden:

- Aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart.
- Ongevallen van een passagierschip.
- Aanvaringen tussen beroepsvaart onderling.
- Aanvaring van een zwemmer.

Top 10 risico's Noordzee

Ook voor de Noordzee is in voorgaand onderzoek een top 10 aan nautische risico's samengesteld. In deze verkenning is samen met de nautisch experts een aanvullende risicobeoordeling uitgevoerd, waarbij is onderzocht in hoeverre de risicoscore (kans x gevolg) van de individuele risico's zou kunnen verschuiven ten gevolge van de klimaatveranderingen in 2050. Op basis van de risicoanalyse met de nautische experts wordt ingeschat dat de risicoscore van de top10 risico's voor de Noordzee tot maximaal 6% kunnen toenemen, zie hiertoe Tabel 7 op bladzijde 99. Deze verschuivingen zijn minder groot in vergelijking met het binnenwater en leiden eveneens niet tot een andere risicoclassificatie.

Op de Noordzee heeft vooral de klimaatbedreiging "extreem weer" een grote invloed op de risicoscores, gevolgd door de klimaatbedreiging "golven en wind". De belangrijkste effecten kunnen als volgt worden samengevat:

- Droogte en een hoge rivierafvoer zal de waterstand op de Noordzee niet beïnvloeden. Het kan wel leiden tot een gewijzigd stromingspatroon bij riviermondingen en rondom delta's. Het effect hiervan is nog niet geheel duidelijk, maar wordt klein en plaatselijk verondersteld.
- Door de zeespiegelstijging zal de waterstand toenemen. Net als bij droogte en zeespiegelstijging kan een verhoging van de zeespiegel leiden tot een gewijzigd stromingspatroon bij riviermondingen en rondom delta's. Het effect hiervan wordt klein en plaatselijk verondersteld.
- Golven en wind hebben eveneens weinig effect. De klimaatscenario's van 2014 veronderstellen dat deze condities in 2050 niet significant veranderen. Toch wordt wel enig effect verwacht. Enerzijds omdat het aantal wind- en waterhozen lijkt toe te nemen, anderzijds omdat de experts hierover een andere verwachting hebben.
- Extreem weer (regen, mist, sneeuw) heeft de grootste invloed op de nautische veiligheid. De scheepvaart kan lokaal worden geconfronteerd met intensieve buien gepaard met sterke wind en met name de kleinere scheepvaart is in die situatie extra kwetsbaar.

Alles combinerende is met name de kleinere scheepvaart op de Noordzee extra gevoelig voor de klimaatveranderingen op de Noordzee. Van de bestaande top 10 risico's zijn de volgende risico's extra gevoelig voor de klimaatomstandigheden:

- Arbo ongevallen op visserij schepen
- Ongevallen met recreatievaart

De verhoging van de risicoclassificering van het nautisch risico ten gevolge van het klimaat is naar verwachting moeilijk te mitigeren. In de werksessies is aangegeven dat met name het meten van de omstandigheden en het communiceren/informereren van de schippers/kapiteins essentieel is. Andere mitigerende maatregelen die in de werksessies zijn aangedragen hebben meestal een zeer beperkt of alleen een lokaal effect. Alhoewel de risicoclassificering van de risico's niet is gewijzigd, wordt aanbevolen om de meer gevoelige risico's te blijven monitoren en zo nodig in meer detail te onderzoeken in hoeverre mitigerende maatregelen kunnen worden ontwikkeld.

In het onderzoek is één extra risico aangedragen die relevant kan worden voor de top10 op de Noordzee. Het betreft het risico "verlies van lading". Dit specifieke risico wordt, naar aanleiding van een recent ongeval met de "MSC Zoë", in meer detail onderzocht en het risico is inmiddels al aangemerkt als risico in de classificatie "hoog". Hierbij wordt echter opgemerkt dat dit risico geen relatie heeft met de klimaatveranderingen, aangezien de wind- en golfcondities op basis van het meest ongunstige klimaatscenario's van 2014 voor 2050 niet zullen wijzingen.

Belangrijke aanbevelingen uit de verkenning:

- De huidige klimaatscenario's dateren uit 2014 en worden in de periode 2021/2023 herzien. Op dat moment zal er ook weer meer historische data beschikbaar zijn over scheepsongevallen, waardoor de risicoclassificatie van de toprisico's mogelijk kunnen wijzigen. Het wordt geadviseerd om de voorliggende rapportage en de onderliggende risicoanalyses voor het binnenwater en de Noordzee na het beschikbaar komen van de herziene klimaatscenario's een update te geven.
- De klimaatscenario's zijn opgesteld voor Nederland. Het is onbekend in hoeverre deze klimaatscenario's representatief zijn voor de situatie op de Noordzee. Het verdient aanbeveling om deze kanttekening mee te geven aan de klimaatonderzoekers, zodat men hier rekening mee kan houden bij het uitvoeren van de update van de klimaatscenario's in 2021/2023.
- Veel experts hebben een ander beeld van de klimaatveranderingen ten opzichte van het beeld vanuit de gepresenteerde klimaatscenario's van 2014. De experts verwachten meer extreme wind- en golfcondities en een intensivering van stevige regenbuien. Daarnaast bestaat het beeld dat het stormseizoen meer gaat overlappen met het recreatieseizoen. Het verdient aanbeveling om de opmerkingen ook mee te geven aan de klimaatonderzoekers, opdat de update ook hier een antwoord op kan geven.
- In de expertsessies bestond onduidelijkheid over de gevolgen van droogte, zeespiegelstijging en hoge rivierafvoer op de stromingscondities en de zout/zoetgradiënt rondom de Maasmond, Waddenzee en de Zeeuwse Delta. Aangezien deze specifieke effecten nog niet zijn gekwantificeerd, heeft dit geresulteerd in onduidelijkheden. Het verdient daarom aanbeveling om die effecten alsnog in kaart te brengen. Bij ongunstige uitkomsten zou dit kunnen leiden tot verschuivingen in de risico's.

Inhoud

1	Inleiding 9
1.1	Algemeen kader 9
1.2	MNV en aanleiding voor deze verkenning 9
1.3	Doelstelling van de verkenning 10
1.4	Bronnen 10
1.5	Opbouw van de rapportage 11
2	Aanpak van de verkenning 12
2.1	Stap 1: Inventarisatie klimaatbedreigingen 12
2.2	Stap 2: Inventarisatie toprisico's 13
2.3	Stap 3: Confrontatie risico's met klimaatbedreigingen, eerste risicoanalyse 13
2.4	Stap 4: Toetsing volledigheid 13
2.5	Stap 5: Review van het tussenrapport (klimaat en nautisch) 14
2.6	Stap 6: Voorbereiding expertsessies, opstellen 'huiswerkopdracht' 14
2.7	Stap 7: Expertsessies 14
2.8	Stap 8: Verwerking resultaten expertsessies in de risicoanalyse 14
2.9	Stap 9: Eindrapport 15
3	Inventarisatie klimaatbedreigingen en gevolgen voor de scheepvaart 16
3.1	Inventarisatie van klimaatbedreigingen 16
3.1.1	Klimaatbedreiging droogte 16
3.1.2	Klimaatbedreiging Zeespiegelstijging 19
3.1.3	Klimaatbedreiging hoge rivierafvoer 20
3.1.4	Klimaatbedreiging golven en wind 22
3.1.5	Klimaatbedreiging extreem weer 23
3.1.6	Klimaatbedreiging Bodemerosie 25
3.2	Nabespreking 27
4	Risicoanalyse 31
4.1	Risicomethodiek Nautische Veiligheid 31
4.2	Inventarisatie van toprisico's 35
4.3	Indicatie van het effect van klimaatbedreigingen op de kans van optreden 37
4.4	Confrontatie toprisico's binnenwater met de klimaatbedreigingen 40
4.4.1	Aanvaringen recreatievaart - beroepsvaart 40
4.4.2	Aanvaringen brug door beroepsvaart 45
4.4.3	Eenzijdig ongeval recreatievaart 49
4.4.4	Ongeval dienstvaart (kapseizen, omslaan zinken) 51
4.4.5	Ongeval met een veerpont 53
4.4.6	Ongeval met passagiersschip 57
4.4.7	Aanvaring van een sluis 59
4.4.8	Aanvaring van een zwemmer 62
4.4.9	Aanvaring tussen recreatievaart onderling 64
4.4.10	Aanvaring tussen beroepsvaart onderling 67
4.4.11	Gronding beroepsvaart 70
4.4.12	Aanvaring van een stuw 73
4.4.13	Aanvaring van een kering 76
4.4.14	Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan) 78
4.4.15	Samenvatting Confrontatie van risico's met klimaatbedreigingen voor het Binnenwater. 80
4.5	Confrontatie toprisico's Noordzee met klimaatbedreigingen 83
4.5.1	Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen 84
4.5.2	Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen 85

4.5.3	Arbo ongevallen op visserijsschepen	86
4.5.4	Schipbreuk en zinken van visserijsschepen	87
4.5.5	Slagzij maken en zinken van een koopvaardijsschip	88
4.5.6	Aanvaring van platforms door schepen en objecten	90
4.5.7	Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij	92
4.5.8	Aanvaring van windmolens door schepen	93
4.5.9	Brand op een passagierschip	96
4.5.10	Ongevallen recreatievaart	96
4.5.11	Samenvatting Confrontatie van risico's met klimaatbedreigingen voor de Noordzee.	99
4.6	Aanvullende risico's	100
4.7	Mitigerende maatregelen	102

5 Conclusies en aanbevelingen 104

5.1	Resultaten van de verkenning	104
5.1.1	Klimaatbedreigingen	104
5.1.2	Risicomethodiek	107
5.1.3	Belangrijkste effecten van klimaatbedreigingen op top risico's	107
5.2	Inhoudelijke conclusies	110
5.3	Procesmatige conclusies	112
5.4	Inhoudelijke aanbevelingen	112
5.5	Aanbevelingen voor het proces	113
5.6	Overige aanbevelingen met betrekking tot nautische ontwikkelingen	114

Bijlage A : Droogte - onderschrijdingsstatistieken 115

Bijlage B Verslag Werksessie Noordzee 117

Bijlage C Verslag Werksessie Binnenwater 126

1 Inleiding

1.1 Algemeen kader

Het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat (hierna te noemen I&W) heeft de ambitie om het aantal significante scheepsongevallen op de Nederlandse vaarwegen te reduceren en in ieder geval niet te laten toenemen. Dit sluit aan bij het beleidsdoel om de veiligheid op de vaarwegen continu te verbeteren. Om inzicht te krijgen in de progressie van deze ambitie, is het noodzakelijk om de nautische veiligheid periodiek te monitoren.

Het nautische veiligheidsonderzoek wordt uitgevoerd door de afdeling Water Verkeer en Leefomgeving (WVL) van Rijkswaterstaat (RWS). RWS ambieert een proactieve veiligheidscultuur en een risico gestuurd beleid. Periodiek wordt binnen WVL de landelijke Monitor Nautische Veiligheid (MNV) ontwikkeld. De MNV rapporteert over de nautische veiligheid op de binnenwateren en op de Noordzee. Hiermee worden trends en ontwikkelingen zichtbaar en ontstaat er een beeld over de ontwikkeling van nautische veiligheid in relatie tot de beleidsdoelstellingen.

De MNV is bedoeld voor alle vaarwegbeheerders die met een landelijke en/of regionale blik naar de nautische veiligheid kijken. Het ongevallenbeeld in de monitor geeft zicht op de risico's; de belangrijkste risico's kunnen op deze wijze worden geduid en uitgewerkt. Met dit inzicht kunnen de beheerders verbetermaatregelen ontwikkelen om risico's te beheersen en kan RWS en haar partners sturen op verbetering van de veiligheid.

Sinds 2015 worden er naast de landelijke MNV-rapportages ook regionale MNV-rapportages opgesteld. Daarnaast komt het voor dat specifieke aandachtsgebieden worden geïdentificeerd, die in aanmerking komen voor detailonderzoek. Deze deelstudies geven een verdieping ten opzichte van de landelijke rapportage.

1.2 MNV en aanleiding voor deze verkenning

Het voorgaand MNV-onderzoek is vooral gericht geweest op omgevingsfactoren en/of ontwikkelingen in innovatie en techniek. De effecten ten gevolge van de klimaatverandering is onderbelicht gebleven. Toch is dit een belangrijk onderwerp, aangezien er rekening moet worden gehouden met toenemende temperaturen, zeespiegelstijging, langere en meer extreme hoog- en laagwaterperiodes en andere klimaateffecten. Vanwege de klimaatbedreiging heeft het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat zich ten doel gesteld om het vaarwegnetwerk klimaatbestendig te maken. Hiertoe is de opdracht Klimaatbestendige Netwerken Hoofdvaarwegennet (KBN-HVWN) opgesteld. In deze opdracht worden inzicht (opgave in beeld), dialoog (handelingsperspectieven) en uitvoering (koersbepaling) ten aanzien van klimaateffecten uitgewerkt. De opdracht gaat daarbij verder dan alleen de effecten op nautische veiligheid en omvat stresstesten waarbij gekeken wordt naar de klimaateffecten (in combinatie met bodemerrosie), wat dit betekent voor de scheepvaart in relatie tot bereikbaarheid (stremmingen, vaardiepte/breedte beperkingen, langere wachttijden bij kunstwerken, knelpunten bij aansluitingen rivieren/kanalen) en wat dit betekent voor de scheepvaart- en logistieke sector.

Deze voorliggende kwalitatieve verkenning van de effecten van klimaatverandering op de nautische veiligheid is onderdeel van de opdracht KBN-HVWN. Vanwege de relatie met de nautische veiligheid wordt verkenning uitgevoerd door RWS WVL afdeling Synchromodaal Vervoer en Scheepvaart.

1.3 Doelstelling van de verkenning

De verkenning moet antwoord geven op de vraag hoe de klimaatveranderingen ingrijpen op de nautische veiligheid. Onder klimaatbedreigingen worden verstaan:

- Droogte.
- Zeespiegelstijging.
- Hoge rivierafvoer.
- Hoge golven en wind.
- Extreem weer.
- Bodemerrosie.

Vragen die daarbij beantwoord moeten worden, zijn:

- Welke klimaatbedreigingen zijn er te verwachten?
- Welke effecten heeft dit voor het hoofdvaarwegennet?
- Waar zijn deze scenario's en effecten te verwachten?
- Welke gevolgen heeft dit ten aanzien van de scheepvaart?
- Welke gevolgen heeft dit ten aanzien van de landelijke toprisico's uit voorgaande onderzoeken?
- Zijn er nieuwe toprisico's die naar voren komen?
- Waar zijn deze risico's?
- Welke onzekerheden zijn er bij de risico's?
- Welke maatregelen zouden er genomen kunnen worden om de risico's te beheersen?

1.4 Bronnen

Voor de beantwoording van de vragen in deze verkenning, zijn de volgende bronnen gebruikt:

- MNV-rapporten; landelijke en regionale rapporten.
- Risicoanalyse Aanvaring bruggen sluizen stuwen en keringen.
- Risicoanalyse rapporten Noordzee.
- Producten vanuit KBN-HVWN Stresstest Hoofdvaarwegennet (Droogte Rijntakken, Droogte Maas, hoge rivierafvoeren lightversie):
 - Bedreiging Klimaatscenario droogte op de Rijntakken - Beschrijving karakteristieke droge jaren met stationaire afvoerniveaus.
 - Bedreiging klimaatscenario droogte op de Maas.
 - Blootstelling klimaatscenario droogte Rijntakken.
 - Toestand van het watersysteem en kwetsbaarheid gebruiksfunctie scheepvaart (incl. GIS-kaarten) Rijntakken.
 - Kwetsbaarheden klimaatscenario droogte Rijntakken.
 - Stresstest Hoofdwatersysteem deelproducten.
- Documentatie van internet:
 - "KNMI'14, Klimaatscenario's voor Nederland", Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, herziene uitgave 2015.
 - "Vertaling van Deltascenario's 2017 naar modelinvoer voor het Nationaal Water Model", Deltares, 11202240-009, 2018.
 - "Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas?", Deltares, september 2015.

1.5

Opbouw van de rapportage

De rapportage bestaat naast dit inleidende hoofdstuk uit de volgende hoofdstukken:

- **Hoofdstuk 2: Aanpak van de verkenning**
In dit hoofdstuk wordt de aanpak van de verkennende studie kort toegelicht.
- **Hoofdstuk 3: Inventarisatie klimaatbedreigingen**
Op basis van de beschikbare bronnen (literatuur) wordt in hoofdstuk 3 een inventarisatie uitgevoerd naar klimaatbedreigingen. De veranderingen van het klimaat tot 2050 wordt daarbij zo goed mogelijk gekwantificeerd. Tevens wordt op hoofdlijnen inzicht gegeven in de consequenties van de klimaatbedreigingen op de scheepvaart.
- **Hoofdstuk 4: Risicoanalyse**
Hoofdstuk 4 start met een toelichting op de gehanteerde risicomethodiek. Vervolgens is op basis van eerder MNV-onderzoek een overzicht opgesteld van de toprisico's die in dit onderzoek moeten worden onderzocht. Na een korte analyse hoe de klimaatbedreigingen het aantal ongevallen zou kunnen beïnvloeden, volgt een uitgebreide risicoanalyse, waarbij de relatieve verandering van de risicoscore van ieder toprisico ten gevolge van de klimaatbedreigingen in kaart wordt gebracht. Tevens wordt ingegaan op de compleetheid van de toprisico's en de mogelijke mitigerende maatregelen.
- **Hoofdstuk 5: Conclusies en aanbevelingen**
Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de onderzoeksbevindingen. Aan de hand van de bevindingen in deze verkenning worden aanbevelingen gedaan.

2 Aanpak van de verkenning

Dit hoofdstuk beschrijft de methodologie van de verkenning op hoofdlijnen. De verkenning naar de effecten van de klimaatverandering op de nautische veiligheid betreft een kwalitatief onderzoek, waarbij gebruik is gemaakt van bestaande literatuur, interviews en expertsessies. De verkenning is uitgevoerd aan de hand van de negen stappen in Figuur 1.



Figuur 1: Stappenplan Verkenning

Het stappenplan in Figuur 1 wordt in de volgende paragrafen verder uitgelegd.

2.1 **Stap 1: Inventarisatie klimaatbedreigingen**

Op basis van voorgaand klimaatonderzoek is een inventarisatie uitgevoerd naar de klimaatbedreigingen die van invloed kunnen zijn op de nautische veiligheid. Hierbij zijn de volgende klimaatbedreigingen geïdentificeerd:

- Droogte.
- Zeespiegelstijging.
- Hoge rivierafvoer.
- Golven en wind.
- Extreem weer (mist, neerslag, hitte).
- Bodemerosie.

Voor iedere klimaatbedreiging is onderzocht hoe het klimaat in 2050 kan wijzigen ten opzichte de referentiesituatie/huidige situatie. De klimaatbedreiging is zo goed als mogelijk gekwantificeerd, zodat er een goed kader ontstaat voor de latere risicobeoordelingen.

Als een tweede stap is voor iedere klimaatbedreiging bepaald hoe de klimaatomstandigheden op de scheepvaart uitwerken. Deze analyse is uitgevoerd op basis van de ervaring van de adviseur in combinatie met de bevindingen uit het bronnenonderzoek.

Tot zover relevant is in de beschrijving van de klimaatbedreigingen gekeken naar verschillende typen vaarwegen (kanalen, brede rivieren, smalle rivieren, open water, etc.), locaties en verschillende aandachtsituaties (specifieke type objecten, specifieke verkeerssituaties, etc.). De inventarisatie in stap 1 geeft daarmee antwoord op de volgende vragen uit paragraaf 1.3:

- Welke klimaatbedreigingen zijn er te verwachten?
- Welke effecten heeft dit voor het hoofdvaarwegennet?
- Waar zijn deze effecten te verwachten?
- Welke gevolgen heeft dit ten aanzien van de scheepvaart?

2.2 **Stap 2: Inventarisatie toprisiko's**

In stap 2 inventariseren wij de toprisiko's aangaande nautische veiligheid op binnenwateren en op de Noordzee. Deze toprisiko's zijn reeds bepaald in eerdere MNV-onderzoeken. De toprisiko's zijn in stap 2 opgesomd en zo nodig voorzien van een toelichting, zodat exact duidelijk is wat de toprisiko's inhouden.

2.3 **Stap 3: Confrontatie risico's met klimaatbedreigingen, eerste risicoanalyse**

In stap 3 is onderzocht hoe de klimaatbedreigingen de toprisiko's beïnvloeden. De toprisiko's zijn bestaan uit 10 risico's voor de Noordzee en 14 risico's voor de Nederlandse binnenwateren. De confrontatie van klimaatbedreigingen met toprisiko's geeft in totaal 24 risico's * 6 klimaatbedreigingen = 144 combinaties. Uiteindelijk zijn echter niet alle combinaties relevant. Zo kunnen klimaatveranderingen ook gunstig uitwerken op de nautische veiligheid en een klimaatverandering heeft vaak maar een impact op een deel van de geïdentificeerde toprisiko's.

In de confrontatie wordt per toprisiko bekeken wat de effecten zijn van de relevante klimaatbedreigingen en hoe de klimaatbedreigingen de kans van optreden en de gevolgen van de risico's zal beïnvloeden. Tot zover relevant wordt daarbij rekening gehouden met verschillende typen vaarwegen (kanalen, brede rivieren, smalle rivieren, open water, etc.) en verschillende situaties (kruisingen, doorgaande vaarweg). De confrontatie geeft daarmee een eerste beeld op de volgende vragen uit paragraaf 1.3:

- Welke gevolgen hebben de klimaatbedreigingen ten aanzien van de toprisiko's uit voorgaand onderzoek?
- Welke onzekerheden zijn er bij de risico's?

Als onderdeel van de confrontatie is ook gekeken naar mitigerende maatregelen, zodat daarmee ook een eerste beeld ontstaat op de volgende vraag:

- Welke maatregelen zouden er genomen kunnen worden om de risico's te beheersen?

2.4 **Stap 4: Toetsing volledigheid**

Als onderdeel van stap 4 is gekeken in hoeverre er vanuit de beschrijvingen van de klimaatbedreigingen aanvullende risico's naar voren komen die nog niet in de toprisiko's zijn benoemd. Deze risico's zijn opgesomd als "extra" risico's. De bevindingen van de Adviseur geven een eerste beeld en dit beeld wordt later aangevuld met de bevindingen uit de review (stap 5) en de expertsessies (stap 7).

De toetsing op volledigheid geeft een eerste beeld van het antwoord op de volgende vragen uit paragraaf 1.3:

- Zijn er nieuwe toprisiko's die naar voren komen?
- Waar bevinden deze risico's zich?

2.5 **Stap 5: Review van het tussenrapport (klimaat en nautisch)**

De voorgaande stappen zijn uitgevoerd op basis van bronnenonderzoek, aangevuld met de expertise van de adviseur. Daarmee kan het tussenrapport voor een belangrijk deel gevuld worden, maar dat is geen garantie op volledigheid.

Het tussenrapport is voorgelegd bij een kleine groep experts die is gevraagd om een review te doen op de rapportage. Daarbij is onderscheid gemaakt naar een review op de klimaatdelen en een review op de nautische delen van het rapport. Het reviewcommentaar is vervolgens verwerkt in een definitieve tussenversie van het rapport.

2.6 **Stap 6: Voorbereiding expertsessies, opstellen 'huiswerkopdracht'**

De expertsessies zijn benut om het effect van de klimaatbedreigingen op de risico's in detail te bespreken. Er zijn twee werksessies voorbereid, één voor de risico's op het binnenwater en één voor de risico's op de Noordzee.

Om het maximale resultaat uit de werksessie te halen, is voorafgaand aan de werksessie een huiswerkopdracht verstrekt. De huiswerkopdracht borgt dat de deelnemers de sessie voorbereiden en verzekert dat alle relevante argumenten vooraf verzameld worden. Omdat er in het tussenrapport geen specifieke risico's zijn geïdentificeerd die extra aandacht nodig hebben, is de experts in de huiswerkopdracht gevraagd om zelf de belangrijkste risico's te selecteren en de effecten hiervan inzichtelijk te maken.

De risico-inschattingen van de experts zijn interessant, maar het is even belangrijk om te achterhalen op basis van welke argumenten de risico-inschattingen zijn bedacht. De deelnemers is daarom gevraagd om hun risico-inschattingen met argumenten te onderbouwen.

De input die uit de huiswerkopdracht is verkregen is geanalyseerd, gecontroleerd en vervolgens gebruikt als input voor de expertsessies.

2.7 **Stap 7: Expertsessies**

In iedere expertsessie is eerst de opbrengst uit huiswerkopdracht gepresenteerd. De experts hebben vervolgens argumenten uitgewisseld, waarna de impact van het klimaat op de risico's breder is bediscussieerd. Door de onderlinge wisselwerking kunnen de experts komen tot andere inzichten over de risicoprofielen. De bevindingen uit de expertsessie zijn vastgelegd in risicotabellen en de bijbehorende argumenten zijn benut om het tussenrapport verder aan te scherpen.

2.8 **Stap 8: Verwerking resultaten expertsessies in de risicoanalyse**

De uitkomsten uit de expertsessies zijn gebruikt om het tussenrapport verder aan te scherpen, waarmee de status van het rapport wijzigt van tussenrapport naar concepteindrapport. Het concepteindrapport geeft een volledig beeld van de kwalitatieve impact van de klimaatbedreigingen op de toprisico's. Het eindrapport is voorzien van conclusies en aanbevelingen voor beheersmaatregelen en voor vervolgonderzoek. Tenslotte is het rapport voorzien van een managementsamenvatting, waarna deze is gecontroleerd en is vrijgegeven voor de laatste reviewronde.

Met stap 8 zijn de antwoorden op de vragen uit paragraaf 1.3 verder aangescherpt.

2.9

Stap 9: Eindrapport

Alvorens het concepteindrapport is opgeleverd, zijn eerst de bestaande factsheets van de toprisico's uit voorgaand onderzoek aangevuld met de belangrijkste bevindingen uit deze verkenning naar de klimaateffecten. Hiertoe is een klimaatparagraaf toegevoegd aan de oorspronkelijke factsheets.

De factsheets en het concepteindrapport zijn voorgelegd bij de begeleidingsgroep voor review. Na de verwerking van het commentaar is het eindrapport in zijn definitieve vorm opgeleverd. De factsheets zijn als losse bijlage bij deze rapportage geleverd.

3 Inventarisatie klimaatbedreigingen en gevolgen voor de scheepvaart

In dit hoofdstuk worden de consequenties van de klimaatbedreigingen beschreven. De klimaatbedreigingen zijn geïnventariseerd aan de hand van bronnenonderzoek en de verwachte klimaatveranderingen in 2050 zijn samengevat in paragraaf 3.1. Er is daarbij ook beschreven hoe de klimaatbedreigingen kunnen uitwerken op de scheepvaart. In paragraaf 3.2 volgt een nabeschuiving, waarin de belangrijkste bevindingen worden samengevat en waarbij een kader wordt gegeven voor de risicoanalyses in hoofdstuk 4.

3.1 Inventarisatie van klimaatbedreigingen

Op basis van het bronnenonderzoek, kunnen de volgende klimaatbedreigingen worden onderscheiden:

- Droogte.
- Zeespiegelstijging.
- Hoge rivierafvoer.
- Golven en wind.
- Extreem weer (mist, neerslag en hitte).
- Bodemerosie.

In deze paragraaf worden de veranderingen van het klimaat ten opzichte van de huidige situatie nader geduid en wordt de invloed van de klimaatbedreiging op de scheepvaart geconcretiseerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de klimaatscenario's van het KNMI¹, aangevuld met onderzoek van Deltares, zoals het rapport "Vertaling van Deltascenario's 2017 naar modelinvoer voor het Nationaal Water Model"² en verschillende memo's. De huidige klimaatscenario's dateren uit 2014 en zullen naar verwachting in 2021/2023 worden herzien. Hierdoor kunnen de klimaatscenario's al enigszins zijn achterhaald.

De klimaatscenario's van het KNMI omvatten vier klimaatscenario's, welke zijn gebaseerd op verschillende temperatuurstijgingen en luchtstromingspatronen. De klimaatscenario's geven daarmee verschillende verwachtingen voor het klimaat in 2050 en 2085. Op basis van de vier klimaatscenario's ontstaat een bandbreedte die aangeeft hoe het klimaat zicht tot 2050 en 2085 kan ontwikkelen. In deze verkenning wordt voornamelijk alleen gekeken naar het peiljaar 2050 en in de verdere uitwerking zal vooral worden gekeken naar het meest ongunstige klimaatscenario.

3.1.1 *Klimaatbedreiging droogte*

In een droge periode zal de rivierafvoer op de rivieren afnemen, waardoor het waterpeil zal afnemen. Tevens zal de vaarweg versmallen en kunnen vaarwegbanen buiten de vaargeul versmallen of vervallen. De afname van de waterstand zal met name plaatsvinden op niet gestuwde rivieren zoals de Waal.

Op kanalen en gestuwde rivieren wordt de waterstand door middel van water- en peilbeheer gereguleerd. Sluizen en stuwen worden daarbij gebruikt als "kraan" om lagergelegen gebieden meer of minder water te geven. Bij droogte moeten vaak keuzes worden gemaakt, waarbij niet alleen scheepvaartbelangen spelen, maar ook waterkwaliteit, grond- en oppervlaktewaterhoeveelheden en drinkwaterbelangen. Daardoor kan het voorkomen dat de bediening van sluizen tijdelijk moet worden

¹ "KNMI'14, Klimaatscenario's voor Nederland", Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, herziene uitgave 2015

² "Vertaling van Deltascenario's 2017 naar modelinvoer voor het Nationaal Water Model", Deltares, 11202240-009, 2018

beperkt. De bediening van sluizen kan bijvoorbeeld worden beperkt om het water vast te houden, maar het kan ook voorkomen dat de sluis aan beide zijden wordt opengezet om het waterpeil in lagergelegen gebieden in stand te houden of water aan te vullen ten behoeve van drinkwater of irrigatie. Op deze wijze kan het water- en peilbeheer resulteren in een (tijdelijke) reductie van de beschikbare sluiscapaciteit. Hierdoor wordt de scheepvaart beïnvloed. Afhankelijk van het water- en peilbeheer kan de waterstand op de kanalen en gereguleerde wateren beïnvloed worden, maar in mindere mate dan dat op de rivieren het geval is.

De waterstand op binnenwateren onder invloed van het getij (Waddenzee, Zeeuwse Delta, benedenrivieren) zal nauwelijks door de droogte worden beïnvloed. Op deze wateren wordt de waterstand niet zozeer bepaald door de rivierafvoer uit het continent, maar door de waterstand op zee. Wel kan droogte leiden tot een sterkere vloedstroom in riviermondingen, bij de Zeeuwse Delta en rondom de Waddenzee. Ook heeft de droogte invloed op de zoutindringing in deze gebieden. Deltares heeft het effect van de klimaatveranderingen op de stroming en de zoutindringing nog niet onderzocht. Dit is wellicht een onderwerp voor nader onderzoek.

Het lagere waterpeil op de rivieren heeft een aantal belangrijke effecten op de scheepvaart:

- De schepen kunnen door de afgenomen waterdiepte minder diep steken, waardoor ze minder lading kunnen meenemen. Om dezelfde lading te vervoeren, zijn uiteindelijk meer schepen noodzakelijk. Het kan daardoor drukker worden op de vaarweg. De intensivering van de scheepvaart is alleen mogelijk als de extra schepen beschikbaar zijn én als deze scheepvaart ook daadwerkelijk kan worden afgehandeld op de rest van de vaarroute. In de praktijk kan echter ook gebruik worden gemaakt van alternatieve routes (waardoor het elders drukker wordt) of andere modaliteiten (weg/spoor). De experts geven aan dat droogte leidt tot een significante toename van de intensiteit van het scheepvaartverkeer.
- Rivieren kunnen door de lagere waterstand versmallen. De schepen zijn dan meer gebonden aan het diepere water. De schepen kunnen zich minder goed verdelen over de vaarweg, waardoor het bij gelijkblijvende intensiteit toch drukker wordt in de vaargeul.
- Door de lagere waterstand en het afgenomen vaarwegprofiel zal de zuiging ten gevolge van de passerende scheepvaart toenemen. Met name de kleinere recreatievaart kan door de sterkere zuiging worden overvallen, met name op smalle en secundaire wateren.
- Door de droogte kan het stromingsprofiel nabij de riviermondingen, Zeeuwse Delta en Waddenzee veranderen. Dat geldt ook voor de zout/zoetwatertong in de benedenrivieren, Zeeuwse Delta, Waddenzee en de Noordzee.

Sluizen en stuwen spelen een belangrijke rol bij het water- en peilbeheer. Bij lage waterstanden kan de bediening van sluizen tijdelijk worden beperkt om het water vast te houden. Ook kan het voorkomen dat de sluizen open worden gehouden om de watertoevoer tot lagergelegen gebieden te borgen. In bepaalde kanaalpanden (haven Deventer) kan het voorkomen dat het verval over de sluis te groot wordt, waardoor de bediening technisch niet meer verantwoord is. De sluizen zijn dan tijdelijk in mindere mate beschikbaar voor de scheepvaart en dat heeft de volgende effecten:

- De omgeving van de sluizen kan door de reductie van de sluiscapaciteit drukker worden, aangezien meer schepen moeten wachten.
- Op het kanaalpand zal het bij een langdurige beperking van de sluisbediening rustiger kunnen worden. In de praktijk zal men de beperkingen minimaliseren en wordt getracht de scheepvaart zo goed mogelijk te faciliteren. De kans op langdurige beperkingen is klein.

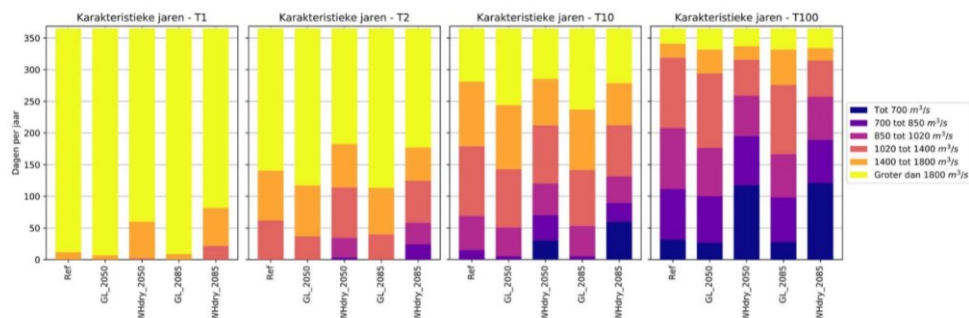
- Reductie van de sluisbediening kan tenslotte invloed hebben op de scheepvaart in het verlengde van de route en op alternatieve routes. De intensiteit van de scheepvaart zal door de afname van de waterstand op rivieren kunnen toenemen (minder lading per schip), maar als deze schepen verder op de route met beperkingen in de bediening worden geconfronteerd, dan is de intensivering van scheepvaart op dat traject niet altijd volledig mogelijk. Het is dan waarschijnlijk dat een deel van de lading op andere routes of met andere modaliteiten vervoerd zal gaan worden.

Op de Rijn is bij droogte een intensivering van de scheepvaart te verwachten, aangezien de schepen richting Duitsland minder snel tegen beperkingen van sluisen aanlopen. Op het Maastraject zijn meerdere sluisen aanwezig en hier kan de bediening bij laagwater tijdelijk onderbroken worden. In de huidige praktijk leidt dit tot grotere wachtrijen en drukte voor de sluisen.

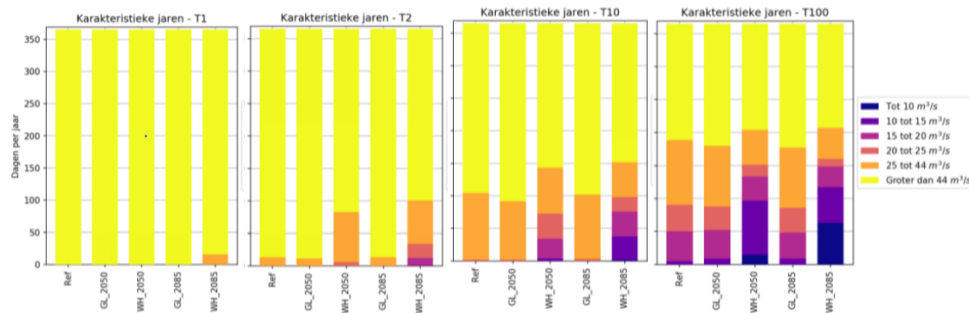
Verwachtingen droogte in 2050

Figuur 2 en Figuur 3 geven de opbouw van de rivierafvoer in karakteristieke droge jaren in de huidige situatie en onder het meest gunstige (scenario GL) en het meest ongunstige klimaatscenario (scenario WHDry) in 2050 en 2085 voor de Rijntakken en de Maas^{3 4}. Omdat de tabellen in deze vorm niet heel goed leesbaar zijn, zijn de bijbehorende waarden samengevat in Bijlage A. De tabellen in de bijlage geven ook inzicht in de gemiddelde waarden.

De terugkeertijd (T) in de figuren moet als volgt worden geïnterpreteerd. De figuur met T=100 komt eens in de 100 jaar voor, de tabel T=10 komt eens per 10 jaar voor, et cetera.



Figuur 2: Opbouw van karakteristieke droge jaren met terugkeertijd T1, T2, T10, T100 Bij Lobith voor de Rijntakken voor de verschillende klimaatscenario's KNMI'14 in 2050 en 2085 [Bron: Deltares, de Jong 2019]



Figuur 3: Opbouw van karakteristieke droge jaren met terugkeertijd T1, T10, T100 voor de Maas bij St. Pieter voor de verschillende klimaatscenario's KNMI'14 in 2050 en 2085 [Bron: Deltares, de Jong 2019]

³ Memo KBN – Stresstest droogte Maas – Bedreiging: Klimaatverandering: Beschrijving karakteristieke droge jaren met stationaire afvoerniveaus, Deltares, 18 juli 2020

⁴ Memo KBN - HVWN – Stresstest droogte Rijntakken – Toestand van het systeem en kwetsbaarheid gebruiksfunctie, Deltares, 2 april 2020

Wanneer het meest gunstige klimaatscenario GL (kolom 2 voor het jaar 2050) wordt vergeleken met de referentiesituatie (kolom 1), dan blijkt dat de lage rivierafvoer minder frequent en minder intensief zal voorkomen in 2050. Dit is gunstiger in vergelijking met de huidige situatie. Dat geldt voor vrijwel alle terugkeertijden en geldt zowel op de Rijn als op de Maas.

In het meest ongunstige scenario GWdry (kolom 3 voor het jaar 2050) neemt de frequentie, de duur en de intensiteit van de droogte bij vrijwel alle terugkeertijden toe.

Op basis van de huidige ervaringen, ontstaan laagwaterproblemen bij een kritische rivierafvoer van minder dan 1020 m³/s op de Rijn (de paarse kleuren in de tabellen) en 44 m³/s op de Maas (alle kleuren behalve geel).

Op basis van de figuren en de toelichting in de betreffende memo's van Deltares kan het volgende worden geconcludeerd:

- Rijn: De kans op overschrijding van de kritische rivierafvoer van 1020 m³/s bedraagt gemiddeld 20 dagen per jaar in de referentiesituatie. In 2050 kan dit wijzigen naar een bandbreedte tussen 12 en 47 dagen per jaar. In het meest ongunstige klimaatscenario zullen de droge periodes met een hogere terugkeertijd (eens in de 10 tot 100 jaar) nog droger worden in vergelijking met de referentieperiode, zie hiertoe Figuur 2 en Figuur 3 [Bron Deltares, voetnoot 4].
- Maas: De kans op overschrijding van de kritische rivierafvoer van 44 m³/s bedraagt gemiddeld 31 dagen in de referentiesituatie. In 2050 kan dit wijzigen naar een bandbreedte tussen 27 en 80 dagen per jaar. In het meest ongunstige klimaatscenario van het KNMI zullen de droge periodes met een hogere terugkeertijd (eens in de 10 tot 100 jaar) nog droger worden in vergelijking met de referentieperiode, zie hiertoe Figuur 2 en Figuur 3 [Bron Deltares, voetnoot 3].

Ernstige droogte zal in het meest ongunstige klimaatscenario vaker voorkomen en meer intens, maar ernstige droogte zal ook in 2050 niet ieder jaar terugkeren. De klimaatscenario's kennen echter een grote bandbreedte en onder het meest natte scenario is de situatie in 2050 zelfs minder droog dan in de referentiesituatie/huidige situatie.

3.1.2 *Klimaatbedreiging Zeespiegelstijging*

Een hogere zeespiegel leidt tot hogere waterstanden op de Noordzee, wat op zich een gunstige invloed heeft op de bevaarbaarheid van de ondiepere vaargeulen. Een hogere zeespiegel zal echter niet alleen leiden tot een hogere waterstand op de Noordzee, maar zal indirect ook leiden tot hogere rivierwaterstanden op de benedenrivieren (met invloed tot aan Tiel), in de Zeeuwse Delta en op de Waddenzee.

Op het grensvlak van zout en zoet water kan een zeespiegelstijging leiden tot een beperking van sluisbediening. Een dergelijke beperking zou bijvoorbeeld kunnen gaan spelen bij de sluizen Terneuzen en de zeesluizen van IJmuiden. Deze sluizen hebben een belangrijke functie in het scheiden van zout- en zoetwater. De combinatie van laagwater in een droge periode en een hogere zeewaterstand kan leiden tot een gereduceerde schutcapaciteit. Als de sluizen op volle capaciteit benut zouden worden, zou in die situatie de zoutindringing te groot worden, wat niet toelaatbaar is voor de waterkwaliteit in het zoetwaterdeel. De beperking van de sluisbediening kan hinder opleveren voor de scheepvaart (gedeeltelijke stremming). Deze problematiek speelt alleen bij een klein aantal sluizen in getijdgebieden.

Een hogere zeespiegel kan ook het spuien naar zee bemoeilijken. Hierdoor zal de waterstand op de binnenwateren incidenteel kunnen toenemen. De hogere waterstand is in principe gunstig voor de bevaarbaarheid van de vaarwegen, maar kan wel leiden tot overstromingsrisico's en problemen met het waterbeheer. In hoeverre de zeespiegelstijging kan leiden tot een gewijzigde stroming in de benedenrivieren en rondom de riviermondingen is nog niet onderzocht, maar op voorhand wordt wel enige invloed verwacht. Dat geldt ook voor de zoet- en zoutwatertong die ten gevolge van het getij kan veranderen.

De doorvaarthoogte van lokale bruggen, met name in de getijdegebieden, kunnen door zeespiegelstijging worden gereduceerd. Dit kan spelen bij een aantal bruggen in de Zeeuwse Delta en in de (beneden)rivieren. De doorvaarthoogte wordt daarbij structureel verminderd. Dit wordt vastgelegd in de diverse vaarweginformatie-systemen en vaarhulpsystemen.

Tenslotte kan de hogere waterstand, zeker in combinatie met stormvloed, leiden tot een meer frequentie sluiting van de waterkeringen. Hierdoor zal extra hinder voor de scheepvaart ontstaan en kan tijdelijk extra drukte ontstaan in de ankergebieden.

Verwachtingen zeespiegelstijging in 2050

Op basis van het bronnenonderzoek zijn de verwachtingen naar de toekomst als volgt:

- Op basis van de verschillende klimaatscenario's volgens KNMI'14 wordt voor 2050 een zeespiegelstijging verwacht tussen 15 en 40 cm.

3.1.3

Klimaatbedreiging hoge rivierafvoer

Bij een hoge rivierafvoer zal het waterpeil toenemen op rivieren en ongestuwde binnenwateren. Op zich is een toename van de waterstand goed voor de bevaarbaarheid. Op kanalen zal dit effect in mindere mate optreden, aangezien het waterpeil hier wordt gereguleerd door de sluizen en stuwen.

Hoge rivierafvoer heeft meerdere effecten op de rivier:

- Stroomsnelheden op rivieren nemen toe.
- Uiterwaarden lopen vol.
- Rivieren worden breder.
- Als er kans bestaat op schade aan dijken en andere infrastructuur door de passage van schepen kan de vaarweg worden gestremd. Dit soort stremmingen zijn door het Ruimte op de Rivier programma in Nederland in de toekomst minder waarschijnlijk.

Daarmee heeft deze klimaatbedreiging de volgende consequenties voor de scheepvaart:

- De schepen worden in de afvaart lastiger te besturen door de toegenomen stroomsnelheid, de afgaande schippers hebben meer ruimte nodig en moeten met de hogere snelheid ook verder vooruitkijken;
- De scheepvaart in de afvaart kan door de stroomsnelheid sneller varen dan gewenst, maar dat is vaak noodzakelijk om het schip goed bestuurbaar te houden.
- De scheepvaart heeft in de breedte iets meer ruimte om te manoeuvreren, omdat nevengeulen meer water krijgen en iets breder worden.
- Objecten, zoals langsdammen en kribben, worden door het hoge water minder goed zichtbaar of zijn geheel onzichtbaar.
- De doorvaarthoogte van bruggen wordt door de hogere waterstand gereduceerd, waardoor mogelijk meer schepen een opening vereisen. Hierdoor kan lokaal extra drukte ontstaan voor de bruggen en kan de hinder voor de scheepvaart toenemen.

- Bij extreme waterstanden bestaat de kans op stremmingen om de infrastructuur te beschermen.
- Bij hoge rivierafvoer komt vaak drijfvuil mee in de rivier. Drijfvuil kan schepen en infrastructuur beschadigen.
- Door andere stromingscondities kan de scheepvaart worden overvallen (bijvoorbeeld bij de overgang van kanaal naar rivier).
- Op de Noordzee kunnen de stromingscondities rondom de riviermondingen veranderen en dat geldt ook voor de opbouw van de zoet/zoutwatertongen.

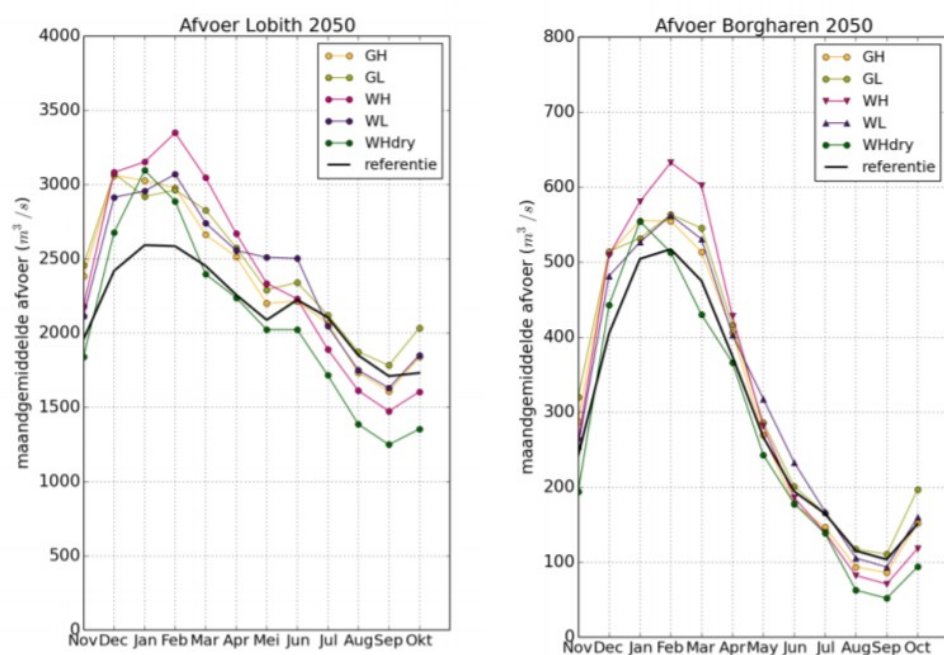
De effecten op kanalen en gestuwde wateren zijn sterk afhankelijk van het water- en peilbeheer, maar door de aanwezige sluizen/stuwen zijn hier geen grote problemen te verwachten. Stromingsproblemen spelen niet op gestuwde wateren.

Een hoge rivierafvoer heeft een beperkt effect voor de bevaarbaarheid van de Noordzee, aangezien de rivierafvoer de waterstand in de Noordzee nauwelijks zal beïnvloeden. Er is wel een effect te verwachten rondom de riviermondingen. In welke mate de hogere rivierafvoeren de lokale stromingen rondom de riviermondingen kunnen beïnvloeden is niet onderzocht. Dit kan worden gezien als een aandachtspunt.

Verwachtingen hoog water in 2050

In het rapport "Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas?"⁵ worden maandgemiddelden gegeven voor de afvoer bij Lobith (Rijn) en Borgharen (Maas) voor de verschillende KNMI'14 klimaatscenario's in vergelijking met de referentiesituatie/huidige situatie, zie Figuur 4. Het mag duidelijk zijn dat er in de winter/voorjaar rekening moet worden gehouden met afvoeren die in 2050 gemiddeld tot 30% hoger zijn. Daarnaast is aangegeven dat de maximale afvoer bij een herhalingstijd van 1250 jaar als volgt zal toenemen:

- Maas: van 3.900 m³/s nu tot 4.450 m³/s in 2050
- Rijn: van 14.400 m³/s nu tot 15.900 m³/s in 2050



Figuur 4: Gemiddelde afvoer per maand in de klimaatscenario's [Bron: Deltares]

⁵ "Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas?", Deltares, september 2015

Op basis van het bronnenonderzoek is duidelijk dat er rekening moet worden gehouden met hogere afvoer in 2050 en waarschijnlijk ook met hogere stroomsnelheden. De relatie tussen afvoer en stroming is overigens niet expliciet inzichtelijk gemaakt. Deltares verwacht dat de effecten op de stroming beperkt zijn. Enerzijds is het vaarwegprofiel en het bergend vermogen met het programma "Ruimte voor de Rivier" verruimd, waardoor de toename van de rivierafvoer voor een belangrijk deel kan worden opgevangen met een ruimer profiel. Anderzijds omdat de stroomsnelheden in de reguliere situatie relatief laag zijn en best nog kunnen toenemen zonder grote problemen voor de scheepvaart te veroorzaken. Een aantal experts in de werksessie hebben aangegeven dat zij lokaal toch stromingsproblemen verwachten.

Hoogwaterperiodes gaan langer duren en worden meer intensief, maar het is niet de verwachting dat de problemen voor de scheepvaart hierdoor significant zullen toenemen⁶. De daadwerkelijke impact op de scheepvaart kan op dit moment nog niet geheel worden onderbouwd.

3.1.4 *Klimaatbedreiging golven en wind*

Golven ontstaan door wind. Golven en wind hangen met elkaar samen en derhalve worden golven en wind beschouwd als onderdeel van dezelfde klimaatbedreiging.

Golven

Hoge golven spelen vooral op zee en op open water. Op rivieren en kanalen zal de golfwerking een stuk minder intensief zijn, aangezien de strijklengte meestal onvoldoende is om hoge golven te veroorzaken. Op lange rechte stukken kunnen incidenteel, als de windrichting goed staat, echter ook hogere golven voorkomen. De klimaatbedreiging hoge golven is met name een bedreiging voor open water, zoals de Noordzee, de Waddenzee, de Zeeuwse Delta, het IJsselmeer, het Markeermeer en de overige grote meren.

Hoge golven kunnen leiden tot de volgende effecten voor de scheepvaart:

- Het overslaan van water over/op het schip, waardoor de ruimtes in het schip kunnen vollopen als deze niet goed zijn afgesloten, wat uiteindelijk kan leiden tot het zinken van het schip.
- Het deinen van het schip, waardoor lading overboord kan slaan.
- Het verstoren van radarbeeld (clutter), waardoor met name kleinere schepen minder goed of geheel niet opvallen op de radar.
- Meer frequente sluiting van de stormvloedkeringen om het water buiten te houden bij stormvloed met als gevolg extra hinder voor de scheepvaart.

Wind

Wind is een belangrijke aanjager van golven, maar wind kan ook op andere manieren de scheepvaart hinderen. Wind speelt daarbij niet alleen op open water, maar ook op kanalen en rivieren.

Wind leidt tot de volgende effecten voor de scheepvaart:

- Schepen hebben meer ruimte nodig op de vaarweg (door drifthoek en door de kans op verzetten), dat geldt met name voor schepen die veel wind vangen en minder diep steken (containerschepen, pontons met hoge lading) of schepen met onvoldoende motorvermogen. Ankerliggers op de Noordzee kunnen door wind gaan drijven.
- Schepen hebben meer moeite met manoeuvreren rondom objecten. De manoeuvreerbaarheid neemt vooral af bij lage snelheden, waarbij het schip toch al lastig manoeuvreerbaar is. Sterke windstoten zijn daarbij extra complex en kunnen leiden tot koersafwijkingen die ongevallen inleiden.

⁶ Deze nuance is door Deltares aangegeven in toelichtende gesprekken (Jurjen de Jong).

- Wind kan leiden tot opstuwing van water, waardoor er lokaal waterstandverschillen kunnen ontstaan. Dit kan problemen geven bij de passage van bruggen.

Met name de kleinere schepen zijn kwetsbaar voor golven en wind, maar bij sterke wind en hoge golven kan ook de grotere scheepvaart een risico lopen.

Verwachtingen golven en wind in 2050

Op basis van het bronnenonderzoek zijn de verwachtingen naar de toekomst als volgt:

- Ten opzichte van de huidige situatie zal de gemiddelde windsnelheid in 2050 veranderen in een bandbreedte tussen -2,5% en +0,9% [Bron: KNMI'14];
- De hoogst gemiddelde windsnelheid op een dag verandert tot 2050 in een bandbreedte tussen -3,0% en +0,0% [Bron: KNMI'14];

Het klimaatscenario volgens het KNMI'14 laat een kleine afname zien van de maximale windsnelheden. De gemiddelde snelheid zou in het meest ongunstige klimaatscenario licht kunnen toenemen, maar de toename is marginaal. Dit impliceert golven en wind geen echte klimaatbedreiging vormen in 2050. De situatie zal niet anders zijn in vergelijking met de huidige situatie.

Een bijzondere vorm van wind wordt gevormd door de wind- en waterhozen. Deze komen steeds vaker in het nieuws, maar dit hangt deels samen met het feit dat iedereen een mobiele telefoon op zak heeft, waardoor deze fenomenen steeds vaker worden vastgelegd. De wind- en waterhozen in Nederland zijn vergelijkbaar met de tornado's in de USA, maar dan met een beperkte kracht. In Nederland komen wind- en waterhozen incidenteel voor (3 tot 5 keer per jaar boven land) en iedere wind/waterhoos duurt hooguit enkele minuten. Ondanks de beperkte kracht kunnen ze veel schade veroorzaken. De KNMI'14 klimaatscenario's geven geen uitsluitsel over wind- en waterhozen in 2050 en er is onvoldoende data beschikbaar voor een goede onderbouwing naar de toekomst. Deskundigen verwachten wel dat het aantal wind- en waterhozen zal toenemen als de temperatuur stijgt. Zo zou de frequentie boven land volgens één expert kunnen verdrievoudigen van 3-5 per jaar in de huidige situatie tot 10-15 per jaar in 2050⁷.

3.1.5 *Klimaatbedreiging extreem weer*

Onder extreem weer wordt verstaan mist, neerslag, sneeuw, en ijs. Golven en wind zijn ook onderdeel van extreem weer, maar deze aspecten zijn al behandeld onder de voorgaande klimaatbedreiging. De condities mist, neerslag, sneeuw, hitte en ijs zijn aanvullend en worden daarom meegenomen onder de klimaatbedreiging "extreem weer".

Mist

Het mag duidelijk zijn dat mist zal leiden tot visuele beperkingen voor de schipper. In het Binnenvaart Politie Reglement (BPR) is opgenomen dat er op een aantal vaarroutes bij mist verplicht moet worden gevaren met radar aan boord. Dat is van toepassing bij ernstige mist, dat wil zeggen bij een zicht van minder dan 1000 m op hoofdvaarwegen en bij een zicht van minder dan 400 m op overige vaarwegen. Voor scheepvaartverkeer zonder radar geldt op de betreffende vaarwegen een vaarverbod. Toch is het soms lastig voor de scheepvaart om dit vaarverbod te respecteren. Mist kan plots en vlagerig zijn, waardoor de scheepvaart niet tijdig kan stoppen. Het doorvaren zonder radar kan in dat geval leiden tot gevaarlijke situaties op de vaarwegen. Op de Noordzee en de niet in het BPR opgenomen vaarwegen geldt dit vaarverbod overigens niet.

⁷ Interview Philippe Schambergen met RTL Nieuws, 17 juni 2020

Ook als radar aan boord beschikbaar is, zal mist tot een verhoogd risico leiden. De schipper heeft minder middelen om een goed beeld van de omgeving te krijgen, waardoor bepaalde verkeerssituaties minder snel opvallen. Wel is de schipper bij mist extra alert.

Mist kan in principe overal optreden, maar open gebieden (onbebouwde gebieden/weilanden) zijn extra vatbaar voor mist en de dichtheid is hier vaak ook meer intens.

Neerslag en sneeuw

Net als bij mist zal extreme neerslag of sneeuw leiden tot visuele beperkingen, alsmede een mogelijke beperking van het radarbeeld. Voor neerslag en sneeuw gelden derhalve dezelfde invloeden als bij mist, maar in iets mindere vorm. Hevige neerslag kan ook zorgdragen voor wateroverlast in het schip, met name als luiken open staan. De hoeveelheden zijn echter beperkt en neerslag zal niet snel leiden tot het zinken van het schip. Neerslag en sneeuw kan overal optreden en is relevant voor alle vaarwegen.

Hitte

Hitte heeft invloed op infrastructuur. Door hitte zullen materialen uitzetten, waardoor mechanische problemen kunnen ontstaan. Een belangrijk voorbeeld hiervan zijn de bruggen die bij hitte vastklemmen, waardoor geen bediening meer mogelijk is. Bij een dergelijke klemming ontstaat een stremming en daarmee hinder voor de scheepvaart. Dit risico wordt in praktijk gemitigeerd door de brug te koelen met water. Als een brug niet kan worden bediend, kan lokaal drukte ontstaan.

Hitte kan ook leiden tot broei van bulkclading, wat kan uiteindelijk kan leiden tot een ladingbrand. Tenslotte kan hitte ook leiden tot een lager attentieniveau van de schipper.

Warme dagen zijn extra interessant om te recreëren en het is aannemelijk dat de intensiteit van de recreatievaart zal toenemen naarmate het aantal zomerse dagen toeneemt.

IJs

IJs levert hinder voor de scheepvaart. Door ijs kunnen schepen vastlopen of beschadigen. Als de ijslaag te groot wordt, kan de scheepvaart alleen nog in konvoivaart bepaalde trajecten varen. Drijvend ijs kan ook schade opleveren aan objecten.

Verwachtingen Extreem weer in 2050

Op basis van het bronnenonderzoek zijn de verwachtingen naar de toekomst als volgt:

- Mist: In de huidige situatie/referentiesituatie komt mist (zicht minder dan 1000 m) gemiddeld 300 uur per jaar voor. Mistige omstandigheden zullen in 2050 met 110 uur per jaar afnemen tot 190 uur. Dit geldt voor alle klimaatscenario's [Bron: KNMI'14];
- Neerslag: De gemiddelde neerslag in de zomer bedraagt in de huidige situatie/referentiesituatie 224 mm. Afhankelijk van het klimaatscenario wijzigt dit naar een waarde tussen de 195 en 227 mm. De hoeveelheid neerslag wijzigt niet significant [Bron: KNMI'14];
- Neerslag: Het aantal dagen met extreme neerslag in de zomer (>20 mm per dag) bedraagt in de referentiesituatie 1,7 dagen per jaar. De verwachting voor het aantal dagen met extreme neerslag in 2050 ligt in een bandbreedte tussen 1,3 en 2,2 dagen. [Bron: KNMI'14];

- Hitte: De gemiddelde temperatuur in de zomer bedraagt in de referentiesituatie 17,0 graden Celsius. De verwachting voor de gemiddelde temperatuur in 2050 ligt in een bandbreedte tussen 18,0 en 19,3 graden Celsius.
- Hitte: Het aantal zomerse dagen (>25 graden Celsius) bedraagt in de referentie situatie 21 dagen. De verwachting voor het aantal zomerse dagen in 2050 ligt in een bandbreedte tussen 25 en 37 dagen.
- IJs: Het aantal ijsdagen (max. temp < 0 °C) neemt af van 7,2 dagen in de referentiesituatie naar 0,7 tot 3,6 dagen in 2050. IJsvorming kan daarmee niet worden gezien als bedreiging voor de nautische veiligheid. [Bron: KNMI'14];

Mistige condities nemen af van 300 uur per jaar naar circa 190 uur per jaar. Mist is daarmee geen klimaatbedreiging, de situatie zal immers verbeteren.

De hoeveelheid neerslag zal tot 2050 slechts marginaal toenemen. In het meest ongunstige klimaatscenario zal deze neerslag wel meer geconcentreerd vallen. Het betreft dan een beperkte toename van 1,7 dagen met intensieve buien nu tot 2,2 dagen in 2050.

De temperaturen zullen tot 2050 toenemen en het aantal zomerse dagen neemt toe van 21 dagen tot maximaal 37 dagen. Daarmee is hitte een duidelijke klimaatbedreiging.

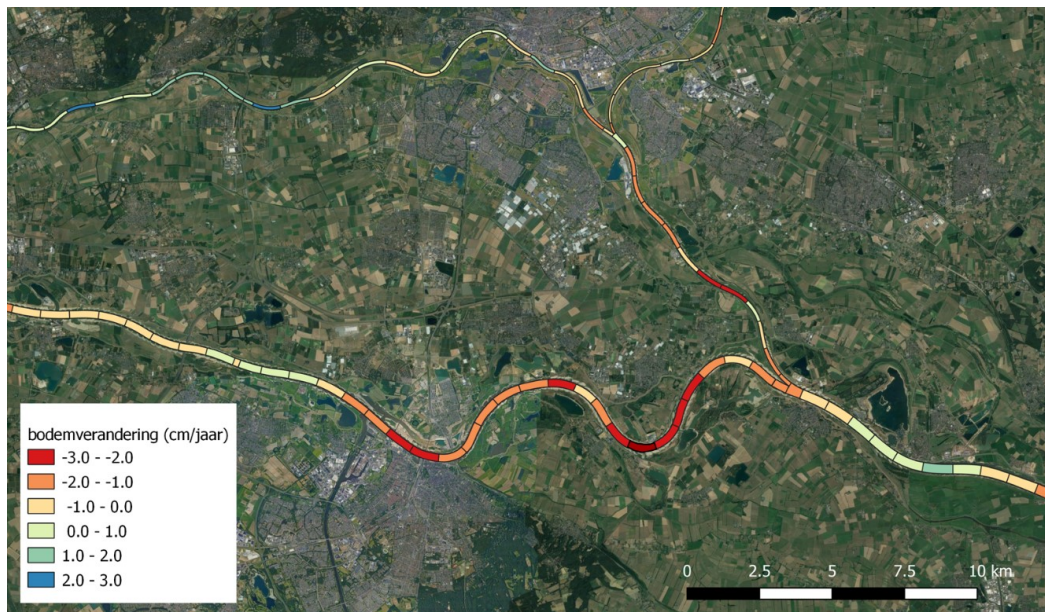
3.1.6

Klimaatbedreiging Bodemerosie

Door morfologische veranderingen (bodemerosie en sedimentatie), zullen waterniveaus en waterstanden kunnen wijzigen. In principe kunnen nieuwe ondieptes worden gebaggerd als onderdeel van het onderhoudsbaggerwerk, waardoor veel knelpunten relatief eenvoudig opgelost kunnen worden als onderdeel van herzien baggerbeleid.

De knelpunten worden op termijn vooral gevormd door de vaste objecten in de vaarweg. De vaste objecten hebben een vaste drempel, waardoor deze een hindernis kunnen gaan vormen voor de scheepvaart als de bodem daalt. Deze problemen zullen zich vooral manifesteren in combinatie met laagwater. Voorbeelden van vaste objecten die een potentieel knelpunt kunnen vormen zijn drempels van sluizen, vaste lagen in de rivier (ter bescherming van bodemerosie) en bodemkribben. De vaste laag (bodembescherming) bij Nijmegen is hier een voorbeeld van. De vaste laag voorkomt bodemerosie, maar de onbeschermde delen zijn wel onderhevig aan bodemerosie, waardoor de vaste laag een knelpunt kan worden bij laagwater omstandigheden.

De effecten van bodemerosie worden alleen zichtbaar bij laagwatersituaties. Door de diepgangbeperking kunnen alleen nog schepen met minder diepgang worden toegestaan, waardoor minder lading kan worden meegenomen. Dit wordt gecompenseerd door de inzet van meer schepen of door een modal shift naar andere modaliteiten. Vanwege de overeenkomende effecten, zal de klimaatbedreiging "bodemerosie" in het vervolg van deze verkenning worden meegenomen als onderdeel van de klimaatbedreiging "droogte".



Figuur 5: Ruimtelijk variatie in waargenomen trends in morfologische bodemontwikkeling gemiddeld per rivierkilometer (vakgemiddelde trends in cm/jaar, afgelopen 20 jaar) (Deltares, 2019 via Willem Ottevanger 2019)

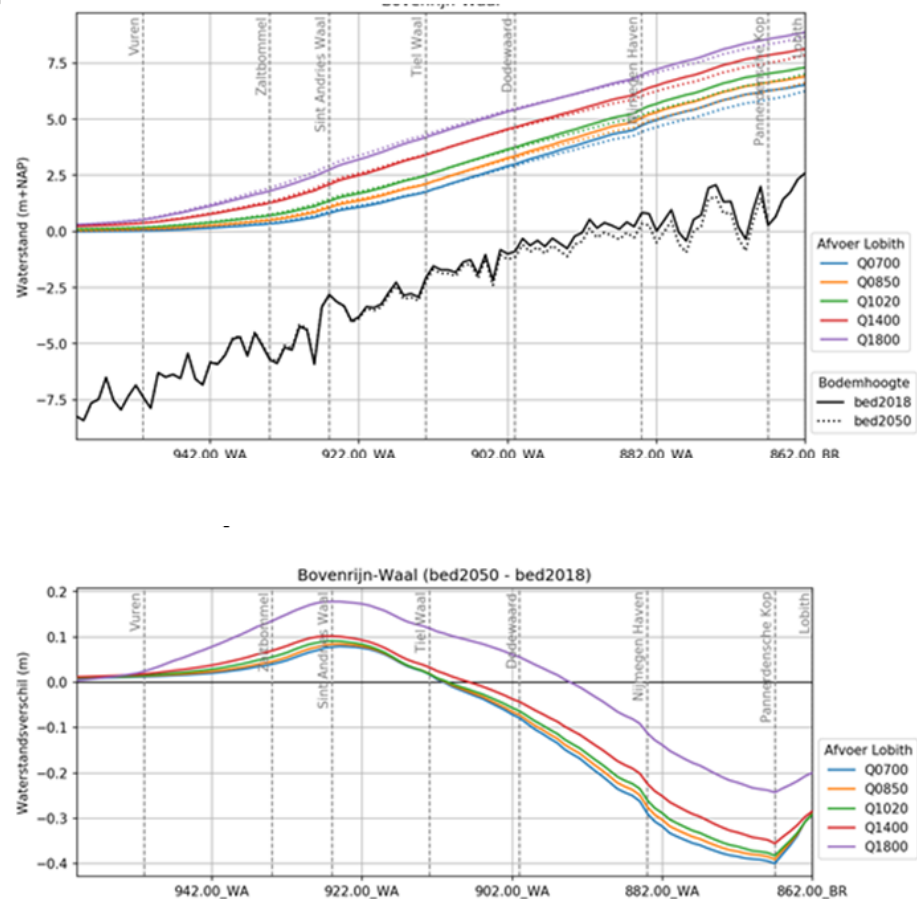
De ontwikkeling van de morfologische bodemveranderingen op de Rijn is op hoofdlijnen weergegeven in Figuur 5, gedetailleerde informatie over de Maas is nog niet beschikbaar. Het is echter de verwachting dat de morfologische bodemveranderingen geen grote effecten zullen hebben op de scheepvaart op de Maas⁸. Figuur 5 illustreert dat de morfologische bodemveranderingen sterk afhankelijk zijn van de locatie.

De morfologische bodemveranderingen geven nog geen inzicht in de beschikbare waterdiepte. Dit is verder uitgewerkt in Figuur 6. De bovenste figuur geeft de waterstand en de ligging van de bodem ten opzichte van N.A.P. voor verschillende plaatsen op de Rijn bij verschillende rivierafvoeren in de jaren 2018 (getrokken lijnen) en 2050 (gestippelde lijnen). De onderste figuur geeft de verandering van de waterdiepte in 2050 voor verschillende rivierafvoeren. De waterdiepte voor een jaar kan makkelijk uit de bovenste figuur worden afgeleid door de verschilwaarde te bepalen tussen de waterstand en de ligging van de bodem. De figuur geeft aan dat de waterdiepte met maximaal 40 cm afneemt in 2050. Deze maximale afname van de waterdiepte is te verwachten bij de Pannerdensch Kop.

De afname van de waterdiepte door bodemerosie zal in de praktijk niet leiden tot de kans op vastlopen van de schepen in 2050, aangezien de vaste lagen en drempels momenteel dieper liggen dan de Minst Gepeilde Diepte⁹. Desondanks zijn er in de huidige situatie al problemen bij laagwater vanwege zuigingseffecten, squat, et cetera. Bij een waterstandverlaging zullen die problemen verder toenemen.

⁸ Aangegeven door Deltares (Jurjen de Jong)

⁹ Aangegeven door Deltares (Jurjen de Jong)



Figuur 6: Invloed van bodemdaling op waterstanden bij verschillende afvoeren op de Rijn (Bron: Nagekomen informatie van Deltares) -Boven indicatie bodemligging en waterstanden bij verschillende debieten, Onder, impact bodemdaling op waterstanden bij verschillende debieten.

3.2 Nabespreking

De klimaatbedreigingen zijn niet nieuw en ook in de huidige situatie wordt het scheepvaartverkeer geconfronteerd met droogte, zeespiegelstijging, hoge water afvoer, wind, golven, extreem weer en bodemerrosie. De condities zullen in de periode tot 2050 wel gaan veranderen, waardoor de scheepvaart in de toekomst mogelijk meer overlast ondervindt ten gevolge van het klimaat. De belangrijkste klimaatveranderingen tot 2050 zijn samengevat in Tabel 1.

De nautisch medewerkers in de werksessies hebben enigszins verbaasd gereageerd op het bericht dat er volgens de klimaatscenario's geen verandering in golven en wind wordt voorzien. Dit staat haaks op het beeld dat zij via de media hebben gekregen. De meeste nautisch medewerkers verwachten een meer intensief wind- en golfklimaat in 2050. Daarbij moet ook de kanttekening worden gezet dat de klimaatscenario's zijn opgesteld voor het binnenland. Het is het daarmee de vraag in hoeverre deze klimaatscenario's representatief zijn voor de situatie op zee. Toch hebben de experts ook kritisch kanttekeningen geplaatst bij de ongewijzigde wind- en golfcondities in het binnenland. Het wordt aanbevolen om de uitgangspunten te verifiëren en indien correct extra aandacht te besteden aan de juiste communicatie/informatie.

Klimaat-bedreiging	Referentie/huidig	2050
Droogte: Rijn:	• Onderschrijding 1020 m3/s: 20 dagen	• Onderschrijding 1020 m3/s: 12 tot 47 dagen • In het meest ongunstige klimaatscenario wordt de droogte intenser, in het gunstigste klimaatscenario neemt de droogte in 2050 af.
Maas:	• Onderschrijding 44 m3/s: 31 dagen	• Onderschrijding 44 m3/s: 27 tot 80 dagen • In het meest ongunstige klimaatscenario wordt de droogte intenser, in het gunstigste klimaatscenario neemt de droogte in 2050 af.
Zeespiegelstijging	0	+15 tot + 45 cm
Hoge rivierafvoer	Geen duidelijke referentie	Aanname: toename in de orde van 30% ten opzichte van de huidige situatie. Er is echter geen duidelijke indicatie wat dit betekent voor de nautische veiligheid.
Golven en wind Golven en wind	-	Geen significante wijzigingen in 2050.
Windhozen	3 tot 5 per jaar.	Mogelijk verdrievoudiging tot 10-15 per jaar (weinig data).
Extreem weer Mist	300 uur	190 uur
Neerslag	Gem. neerslag zomer: 224 mm Intensive buien: 1,7 dagen	Gem. neerslag zomer: 195 -227 mm Intensive buien: 1,6 -2,2 dagen
Hitte	21 zomerse dagen Dag maximum zomer 21,9 °C	Van 26 tot 36 zomerse dagen Dag maximum zomer: 22,8 tot 24,2 °C
IJs	Ijsdagen (max. temp < 0 °C) 7,2 dagen	Ijsdagen (max. temp < 0 °C) 0,7 tot 3,6 dagen per jaar
Bodemdaling	0	Lokaal (Nijmegen) kan de waterdiepte tot 40 cm afnemen door bodemerrosie. Laag waterproblemen op de Rijn kunnen hierdoor in 2050 niet bij een afvoer van 1020 m3/s, maar bij circa 1170 m3/s ontstaan.

Tabel 1: Ontwikkeling klimaatbedreigingen volgens het KNMI en klimaatdeskundigen

Volgens de experts bestaan de grootste bedreigingen voor de scheepvaart uit kortdurende en extreme weersmanifestaties, zoals intensieve buien, onweer, waterhozen en stortbuien (vaak met extreme wind). Deze weersmanifestaties treden relatief onverwacht op. Het verrassingseffect leidt tot hogere risico's, de schippers worden overvallen. Gemiddeld genomen zullen de condities in 2050 wellicht niet veel veranderen, maar door een verschuiving van de weerspatronen kunnen de condities mogelijk toch veel gevaarlijker worden. Omdat de klimaatscenario's hier geen uitspraak over doen, bestaan er op dit vlak een aantal onzekerheden. In deze verkenning wordt, bij gebrek aan verdere informatie, uitgegaan van een onveranderd wind- en golfklimaat in 2050. Het verdient echter aanbeveling om dit aspect nader te laten onderzoeken en de analyse hier, zo nodig, op aan te passen.

De klimaatbedreigingen hebben effect op de scheepvaart en kunnen in bepaalde gevallen de nautische veiligheid beïnvloeden. De belangrijkste consequenties van de klimaatbedreigingen op het scheepvaartverkeer zijn samengevat in Tabel 2 op bladzijde 29.

Invloed op scheepvaart	
Droogte	• Reductie van de waterdiepte op rivieren ten gevolge van de lagere rivierafvoeren. • Door diepgangbeperkingen zijn meer schepen noodzakelijk om dezelfde lading te kunnen vervoeren. Het wordt drukker. • Er is minder ruimte op de vaarweg. Problematiek van zuiging neemt toe • Sluizen en stuwen worden benut voor peil- en waterbeheer. De bediening van de sluizen kan hierdoor, meestal in rustige periodes, tijdelijk worden beperkt. Dit kan drukte opleveren in de voorhavens, De scheepvaart wordt gehinderd. • Op de Noordzee en de benedenrivieren kunnen de stromingscondities veranderen. Daarnaast zal de zoet- en zoutwatertong veranderen.
Zeespiegel stijging	• Bij sluizen die onderdeel zijn van de zoet/zout waterscheiding kan een hoge zeespiegel in combinatie met droogte leiden tot een beperkte schutcapaciteit (gedeeltelijke stremming) om zoutindringing te minimaliseren. • Door de toename van de waterstand kan de doorvaarthoogte bij bruggen in de Zeeuwse Delta en in benedenrivieren structureel afnemen. • Op de Noordzee neemt de waterstand toe, waardoor schepen meer speling hebben tussen kiel en zeebodem. Bij ongewijzigd baggerbeleid kan de veiligheid in geulen licht toenemen. • De combinatie van een hoge zeespiegel met droogte kan leiden tot een beperking van de sluisbediening om zoutindringing te voorkomen. Dit levert extra drukte in de ankergebieden op de Noordzee. • Keringen kunnen meer frequent sluiten, waardoor drukte ontstaat in ankergebieden. • De stromingscondities nabij de riviermondingen en delta's kunnen ten gevolge van zeespiegelstijging veranderen op Noordzee en binnenwater. Daarnaast zal de zoet- en zoutwatertong veranderen.
Hoge rivierafvoer	• Een hogere rivierafvoer leidt tot hogere waterstanden en meer ruimte op de rivier. • De afgaande schepen varen sneller door de stroming. De schepen zijn minder goed manoeuvreerbaar, waardoor zij meer ruimte nodig hebben en verder vooruit moeten kijken. Opgaande en kruisende vaart kan deze snelheid mogelijk verkeerd inschatten. • Stroming maakt het manoeuvreren moeilijker voor kruisende vaart, voor zwemmers, voor recreatievaart, bij passage van bruggen en het manoeuvreren in de nabijheid van vaste objecten. • Bij extreme hoogwaterstanden kan een stremming worden ingesteld. • Op de Noordzee en de benedenrivieren kunnen de stromingscondities veranderen. Daarnaast zal de zoet- en zoutwatertong veranderen.
Hoge golven en wind	• Golven leiden tot moeilijke vaaromstandigheden op zee en op grote open wateren. De golven kunnen leiden tot golfoverslag en kunnen leiden tot het vollopen van niet afgesloten ruimtes. • Golven spelen minder op rivieren en kanalen, omdat de wind meestal onvoldoende strijklengte heeft om hoge golven te creëren. • Door wind komen schepen eerder bij elkaar in de buurt, extra manoeuvreerruimte is wenselijk om gevaarlijke situaties te voorkomen. • Ankerliggers kunnen door de wind gaan drijven. • Wind werkt extra complicerend in gebieden met weinig ruimte, zoals bij bruggen en sluizen. Schepen met kleine diepgang en grote windvang zijn extra vatbaar. Vlagerige wind kan dit verder versterken. • Wind- en waterhoozen zijn in potentie gevaarlijk voor de (kleinere) scheepvaart. De kans dat een windhoos een schip treft is overigens erg klein.
Extreem weer	• Extreem weer heeft betrekking mist, neerslag en hitte. Stroming, wind, golven zijn immers al eerder besproken. • Bij mist wordt op radar gevaren. Dit is op zich veilig, maar visueel zicht is belangrijk als extra confirmatie. • Scheepvaart zonder radar mag bij mist niet op het binnenwater varen die zijn aangegeven in het BPR. Als de scheepvaart door mist wordt overvallen, is dit echter niet altijd te voorkomen. • Intensieve neerslag en sneeuw kunnen eveneens leiden tot visueel beperkingen. Intensieve neerslag kan leiden tot wateroverlast in het schip; • Hitte kan leiden tot het vastlopen van bruggen. Hierdoor kan drukte ontstaan. • Hitte kan leiden tot concentratieproblemen en een verlaagd attentieniveau. • Door hitte kan het drukker worden met recreatievaart.
Bodemdaling	• Bodemdaling leidt tot gewijzigde bodemligging en waterstanden. • Vaste objecten, zoals sluizen, en vaste lagen blijven op hoogte en kunnen de effecten door droogte versterken. Deze vaste lagen liggen meestal een stuk dieper dan de Minst Gepeilde Diepte, maar kunnen toch enige hinder opleveren voor de scheepvaart bij lage rivierafvoer/waterstanden. • In deze verkenning wordt de bodemdaling meegenomen als onderdeel van de klimaatbedreiging droogte.

Tabel 2: Impact van klimaatbedreigingen op de scheepvaart

In de twee werksessies is zorg uitgesproken over de veiligheid van olie- en gasplatformen in de Noordzee. De meeste platformen zijn afgeschreven en niet ontworpen op de toegenomen wind- en golfcondities. Hierdoor kunnen ongevallen ontstaan en de schade bij een ongeval kan toenemen. Alhoewel het een valide argument is, is de conditie van de platforms niet direct gerelateerd aan scheepsongevallen/nautische veiligheid. In deze verkenning wordt gekeken naar de effecten van klimaatverandering op nautische ongevallen en de conditie van de platformen staat daar los van. Derhalve is dit aspect in deze verkenning buiten beschouwing gelaten.

Dat geldt ook voor de toegenomen ruimtedruk op de Noordzee. Door de bouw van windparken is er steeds minder ruimte beschikbaar voor vaarwegen en ankergebieden. Door het ruimtegebrek neemt de kans op ongevallen toe. Alhoewel dit ook een valide argument is, hebben Ruimtelijke Ordeningsvraagstukken geen relatie met het klimaat. Ook deze aspecten zijn in deze verkenning buiten beschouwing gelaten.

In het volgende hoofdstuk wordt verder onderzocht hoe de klimaatveranderingen gaan ingrijpen op de nautische veiligheid.

4 Risicoanalyse

Dit hoofdstuk heeft betrekking op de risicoanalyse. Paragraaf 4.1 start eerst met een beschrijving van de gehanteerde risicomethodiek. De risicomethodiek is essentieel om het effect van klimaatbedreigingen op de risico's te kunnen duiden. Paragraaf 4.2 geeft vervolgens een overzicht van toprisico's, zoals deze in voorgaande MNV-onderzoeken zijn vastgesteld. Deze risico's zullen in de risicoanalyse worden geconfronteerd met de klimaatbedreigingen. Vervolgens wordt in paragraaf 4.3 een eerste vertaling gemaakt van de klimaatveranderingen in Tabel 1 naar het waarschijnlijke effect op het aantal ongevallen (kans). De uitgebreide confrontatie van de klimaatscenario's met de risico's op het binnenwater is samengevat in paragraaf 4.4. Hierbij is in detail gekeken naar zowel het aantal ongevallen (kans) als het effect (gevolg). Paragraaf 4.5 omvat dezelfde confrontatie van de klimaatbedreigingen met de risico's op de Noordzee. Vervolgens wordt in paragraaf 4.6 gekeken of de klimaatbedreigingen nog aanleiding geven tot aanvullende risico's en in paragraaf 4.7 wordt ingegaan op de mitigerende maatregelen.

De risicoanalyse in dit hoofdstuk is gebaseerd op een eerste analyse door de adviseur en een tweede analyse aan de hand van de twee expertsessies. De resultaten van de expertbeoordelingen zijn derhalve in dit hoofdstuk verwerkt.

4.1 Risicomethodiek Nautische Veiligheid

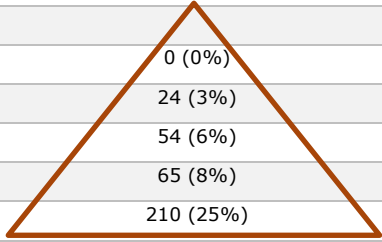
Gemelde en bekende scheepsongevallen worden geregistreerd in de scheepsongevallen-database (SOS-database). De SOS-database geeft voor ieder scheepsongeval informatie over de locatie van het ongeval, de datum en het tijdstip van het ongeval en zo mogelijk ook informatie over de omstandigheden, de oorzaak en de effecten van het ongeval. Om de ernst van de effecten van ieder scheepsongeval inzichtelijk te maken, worden risicoscores toegekend op het vlak van letselschade (Veiligheid, Gezondheid en Maatschappij), milieuschade en economische schade. De risicoscores worden toegekend aan de hand van de "Effectklassen", zoals deze zijn gedefinieerd in de risicomatrix voor nautische scheepsongevallen, zie Tabel 3 op bladzijde 33. De effectscores van individuele scheepsongevallen worden bijgehouden en geregistreerd in daartoe bestemde velden in de SOS-database.

In verschillende risicoanalyses wordt gebruik gemaakt van risicopiramides, zoals het voorbeeld in Figuur 7 op bladzijde 34. Hierbij worden alle ongevallen behorend bij een bepaald risico verbijzonderd naar de verschillende effectklassen. Door alle individuele risicoscores van alle incidenten op te tellen en te delen op het aantal onderzochte jaren, ontstaat een gemiddelde risicoscore per jaar voor een specifiek risico. Hoe hoger deze score, hoe ernstiger het risico. Vanwege de effectiviteit is het vooral zaak om mitigerende maatregelen te ontwikkelen voor de risico's met de hogere scores. De gemiddelde risicoscore per jaar is daarmee een handig hulpmiddel bij het prioriteren van risico's.

Effect klasse	Veiligheid, Gezondheid, Maatschappij	Milieuschade	Economische schade voor RWS en eigenaar/stremming	Effectscore in SOS	Maximaal 1x per 20 jaar	Tussen 1x per 20 jaar en 1x per 2 jaar	Tussen 1x per 2 jaar en 5x per jaar	Tussen 5x per jaar en 50x per jaar	Meer dan 50x per jaar
5 - Zeer ernstig	Meerdere doden of gewonden	Omvangrijke schade aan flora en fauna in een groot gebied, waarbij herstel jaren gaat duren.	Stremming vaargeul meer dan 7 dagen en/of materiële schade groter dan 100 Mln	100000	5000	50000	500000	5000000	50000000
4 - Ernstig	Een dode of vermiste	Ernstige verstoring van meer dan 1 jaar in een middelgroot gebied. Grotendeels herstel van milieuwwaarden binnen een periode van enkele jaren mogelijk.	Stremming vaargeul meerdere dagen, en/of materiële schade tussen 15 Mln – 100 Mln	10000	500	5000	50000	500000	5000000
3 - Beperkt	Meerdere zwaargewonden	Lokale verstoring, middelgrote en vooral tijdelijke schade aan flora en fauna, ongewenste milieubelasting duurt maximaal 1 jaar. Volledige herstelmogelijkheden van het milieu.	Stremming vaargeul 1 dag, en/of materiële schade tussen 1 Mln – 15 Mln	1000	50	500	5000	50000	500000
2 - Licht	Een zwaargewonde	Kortdurende overschrijding van grenswaarden in een klein gebied zonder blijvende schade aan flora en fauna. Volledig herstel is verzekerd.	Stremming vaargeul in orde van 2 uren, en/of materiële schade tot 1 Mln	100	5	50	500	5000	50000
1 - Zeer licht	Licht letsel	Grenswaarden voor vervuiling niet overschreden	Minder dan 1 uur stremming, en/of materiële schade in orde 10 duizenden euro's.	10	0,5	5	50	500	5000
0 - Nilhil	Geen slachtoffers	Geen milieuschade	Geen economische schade	0	0	0	0	0	0

Tabel 3: Standaard risicomatrix op basis van SOS-definities

Effect klasse	Piramide risico typering categorie	Aantal ongevallen [in 8 jaar]
5	Zeer ernstig	0 (0%)
4	Ernstig	24 (3%)
3	Beperkt	54 (6%)
2	Licht	65 (8%)
1	Zeer licht	210 (25%)
0	Nihil	489 (58%)
Totaal aantal incidenten		842 (100%)
Totale risico score per 8 jaar		302.600
Gemiddelde risicoscore per jaar		37.825



Figuur 7: Voorbeeld Risicopiramide voor een bepaald risico.

Het mag duidelijk zijn dat scheepsongevallen in de ernstige effectklassen minder frequent voorkomen dan de scheepsongevallen in de minder ernstige effectklassen. Hierdoor ontstaat de typische driehoeksvorm van de risicopiramide, een brede basis met minder ernstige effecten en een smalle top met betrekking tot de meer ernstige scheepsongevallen.

Bij het prioriteren van de risico's wordt gekeken naar de gemiddelde risicoscore **per jaar**, waarbij de risico's conform de standaard methodiek van RWS als volgt worden ingedeeld:

- **Zeer hoog risico**
 - Gemiddelde risicoscore per jaar > 50000
- **Hoog risico**
 - Gemiddelde risicoscore per jaar > 5000 < 50000
- **Midden risico**
 - Gemiddelde risicoscore per jaar > 500 < 5000
- **Laag risico**
 - Gemiddelde risicoscore per jaar < 500

De risicopiramide kan worden opgesteld voor de integrale schade of specifiek voor letselschade, milieuschade en economische schade. In de voorliggende verkenning wordt alleen gekeken naar de integrale schade, dus de som van letselschade, milieuschade en economische schade tezamen.

Kanttekening bij de historisch beschikbare data (SOS-database)

De risicobedoordeling op basis van de historisch geregistreerde gegevens (SOS-database) kent een aantal nadelen:

- Niet alle scheepsongevallen worden gemeld en geregistreerd. Hierdoor is er sprake van een onderregistratie in de SOS-database. Het betreft dan meestal scheepsongevallen met minder ernstige effecten, maar het komt ook voor dat meer ernstige ongevallen worden gemist.
- De registratiediscipline van de medewerkers die de SOS-database vullen is niet optimaal, waardoor niet alle ongevallen onder het juiste risico of met de juiste informatie worden geregistreerd.
- Scheepsongevallen met meer ernstige effecten komen in de praktijk weinig frequent voor. Bij een laag aantal registraties zal toeval een belangrijke rol gaan spelen. Als in de laatste jaren geen ernstig ongeval heeft plaatsgevonden, dan kan niet geconcludeerd worden dat het scheepsongeval niet zou kunnen plaatsvinden in de volgende periode. Andersom geldt ook, als een enkel ernstig ongeval heeft plaatsgevonden, dan betekent dat niet automatisch dat deze in de volgende periode ook zal optreden.

- De risicoscore voor financiële schade en milieuschade wordt ingeschat door RWS-medewerkers op basis van de ongevalsbeschrijvingen. De werkelijke schade wordt meestal pas bekend na de registratie van het scheepsongeval en er vindt achteraf geen correctie plaats. De ernst van scheepsongevallen wordt hierdoor niet altijd goed in de SOS-database weergegeven.

De risicoanalyse op basis van de SOS-database geeft een indicatie over de omvang van de risico's, maar de analyse geeft geen volledig betrouwbaar beeld. Een kwantitatieve analyse op basis van de SOS-database wordt daarom in de MNV-onderzoeken altijd verder aangescherpt op basis van de kennis en kunde van nautische experts en verkeersleiders.

4.2 Inventarisatie van toprisico's

De toprisico's in deze verkenning zijn gedefinieerd in de landelijke MNV-rapportages uit 2018 en 2019 voor het binnenwater en de Noordzee. Het betreft de rapportages:

- "Monitor Nautische Veiligheid, Binnenwateren, 2009 -2018, Risicoanalyserapport", RWS, versie 1.0, 11 februari 2020.
- "Monitor Nautische Veiligheid, Risicoanalyse Noordzee", RWS, definitief eindrapport versie 1.0, 22 januari 2018.

Daarnaast zijn er vier aanvullende infrastructurele risico's toegevoegd die zijn geïdentificeerd in het onderzoek "Risicoanalyse Aanvaringen van Bruggen, Sluizen, Stuwen en Keringen, Risicoanalyse rapport", RWS WVL, Definitief versie B, 21 februari 2020.

De nautische toprisico's op het Binnenwater zijn samengevat in Tabel 4 en de toprisico's op de Noordzee zijn weergegeven in Tabel 5. De meeste toprisico's geven direct inzicht in de aard van het risico. Een beperkt aantal risico's hebben een toelichting nodig:

- Eenzijdig ongeval recreatievaart (binnenwater): Onder eenzijdige ongevallen worden meerdere ongevalstypen verstaan. Het omvat het omslaan, kapseizen of zinken van de boot zonder dat er een ander schip betrokken is of een explosie aan boord. Onder de eenzijdige ongevallen worden geen eenzijdige aanvaringen met infrastructuur verstaan, zoals grondingen of aanvaringen van kribben, boeien en/of oever.
- Ongeval passagierschip (binnenwater en Noordzee): Onder dit risico worden alle ongevalstypen verstaan, het betreft dus niet alleen aanvaringen met andere schepen, maar ook aanvaringen van infrastructuur, een overige eenzijdige ongevallen, zoals grondingen, het vollopen van het schip ten gevolge van golven, etc. Dit toprisico is geselecteerd omdat het aantal opvarenden op passagiersschepen erg hoog is, waardoor er bij ongevallen zeer ernstige effecten kunnen ontstaan.
- Ongevallen recreatievaart (Noordzee): Onder dit risico vallen alle mogelijke ongevallen met recreatievaart. Dit omvat aanvaringen met andere recreatievaart, aanvaringen met beroepsvaart/zeevervaart, aanvaringen met infrastructuur (boeien), grondingen, eenzijdige ongevallen, zinken, omslaan, kapseizen, brand en explosies, etc. Alhoewel de ongevallen met recreatievaart in dit onderzoek als één groep zijn beoordeeld, is in de Risicoanalyse Noordzee 2018 Addendum¹⁰ een nadere uitsplitsing gemaakt naar de aard van de ongevallen met recreatievaart.

Tabel 4 en Tabel 5 geven ook inzicht in de oorspronkelijke risicoclassificering van de risico's, alsmede de risicoscores waarop de classificering is gebaseerd.

¹⁰ Risicoanalyse Noordzee 2018 Addendum, RWS, verdiepingsonderzoek risico's recreatievaart, RWS, 20 december 2018.

Risico	Oorspronkelijke classificatie	Gehanteerde risicoscore
Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart	Zeer hoog risico	63.312
Aanvaring van een brug door beroepsvaart	Zeer hoog risico	62411
Eenzijdig ongeval recreatievaart	Hoog risico	19.882
Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	Hoog risico	20.363
Ongeval met een veerpont	Hoog risico	14.430
Ongeval met passagiersschip	Hoog risico	20.201
Aanvaring van een sluis	Hoog risico	41.919
Aanvaring van een zwemmer	Hoog risico	21.196 ¹¹
Aanvaring tussen recreatievaart onderling	Midden/Hoog risico	10.713
Aanvaring tussen beroepsvaart onderling	Midden risico	986
Gronding beroepsvaart	Midden risico	1.122
Aanvaring van een stuw	Midden risico	2.847
Aanvaring van een kering	Midden risico	1.225
Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	Midden risico	3.274

Tabel 4: Overzicht Toprisico's Binnenwater¹²

Risico	Oorspronkelijke classificatie	Gehanteerde risicoscore
Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen	Hoog risico (A-A-A)	23.500
Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen	Hoog risico (A-A-C)	11.520
Arbo ongevallen op visserij schepen	Hoog risico (A-A-C)	24.000
Schipbreuk en zinken van visserij schepen;	Midden risico (B-C-C)	2.650
Slagzij maken en zinken van een koopvaardij schip	Hoog risico (A-A-A)	12.700
Aanvaring van platforms door schepen en objecten	Hoog risico (A-A-B)	11.700
Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij	Midden risico (B-B-C)	1.220
Aanvaring van windmolens door schepen	Midden risico (B-B-B)	2.400
Brand op een passagierschip	Hoog risico (A-B-C)	11.220
Ongevallen recreatievaart	Hoog risico (A-A-A)	11.490

Tabel 5: Overzicht Toprisico's Noordzee¹³

De risicoclassificering in de drie onderzoeken zijn op verschillende manieren tot stand gekomen en zijn daardoor niet één op één vergelijkbaar. Er is gekozen om de oorspronkelijke risicoclassificering in stand te houden en daarmee de gerelateerde risicoscores in dit rapport als uitgangspunt te gebruiken. Deze verkenning richt zich alleen op de relatieve verschuivingen ten gevolge van de klimaatveranderingen, maar de risicoscores zijn wel noodzakelijk om in een latere fase de eventuele verschuivingen in risicoklassen inzichtelijk te maken.

¹¹ De oorspronkelijke risicoscore van 2.010 is naar boven bijgesteld, vanwege de verwachte onder-registratie in de SOS-database

¹² De risicoscores zijn afgeleid van de risicotabellen met expertbeoordelingen in de rapportage. De daadwerkelijk risicoscore is niet in de rapportage direct berekend.

¹³ Risicoscores uit het voorgaand onderzoek op de Noordzee zijn met 10 vermenigvuldigd, zodat deze aansluiten bij de risicomethodiek in deze rapportage.

Dit geeft een aantal belangrijke aandachtspunten voor deze verkenning:

- Risicoscores worden in deze verkenning niet ter discussie gesteld, er wordt slechts onderzoek gedaan naar de relatieve verschuivingen ten gevolge van de klimaatveranderingen;
- In deze verkenning wordt de oorspronkelijke risicoclassificering gebruikt met de gerelateerde risicoscores.
- Risicoscores van toprisico's mogen niet onderling vergeleken worden, aangezien deze op verschillende manieren tot stand zijn gekomen.

Het verdient aanbeveling om in de toekomst een meer uniforme werkwijze te borgen voor het classificeren van risico's.

4.3

Indicatie van het effect van klimaatbedreigingen op de kans van optreden

Voorafgaand aan de risicobeoordeling zijn een aantal werkhypotheses voorgelegd aan de experts. De werkhypotheses hebben betrekking op het aantal extra mogelijke ongevallen (kans) in het meest ongunstige klimaatscenario. In de werkhypotheses is verondersteld dat de effecten zich lineair gedragen. De experts hebben vervolgens aangegeven in hoeverre de hypothesen kloppen of in hoeverre er andere, niet lineaire, effecten worden verwacht. De volgende werkhypotheses zijn voorgelegd:

- **Droogte (Rijn):**
In de huidige situatie moet rekening worden gehouden met gemiddeld 20 droogtedagen op de Rijn. Dit betreft $(20 \text{ dagen} / 365 \text{ dagen}) = 5,0\%$ van het jaar. In 2050 nemen de droogteperiodes toe tot maximaal 47 dagen of $(47/365 =) 12,8\%$ van het jaar. Verondersteld dat het aantal ongevallen op droogtedagen twee keer zo hoog is in vergelijking met gemiddelde dagen, zal het aantal ongevallen per jaar ten gevolge van droogte toenemen met maximaal $(12,8\% - 5,0\% =) 7,8\%$.

Door de bodemdaling kunnen droogteproblemen zich eerder manifesteren, namelijk bij een afvoer van circa 1170 m³/h in plaats van bij 1020 m³/h. Op basis van Bijlage A zal het gemiddelde aantal dagen met droogte problemen daarbij toenemen tot circa 80 dagen per jaar in 2050, overeenkomend met $(80/365 =) 21,9\%$ van het jaar in het meest ongunstige klimaatscenario. Verondersteld dat het aantal ongevallen op droogtedagen twee keer zo hoog is in vergelijking met gemiddelde dagen, zal het aantal ongevallen per jaar ten gevolge van droogte toenemen met maximaal $(21,9\% - 5,0\%) = 16,9\%$ toenemen. Dit percentage kan echter niet landelijk worden doorgetrokken, aangezien de effecten ten gevolge van bodemdaling zeer lokaal zullen optreden, voornamelijk bij de vaste lagen. Derhalve wordt de maximale toename van de kans van optreden over de gehele Rijn ingeschat in de orde van 10%.
- **Droogte (Maas):**
Op de Maas zijn in de huidige situatie gemiddeld 30 droogtedagen. Dit neemt in 2050 toe tot maximaal 80 dagen. Dezelfde berekening volgende, zal het aantal ongevallen op jaarbasis niet meer dan 13,7% toenemen. De effecten van bodemdaling zijn naar verwachting te verwaarlozen. Overigens is de Maas volledig gestuwd en kan worden verwacht dat het werkelijke percentage voor de kans van optreden van droogte-gerelateerde scheepsongevallen op de Maas een stuk lager ligt.
- **Droogte (Noordzee):**
Op de Noordzee heeft de droogte geen nadelige nautische effecten en hier wordt geen effect verwacht op het aantal scheepsongevallen.

- **Zeespiegelstijging:** De zeespiegelstijging zal in 2050 met 15 tot 45 cm toenemen. De negatieve effecten van de zeespiegelstijging voor de nautische veiligheid beperken zich op het binnenwater tot een klein aantal bruggen en sluizen in de getijdegebieden. Het betreft enkele objecten op een areaal van circa 1.100 bruggen en 221 sluizen. Daarmee heeft de zeespiegelstijging slechts invloed op circa 1% van het areaal.

Op de Noordzee heeft de zeespiegelstijging twee effecten. De geulen krijgen iets meer water, waardoor schepen iets minder afhankelijk worden van de vaargeul. De kans is echter groot dat dit voordeel komt te vervallen bij aanpassing van het baggerbeleid. Ten tweede kan het in de ankergebieden incidenteel drukker worden ten gevolge van beperkingen in de sluisbediening om zoutindringing te voorkomen. Deze beperking kan incidenteel optreden bij een hoge zeespiegel in combinatie met droogte. Dit is een zeer incidentele en zeer lokale situatie. Derhalve wordt een maximaal toename van het aantal ongevallen verwacht in de orde van 1% op het aantal scheepsongevallen ten opzichte van het landelijke jaargemiddelde.

- **Hoge rivierafvoer:** Er kan alleen sprake zijn van een hoge rivierafvoer in de winter/voorjaar. Op basis van de klimaatanalyse is duidelijk dat er in 2050 sprake zal zijn van een hogere rivierafvoer die ook langer zal duren. In principe is de hogere waterstand gunstig voor de scheepvaart, behoudens bij het passeren van vaste of gesloten bruggen. Daarnaast bestaat er een risico dat de vaarsnelheden toenemen ten gevolge van de toegenomen stroming. Alhoewel nog niet met data onderbouwd, heeft Deltares aangegeven dat deze effecten beperkt zullen zijn. De rivier heeft voldoende ruimte om de dwarsdoorsnede mee te laten groeien met de afvoer, waardoor de stroomsnelheid slechts beperkt zal toenemen en er weinig problemen voor de scheepvaart worden verwacht. Omdat een onderbouwing nog ontbreekt, wordt vooralsnog een soortgelijk effect ingeschat als bij droogte, dus een maximale van het aantal ongevallen op jaarbasis in de orde van 10-15% op de rivieren Maas en Rijn. Deze inschatting is erg conservatief, naar verwachting is de werkelijke toename minder groot.

Op de Noordzee zijn er geen consequenties op waterstand en/of stroming en is er geen effect te verwachten.

- **Golven en wind:** Aangezien de situatie in 2050 niet wezenlijk verandert ten opzichte van de huidige situatie, zal de kans van optreden van ongevallen ten gevolge van golven en wind niet wezenlijk veranderen. Er wordt derhalve geen verschuiving verwacht van de kans van optreden voor zowel het binnenwater als de Noordzee.
- **Golven en wind (Wind- en waterhozen):** Er zijn jaarlijks gemiddeld vijf wind- en waterhozen boven Nederland (gegevens boven de Noordzee zijn niet beschikbaar), die elk maximaal een paar minuten duren. De wind- en waterhozen leiden zelden tot scheepsongevallen en het geregistreerde jaargemiddelde zit ver onder 1 scheepsongeval per jaar. In het meest ongunstige scenario zal het aantal wind- en waterhozen in 2050 verdrievoudigen. Ook voor 2050 is het de verwachting dat de kans op een ongeval ten gevolge van wind- en waterhozen gemiddeld lager zijn dan 1 ongeval per jaar op binnenwater en de Noordzee.

- **Extreem weer - mist:** Mist kan in principe overal optreden en het is een landelijk verschijnsel. Het aantal misturen in 2050 zal afnemen van 300 uur naar 190 uur. De mistperiode van 300 uur komt overeen met $(100\% * 300 \text{ uur} / (365 \text{ dagen} * 24 \text{ uur}) =) 3,4\%$ van het jaar. Verondersteld dat het aantal scheepsongevallen op mistdagen twee keer zo hoog is in vergelijking met gemiddelde dagen, dan zal het aantal ongevallen per jaar ten gevolge van mist afnemen met maximaal 1,2%. Dat geldt zowel op het binnenwater als op de Noordzee.
- **Extreem weer - neerslag:** Met betrekking tot neerslag zal de totale hoeveelheid in 2050 ongeveer gelijk blijven, maar er worden meer intensieve buien verwacht. Intensieve buien nemen toe van 1,7 dagen nu naar maximaal 2,2 dagen in 2050. Dit is marginaal en het wordt verwacht dat de kans van optreden van ongevallen ten gevolge van hevige neerslag niet meer zal toenemen dan 1%. Dat geldt op het binnenwater en de Noordzee.
- **Extreem weer – hitte:** Het wordt warmer in 2050, het aantal zomerse dagen neemt toe van 21 nu tot maximaal 36 dagen in 2050. De 21 dagen betreft 5,8% van het jaar. In 2050 nemen het aantal zomerse dagen toe tot 36 dagen of tot 9,9% van het jaar. De periode met zomerse dagen neemt gemiddeld toe met $(9,9\% - 5,8\% =) 4,1\%$. Verondersteld dat het aantal scheepsongevallen bij hitte anderhalf keer zo hoog is in vergelijking met gemiddelde dagen, dan zal het aantal ongevallen per jaar ten gevolge van hitte op jaarbasis met circa 2% kunnen toenemen.
- **Bodemerosie:** De effecten van bodemerosie manifesteren zich bij droogte. Dit effect is meegenomen in de analyse van de klimaatbedreiging "droogte".

Samenvattend zullen de klimaatveranderingen leiden tot een verschuiving van de kans van optreden van risico's. Op basis van de analyse in deze paragraaf is het de verwachting dat deze verschuivingen in het meest ongunstige klimaatscenario niet groter zullen zijn dan 10 -15% van de huidige ongevalskans.

De getoonde werkhypothesen zijn voorgelegd aan de experts en de werkhypothesen worden niet door alle experts onderschreven. Hiertoe zijn de volgende voorbeelden genoemd:

- De aanname dat de ongevallen zich lineair over het jaar verdelen is niet correct, het zomerseizoen is bijvoorbeeld veel drukker met recreatievaart, waardoor de effecten in die periode ernstiger kunnen zijn dan aangegeven.
- Zeespiegelstijging, droogte en hoge rivierafvoer kunnen invloed hebben op de stromingen bij riviermondingen en Zeeuwse Delta en Waddenzee. Deze effecten zijn niet meegenomen in de berekeningen.
- Veel experts hebben een ander beeld bij de toekomstige weersomstandigheden. Het wordt verwacht dat de omstandigheden in 2050 veel extremer kunnen zijn dan in deze verkenning aangegeven. Dat geldt met name voor golven en wind, maar ook voor onweer, intensieve buien, waterhozen, windhozen en sneeuw.
- Mogelijk kunnen klimaatbedreigingen verschuiven in de tijd, waardoor het meer extreme weer zou kunnen verschuiven naar het meer intensieve recreatiesizoen.

4.4 Confrontatie toprisico's binnenwater met de klimaatbedreigingen

In de confrontatie wordt onderzocht hoe de klimaatveranderingen ingrijpen op de toprisico's. De confrontatie wordt uitgevoerd voor ieder toprisico afzonderlijk. De uitkomsten van deze analyse zijn uiteindelijk opgesomd in een confrontatiematrix, welke is opgenomen aan het einde van deze paragraaf. De klimaatbedreiging bodemerrosie wordt in de confrontatie behandeld als onderdeel van "droogte".

De resultaten van de confrontatie zijn telkens weergegeven in risicotabellen, welke door adviseur en experts zijn ingevuld. De adviseur heeft dit gedaan voor alle risico's. De experts is gevraagd om de belangrijkste en maatgevende drie toprisico's te beoordelen voor de klimaatbedreigingen "droogte", "zeespiegelstijging", "hoge rivierafvoer" en "extreem weer". De experts is gevraagd om de klimaatbedreiging "golven en wind" buiten beschouwing te laten, aangezien het klimaatscenario laat zien dat de wind- en golfcondities weinig zullen veranderen in 2050. De gemiddelde beoordeling is vet aangegeven in de verschillende tabellen, waarbij het gemiddelde door de adviseur is afgerond naar een, naar oordeel van de adviseur, meest passend percentage.

In iedere tabel is met nummers aangegeven hoe vaak een bepaalde score is geselecteerd. Als een beoordeling van een expert ver afwijkt van de beoordeling van de adviseur en er geen argumentatie is gegeven, dan kunnen de betreffende beoordelingen van de experts buiten beschouwing worden gelaten. Als dat het geval is, dan zijn de betreffende beoordelingsresultaten in de tabellen tussen haakjes aangegeven. De resultaten van de werksessies zijn samengevat in Bijlage C.

4.4.1 Aanvaringen recreatievaart - beroepsvaart

Aanvaringen tussen recreatievaart en beroepsvaart vinden plaats op locaties waar deze schepen bij elkaar in de buurt komen. De ongevallen komen vooral voor op smalle doorgaande vaarwegen waar de scheepvaart menst (zoals op de vaarweg Lemmer – Delfzijl), drukke vaarwegen, bij kruisend verkeer, maar ook op open water waar de recreatievaart met de vaargeul voor beroepsvaart kruist. De oorzaak van de ongevallen is erg divers. De belangrijkste oorzaken:

- De dode hoek van de beroepsvaart.
- Minder goed zeemanschap en/of reisvoorbereiding door recreatievaarder of beroepsvaarder;
- Beperkte communicatiemogelijkheden (geen marifoon recreatievaart), waardoor intenties niet kunnen worden uitgewisseld.
- Technische mankementen/storingen.

De recreatievaart heeft een sterke voorkeur voor open water en de kleinere waterwegen met weinig beroepsvaart. Op deze locaties zijn hogere concentraties aan ongevallen tussen recreatievaart te verwachten. Grotere en druk door de beroepsvaart benutte waterwegen worden weliswaar ook benut door recreatievaart, maar veel recreatievaarders proberen deze waterwegen te vermijden. De recreatieve schepen op deze waterwegen zijn vaak op doorreis/oversteek naar een recreatieve bestemming. Een uitzondering hierop is de Maas, ook hier wordt relatief veel gerecreëerd.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte zal de waterstand op de rivieren afnemen. Door de verlaging van de waterstand kunnen beroepsschepen minder lading vervoeren, waardoor er meer beroepsschepen nodig zijn om dezelfde lading te vervoeren. De intensiteit van de beroepsvaart kan hierdoor toenemen op de rivieren, als ook op de overige vaarwegen die onderdeel vormen van het vaartraject van de getroffen schepen. De toegenomen drukte op de vaarweg kan verder worden versterkt doordat rivieren minder breed worden. Scheepvaart moet dan manoeuvreren in een smaller vaarwater, waardoor een scheiding tussen beroepsvaart en recreatievaart minder eenvoudig is en de schepen moeilijk voor elkaar kunnen uitwijken. Tenslotte liggen schepen met minder lading hoger op het water, waardoor deze meer gevoelig zijn voor wind en een grotere dode hoek hebben. Ook hierdoor zal de aanvaarkans toenemen.

Ten gevolge van de genoemde effecten wordt de menging van recreatievaart en beroepsvaart meer intensief, waardoor de ongevalsrisico's op deze trajecten zal toenemen bij gelijkblijvende ernst van de ongevallen. Dat geldt zowel voor de doorgaande vaarwegen als de kruisingen.

Droogte vindt plaats tijdens de zomer en dan is het in de regel ook druk met recreatievaart. Dit is echter een seizoensgebonden drukte en de drukte wordt niet specifiek beïnvloed door de droogte, maar wel door warme dagen (hitte). Hitte komt later terug als onderdeel van de klimaatbedreiging "extreem weer". Het aspect droogte heeft op zich geen invloed op de intensiteiten van recreatievaart.

Een ander aspect is zuiging. Door de lage waterstanden zal de zuiging van passerende schepen toenemen. Met name de recreatievaart kan bij het passeren van beroepsvaart door zuiging worden overvallen. Dit zal eveneens de kans op ongevallen tussen beroepsvaart en recreatievaart kunnen doen toenemen. Dit probleem speelt vooral op rivieren en niet op de gestuwde kanalen.

De effecten op kanalen en gestuwde wateren kunnen variëren. Ten behoeve van het peil- en waterbeheer kan bij droogte worden besloten de bediening van sluizen tijdelijk te beperken. Inperking van de bediening kan leiden tot drukte bij de sluizen, waardoor de kans op aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart in de wachtgebieden kan toenemen. Als de resterende sluiscapaciteit niet toereikend is om het scheepsaanbod te verwerken, dan bestaat de kans dat een deel van de lading van de beroepsvaart via de weg, het spoor of alternatieve vaarroutes zal worden vervoerd. De intensiteit van de beroepsvaart neemt dan af en dan kan het iets rustiger worden op de vaarweg, waardoor de kans op aanvaringen juist weer afneemt. Op de hoofdvaarwegen wordt de scheepvaart vrijwel altijd gecontinueerd en eventuele langdurige capaciteitsbeperkingen worden vooral verwacht op de secundaire en provinciale vaarwegen. De effecten op de nautische veiligheid zijn daarmee sterk afhankelijk van de vaarroute en de genomen maatregelen vanuit het peil- en waterbeheer en hoe bevaarbaar de vaarweg is.

De intensivering van beroepsvaart zal met name plaatsvinden op de drukker hoofdvaarwegen en de aansluitende routes. Op deze locaties zal de kans op ongevallen tussen recreatievaart en beroepsvaart toenemen. De recreatievaart heeft echter een sterke voorkeur voor open water, meren en de rustige recreatieve vaarwegen. Intensivering van beroepsvaart is op deze locaties niet of in mindere mate te verwachten. Het kansverhogend effect van droogte zal hierdoor naar mening van de adviseur voor een deel worden afgezwakt. De gevolgen van de ongevallen zullen naar verwachting niet toenemen, aangezien de aard van de ongevallen niet wijzigt.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens de experts heeft droogte een grote invloed op dit risico. Daarbij is opvallend dat een enkele expert zowel de kans van optreden, als ook de gevolgen hoger inschat. Ter onderbouwing van de toename van de gevolgen is aangegeven dat de huidige snelvaargebieden zijn uitgelegd op een reguliere rivierafvoer. Bij droogte is de vaarweg vernauwd en hierdoor wordt verwacht dat het aantal ongevallen met kwetsbare jetski's en snelle motorboten zal toenemen. Deze ongevallen hebben vrijwel altijd een ernstig verloop, waardoor de gevolgen gemiddeld gezien toenemen. Ook is aangegeven dat de beroepsvaart door de dieptebeperkingen hoger ligt en daardoor minder goed kan manoeuvreren en een grotere dode hoek heeft. Hierdoor zal de kans op aanvaringen, ook in de rustige gebieden, toenemen. Alhoewel de argumentatie valide is, is het gewogen gemiddelde naar oordeel van de adviseur aan de hoge kant.

Aanvaring beroepsvaart – recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur + 5 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>						1	2	3			
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					2		1	2	1		
Risicoscore oud:	63.312					Risicoscore nieuw: 73.125					

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel kan leiden tot een gereduceerde bediening bij een beperkt aantal zeesluizen om zoutindringing te voorkomen. Als dit het geval is, dan wordt de scheepvaart hier tijdig over geïnformeerd. De situatie kan leiden tot overlast door extra drukte, maar als tijdig wordt gecommuniceerd dan hoeft dit niet te leiden tot een verhoogde ongevalskans.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens de experts heeft de zeespiegelstijging een grotere invloed op dit risico. Daarbij is opvallend dat meerdere experts de kans van optreden en/of de gevolgen relatief hoog inschatten. Als toelichting is aangegeven dat het bij de getroffen bruggen drukker wordt omdat er meer schepen een opening vereisen. Dit levert een hogere ongevalskans. Het verhoogde gevolg kan hier echter niet mee worden verklaard. De gemiddelde beoordeling komt daarmee hoger uit dan de beoordeling door de adviseur en is naar verwachting te hoog.

Aanvaring beroepsvaart – recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					2	0	3				
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					3		1	1			
Risicoscore oud:	63.312					Risicoscore nieuw: 67.142					

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer Bij een hoge rivierafvoer heeft de recreatievaart op rivieren meer ruimte beschikbaar, omdat de vaarweg door de hogere rivierafvoer breder wordt. Er is hierdoor meer ondiep water beschikbaar voor de recreatievaart. Dit geldt alleen op rivieren. Kanalen en wateren waar de waterstand wordt gereguleerd, zullen niet of in veel mindere mate door de hoge rivierafvoer worden beïnvloed.

Door de stroming krijgen de schepen op de rivieren een basissnelheid en om het schip bestuurbaar te houden in het stromende water, moeten de schepen sneller varen dan gebruikelijk. Schippers moeten hierdoor verder vooruitkijken. Andere schippers kunnen de snelheid van de schepen in de afvaart verkeerd inschatten. Dit resulteert in een verhoogde kans op ongevallen, waarbij de gevolgen door de hogere snelheid ernstiger kunnen zijn. Deze ongevallen kunnen plaatsvinden op kruisingen, maar ook op de doorgaande vaarweg. Het effect is alleen van toepassing op rivieren en niet op de wateren waar de waterstand wordt gereguleerd.

Met name recreatievaart heeft niet altijd voldoende ervaring om de stroming goed in te schatten. In de regel varen ze in de ondiepere delen die minder beïnvloed worden, maar als ze in de stromende delen terecht komen, bijvoorbeeld bij kruisingen, dan kunnen ze door de stroming worden overvallen. Hierdoor kan de kans op aanvaringen met beroepsvaart toenemen. Daarbij wordt opgemerkt dat de stroming ten gevolge van hoog water naar verwachting weinig zal toenemen, zodat de effecten ten gevolge van de klimaatbedreiging beperkt zijn. Sommige experts onderschrijven deze aanname niet. Daarbij is aangegeven dat er lokaal ook plekken bestaan met een vast vaarwegprofiel, zoals bij bruggen. Hier zal het wel degelijk harder stromen. De recreatievaart heeft overigens een duidelijke voorkeur voor open water, meren en

rustige en recreatieve vaarwegen. Dit zijn in de regel geen stroomvoerende rivieren. De toename van de kans op ongevallen is op die wijze slechts van toepassing op een klein deel van de recreatievaart, namelijk alleen de recreatievaart op stroomvoerende rivieren.

Tenslotte zijn er door de hogere waterstand iets meer schepen afhankelijk van brugopeningen. Bij een aantal bruggen kan het drukker worden, waardoor de kans op een aanvaring tussen beroepsvaart en recreatievaart licht kan toenemen. Op de grote rivieren met hoge afvoer zijn er overigens weinig bruggen aanwezig, waardoor dit een zeer beperkt effect is.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal is een kleine toename te verwachten van de kans van ongevallen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat de gevolgen iets ernstiger worden, aangezien snelheden ten gevolge van de stroming licht toenemen.

Volgens twee experts heeft een hoge rivierafvoer een belangrijke invloed op dit risico. Daarbij is opvallend dat er een iets hogere kans van optreden is aangegeven en een toename in het gevolg. Dit heeft te maken met het gevoel bij de experts dat de stroomsnelheden wel degelijk zullen toenemen.

Aanvaring beroepsvaart – recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur +2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1	1	1			
Gevolgen nemen af/toe						1	2				
Risicoscore oud:	63.312					Risicoscore nieuw:					
						69.801					

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen vooral op open water en incidenteel op lange rechte vaarwegen. Hoge golven leiden tot moeilijke vaarcondities en de meeste recreatievaarders zullen onder deze condities niet uitvaren. Toch is er een kleine groep die ook onder deze condities het water zal opgaan. Ook kan het voorkomen dat de recreatievaarders worden overvallen door veranderende condities, bijvoorbeeld door een minder goede reisvoorbereiding en/of een weersverandering.

De kleinere recreatieve schepen zijn bij hoge golven niet of lastig zichtbaar op de radar ten gevolge van clutter. De aanvaarkans tussen recreatievaart en beroepsvaart neemt hierdoor toe. De gevolgen kunnen door de hoge golven ook ernstiger zijn, aangezien de golven de redding kunnen bemoeilijken. De kans op een aanvaring voor een individueel schip neemt toe, maar omdat veel recreanten niet uitvaren, zal het getotaliseerde effect beperkt zijn.

Wind speelt niet alleen op open water, maar ook op kanalen en rivieren. Door de wind hebben de beroepsschepen en recreatieve schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren. Hierdoor neemt de kans toe dat schepen in elkaars buurt komen, waardoor de kans op aanvaringen toeneemt. De gevolgen van de aanvaringen zullen door de wind niet wezenlijk veranderen.

Op basis van de verwachtingen van het KNMI zullen de golf- en windcondities nauwelijks veranderen in 2050. Hierdoor zijn uiteindelijk geen verschuivingen in de risicoscore van het risico te verwachten.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen in potentie leiden tot aanvaringen. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is echter erg klein, de kans dat er vervolgens een tweede schip wordt betrokken is nog eens een factor kleiner. Daarmee zal de kans op aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart ten gevolge van wind- en waterhozen nauwelijks toenemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt door de adviseur geen verschuiving verwacht van de risicoscore voor het risico van aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart ten gevolge van de klimaatbedreiging "golven en wind". Overigens bestaat hier nog wel enige onzekerheid, omdat de aanname dat de wind- en golfcondities niet zullen veranderen in 2050 niet door de experts wordt onderschreven. De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaring beroepsvaart – recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	63.312				Risicoscore nieuw:				63.312		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij hevige mist en neerslag zullen veel recreanten besluiten om niet uit te varen. Er is echter een kleine groep die dit desondanks toch doet. Bij mist- en zichtbeperkingen is dat op bepaalde vaarwegen alleen toegestaan als de recreatievaart is voorzien van radar. Overigens kan het ook voorkomen dat de recreatievaarders worden overvallen door mist bijvoorbeeld door onvoldoende reisvoorbereiding of het plotseling ontstaan van mist.

Door de mist ontbreekt het visueel verkeersbeeld. Alhoewel radar en AIS aanwezig kunnen zijn, is direct zicht een belangrijk hulpmiddel om een goed verkeersoverzicht te behouden. Het ontbreken van dit hulpmiddel kan leiden tot interpretatiefouten, waardoor de kans op aanvaringen toeneemt. Naar verwachting zullen de het aantal mistdagen tot 2050 met 37% reduceren, waardoor geen toename van het aantal scheepsongevallen, maar juist een afname is te verwachten. Daarnaast ziet de schipper een ongeval in een mistige situatie niet aankomen, waardoor de gevolgen bij een ongeval in de mist ernstiger kunnen zijn omdat de schipper niet ingrijpt. Door de afname van de mistperiodes kunnen dus ook de gevolgen afnemen.

De neerslag zal in 2050 naar verwachting meer intens worden, maar het betreft een beperkte toename van 1,7 dag naar 2,2 dagen. Deze verhoging kan de kans op ongevallen doen toenemen, maar vanwege de beperkte toename van de intensieve buien zal het effect erg klein zijn.

Hitte heeft twee effecten. Het mooie weer is ideaal voor recreatievaart en hierdoor zal de intensiteit toenemen. Hierdoor zal de kans op ongevallen toenemen. De toename kan verder worden versterkt door het feit dat er bij warm weer vaker alcohol wordt gebruikt. Ten tweede kan de hitte het concentratieniveau van de schippers aantasten. Beroepsvaart is vaak voorzien van airconditioning, maar recreatievaart vaak niet. Beide effecten kunnen leiden tot een toename van het aantal aanvaringen, ook tussen beroepsvaart en recreatievaart. Het aantal zomerse dagen neemt tot 2050 toe van 17 dagen naar 36 dagen en daarmee is een klein negatief effect te verwachten met betrekking tot de kans van optreden van ongevallen tussen beroepsvaart en recreatievaart bij gelijkblijvende gevolgen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaliteit verwacht de adviseur dat de kans van optreden gelijk blijft aangezien de positieve en negatieve effecten elkaar grotendeels compenseren. De gevolgen kunnen licht afnemen, met name vanwege het feit dat de gevolgen bij mist vaak ernstiger zijn en dit type scheepsongevallen zal afnemen.

Volgens de experts heeft extreem weer een grotere invloed op dit risico. Daarbij is opvallend dat een enkele expert zowel de kans van optreden als de gevolgen relatief hoog inschat. Dit wordt verklaard door het verrassingseffect van mist. In de eerste dagen van het mistseizoen zijn veel ongevallen te verwachten, maar naarmate men went aan de situatie neemt het aantal ongevallen snel af. Een afname van de mistcondities vermindert de tijd om aan de mistcondities te wennen, waardoor er effectief meer ongevallen zouden kunnen plaatsvinden. Het verrassingseffect wordt door vrijwel alle experts onderschreven, maar de meeste experts zijn het niet eens met de aanname dat een reductie van de mistcondities tot meer ongevallen zou kunnen leiden. Daarmee is het gewogen gemiddelde van de beoordeling naar mening van de adviseur wat aan de hoge kant.

Aanvaring beroepsvaart - recreatievaart

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 6 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					2	2	3				
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>				1	4	1	1				
Risicoscore oud:	63.312					Risicoscore nieuw:	64.585				

4.4.2

Aanvaringen brug door beroepsvaart

Het is bekend dat aanvaringen van bruggen door beroepsvaart in veel gevallen worden veroorzaakt door inschattingfouten van de schipper, technische storingen van het schip, technische storingen van de brug en bedienfouten van de operator.

Inschattingfouten kunnen ontstaan door het verkeerd inschatten van de hoogte van de brug of door misinterpretatie van de omgevingsomstandigheden (wind, stroming). Ook komt het voor dat de schipper het schip opzettelijk laat inzakken (door extra gas te geven) om net onder de brug door te kunnen varen. Deze manoeuvre kan ook een aanvaring inleiden. Tenslotte kan een aanvaring ontstaan door technische mankementen, zoals het uitvallen van het brugmechaniek, een motorstoring van het schip of het uitvallen van de stuurinrichting. De schipper kan de brug dan niet meer ontwijken door een technisch probleem.

Bij aanvaringen van bruggen spelen meerdere infrastructurele aspecten een rol, zoals de beschikbare doorvaarthoogte van de brug, de aanwezigheid van een beweegbaar deel, aanwezigheid van pijlers, de beschikbare doorvaartbreedte en zelfs kleurstelling. Bruggen die niet geheel aan de laatste richtlijnen voldoen, lopen in ieder geval een verhoogde kans op een aanvaring van een brug.

Klimaatscenario droogte: Op stroomrivieren wordt de marge met de brug groter als de waterstand afneemt. Daarmee lijkt de kans op een aanvaring af te nemen. In de praktijk wordt de schipper geïnformeerd over de waterstanden en de brughogtes, waardoor hij hier rekening mee kan houden. Als er extra hoogte beschikbaar is, dan zal hij deze ook willen benutten. Hierdoor zal het risico uiteindelijk niet wezenlijk veranderen, het zijn alleen andere schepen die in de gevarenzone komen. Het is niet te verwachten dat de klimaatbedreiging zal leiden tot een meetbare verschuiving van de risicoscore van het toprisico.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens één experts heeft droogte een grotere invloed op dit risico. Met name de kans van optreden wordt hoger ingeschat. Bij droogte is er meer beroepsvaart, waardoor er meer brugpassages zullen plaatsvinden. Dit leidt tot een hogere aanvaarkans van met name de pijlers. De ongevalskans kan verder toenemen als ook de doorvaartbreedte van de brug door het lage water zou afnemen. In aanvulling hierop zullen schepen hoger liggen omdat zij minder lading kunnen vervoeren. Als deze schepen vervolgens een kanaal opvaren waar het water op peil wordt gehouden, dan wordt het hoogteprofiel kritischer. Ook hierdoor verhoogt de kans op ongevallen. Eén expert schat de kans lager in. Gemiddeld genomen komen de beoordelingen redelijk overeen met de inschatting van de adviseur, derhalve zijn alle beoordelingen meegenomen in het gemiddelde.

Aanvaring brug door beroepsvaart

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe			1		1		1				
Gevolgen nemen af/toe			1	0	2						
Risicoscore oud:	62.411				Risicoscore nieuw:				61.787		

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal leiden tot hogere waterstanden bij bruggen op de benedenrivieren en in de Zeeuwse Delta. Hierdoor neemt de doorvaarthoogte op deze locaties af. De zeespiegelstijging is structureel en daarmee is de situatie niet wezenlijk anders dan in de bestaande situatie, de doorvaarthoogte van de brug is alleen structureel iets lager. Dit wordt vastgelegd in alle vaarweginformatiesystemen. Omdat de meeste schippers alle mogelijke marge gebruiken, zal het risico niet wezenlijk veranderen, tenzij de brughoogte gaat afwijken van de Richtlijnen Vaarwegen. Als dat het geval is, is een klein negatief effect te verwachten met betrekking tot de ongevalskans bij een beperkt aantal lokale bruggen. De gevolgen van de aanvaringen zullen naar verwachting niet veranderen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens vier experts heeft de zeespiegelstijging een iets grotere invloed op dit risico. Eén experts geeft aan dat de zeespiegelstijging een impact kan hebben op het waterbeheer, waardoor de waterstand in de gereguleerde wateren (zoals het IJsselmeer) zou kunnen toenemen. In dat geval is het mogelijk dat er veel meer bruggen worden beïnvloed. Niet alle experts zijn overtuigd dat dat het geval zal zijn. Een andere expert geeft aan dat ook de gevolgen toenemen, maar hiervoor zijn geen argumenten gegeven. Derhalve is deze specifieke beoordeling buiten beschouwing gelaten. In de werksessie is door andere experts aangegeven dat de zeespiegelstijging erg beperkt is in vergelijking met de verschillen in de waterstand op de rivieren. Hierdoor wordt door hen nauwelijks effect verwacht. Ook is aangegeven dat de zeespiegelstijging erg langzaam gaat en een permanent karakter heeft, waardoor de schippers ruim de tijd hebben om aan de situatie te wennen. Er bestaat dus een wat verdeeld beeld over de effecten op de risicoscore van dit risico.

Aanvaring brug door beroepsvaart

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	2	2				
Gevolgen nemen af/toe					4			(1)			
Risicoscore oud:	62.411				Risicoscore nieuw:				63.035		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer stijgt het waterpeil op rivieren, waardoor de effectieve doorvaarthoogte bij bruggen afneemt. Daarnaast zal met name de afvaart last krijgen van de (beperkte) extra stroming die ontstaat door de hogere rivierafvoer. De afgaande schepen varen met iets hogere snelheden om manoeuvreerbaar te blijven. De schippers moeten hierdoor verder vooruitkijken en het manoeuvreren tussen de brugpijlers wordt lastiger. Door de toegenomen snelheid kunnen de gevolgen van een aanvaring in ernst toenemen. Het is de verwachting dat de risicoscore voor het risico aanvaringen van bruggen door beroepsvaart ten gevolge van de klimaatbedreiging "hoge rivierafvoer" licht zal toenemen.

De opvaart zal door de hoge rivierafvoer enigszins worden gehinderd aangezien deze door de stroming minder snel kunnen varen. De schepen blijven echter goed manoeuvreerbaar, waardoor voor deze groep schepen geen negatieve veiligheidseffecten zijn te verwachten.

Bruggen over wateren waarvan de waterstand wordt gereguleerd, worden veel minder door de hoge rivierafvoer beïnvloed, aangezien hier geen sprake is waterstandverhoging of een verhoogde stroomsnelheid. Negatieve effecten zijn vooral te verwachten bij bruggen over stromende rivieren. De klimaatbedreiging heeft daarmee alleen betrekking op een deel van de bruggen, wat het totale effect op de nautische veiligheid afzwakt. De kans op een aanvaring zal beperkt toenemen, waarbij de gevolgen eveneens licht kunnen toenemen ten gevolge van de hogere snelheden bij een iets hogere stroming.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens de experts heeft een hoge rivierafvoer een belangrijke invloed op dit risico. De beoordelingen zijn op hoofdlijnen in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Aanvaring brug door beroepsvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur + 5 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>						3	3				
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					3	2	1				
Risicoscore oud:	62.411					Risicoscore nieuw:					66.187

Klimaatscenario Golven en wind: De meeste bruggen zijn gelegen in kanalen en rivieren. Hier heeft de wind meestal onvoldoende strijklengte om hoge golven te kunnen veroorzaken. Hier wordt geen of een zeer beperkt effect ten gevolge van golven verondersteld. Dit is anders bij een beperkt aantal bruggen in de nabijheid van open water, zoals bij de Zeeuwse Delta. Hier kunnen golven wel een factor van invloed zijn. De langere bruggen over deze wateren zijn vaak ruimer qua opzet, waardoor er meer ruimte voor de beroepsvaart beschikbaar is om te manoeuvreren. Desondanks zullen hoge golven de kans op een aanvaring met een brug verhogen. De gevolgen kunnen bij deze bruggen ook iets ernstiger zijn, met name als er na de aanvaring een man overboord slaat. Echter, aangezien de wind- en golfcondities in 2050 niet significant wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie, wordt uiteindelijk geen verschuiving van de risicoscore verwacht.

Bij aanvaringen van bruggen is de wind zelf ook een belangrijke factor. Wind speelt niet alleen op open water, maar overal. Door de wind kunnen schepen worden verzet, waardoor het manoeuvreren meer ruimte kost. Het manoeuvreren tussen de pijlers wordt door wind negatief beïnvloed. Hierdoor zal de kans op een aanvaring van de brug toenemen. Daarnaast zal de schipper, om het schip beter bestuurbaar te houden, voldoende snelheid willen hebben. Hierdoor zal hij bij wind gemiddeld gezien iets meer snelheid willen aanhouden, wat de gevolgen van een aanvaring kan verhogen. Ook hier wordt in 2050 geen verschuiving van de risicoscore verwacht, aangezien niet wordt verwacht dat de windomstandigheden zullen veranderen ten opzichte van de huidige situatie.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen aanleiding zijn tot een aanvaring met bruggen, maar de kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is erg klein. Wind- en waterhozen treden plots op, waardoor de schipper geen tijd heeft om in te grijpen. Als ondanks de minimale kans toch een ongeval plaatsvindt ten gevolge van een wind- of waterhoos, dan kunnen de gevolgen extra ernstig zijn. Hierdoor is een kleine toename van de gevolgen te verantwoorden bij een gelijke kans van optreden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt dus een klein effect verwacht op de gevolgen van het risico "aanvaringen van bruggen". Overigens bestaat hier nog wel enige onzekerheid, omdat de aanname dat de wind- en golfcondities niet zullen veranderen in 2050 niet door de experts wordt onderschreven.

Aanvaring brug door beroepsvaart

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	62.411					Risicoscore nieuw:	63.035				

Klimaatscenario Extreem Weer: Mist en neerslag leiden tot visuele beperkingen. Deze beperkingen kunnen spelen op alle vaarwegen. Een visuele beperking kan een aanleiding zijn tot een aanvaring van een brug en daarmee wordt er een relatie met dit klimaatscenario verondersteld. Het is de verwachting dat de mistcondities in 2050 significant verbeteren ten opzichte van de referentiesituatie. Neerslagcondities zullen in 2050 marginaal verslechteren (intensieve buien nemen toe van 1,7 dagen nu tot maximaal 2,2 dagen in 2050). Mist en neerslag gezamenlijk hebben zodoende een klein positief effect op de kans van optreden van scheepsongevallen. De gevolgen bij mist en neerslag kunnen zijn verhoogd, zeker als de schipper het ongeval niet ziet aankomen en geen snelheid terugneemt. Omdat de mistcondities juist verbeteren, is er derhalve een afname van de gevolgen te verwachten.

Bij hitte kunnen bruggen vastlopen. Dit kan leiden tot drukte voor de brug, maar de kans op een aanvaring van de brug zal hierdoor niet significant toenemen. Hitte kan ook leiden tot concentratieverlies bij de schippers. Dit aspect is bij beroepsvaart echter minder relevant om dat de stuurhut meestal is voorzien van airconditioning.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaliteit wordt een kleine verbetering van zowel de kans van optreden als de gevolgen voorzien. Volgens één expert heeft extreem weer een grotere invloed op dit risico, zowel met betrekking tot de kans van optreden als ook de gevolgen. Een aannemelijke onderbouwing ontbreekt, de beoordeling hangt vooral samen met het gevoel dat het weer meer intens zal worden in 2050. De hoogste beoordeling van het gevolg is daarom niet meegenomen in de gewogen beoordeling.

Aanvaring brug door beroepsvaart

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe				1	0	1					
Gevolgen nemen af/toe			1				(1)				
Risicoscore oud:	62.411					Risicoscore nieuw:	59.290				

4.4.3

Eenzijdig ongeval recreatievaart

Onder een eenzijdig ongeval wordt verstaan het omslaan, zinken en kapseizen van het schip, alsmede een brand of een explosie aan boord. Eenzijdige aanvaringen met infrastructuur (boeien, kribben) en gronden zijn niet in dit risico meegenomen.

Recreatievaart is extra gevoelig voor lastige vaarcondities, zoals harde wind en hoge golven. Schepen kunnen hierdoor kapseizen, zinken of omslaan. Voor de zeilvaart is dit inherent aan de sport en het hoeft niet altijd tot ernstige gevolgen te leiden. Toch neemt de ernst van de gevolgen toe als de omstandigheden zwaarder worden. Met name als een man overboord slaat of als er een opvarende achterblijft in een kajuit dan neemt de kans op verdrinking toe.

De klimaatbedreigingen hebben vooral een relatie met het ongevalsscenario zinken, omslaan en kapseizen. Explosies en branden hangen vooral samen met de technische conditie van het schip en het gedrag van de opvarenden. Door hitte (meer zomerse dagen) neemt de intensiteit van de recreatievaart toe en daarmee ook de kans op ongevallen met brand en explosies.

Klimaatscenario droogte: Bij laag water neemt de waterstand af, met name op rivieren. Er is geen sprake van ruwe omstandigheden, waardoor de kans op zinken/kapseizen niet wezenlijk wordt beïnvloed.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De kans op aanvaringen met schepen of infrastructuur neemt in dit klimaatscenario wel toe, maar dit is geen onderdeel van dit toprisico. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van droogte op dit risico.

Eenzijdig ongeval recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	19.882				Risicoscore nieuw:				19.882		

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot hogere waterstand op de benedenrivieren en de Zeeuwse Delta. De waterstand heeft geen invloed op de kans op zinken/omslaan/kapseizen en een verhoging van de zeespiegel heeft daarmee geen invloed op het toprisico "eenzijdig ongeval recreatievaart".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Dit risico is door één andere expert beoordeeld. De beoordeling is identiek aan de beoordeling door de adviseur.

Eenzijdig ongeval recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					2						
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	19.882				Risicoscore nieuw:				19.882		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Een hoge rivierafvoer leidt tot hogere waterstanden en een licht verhoogde stroming op de rivieren. De hogere stroomsnelheid maakt het manoeuvreren lastiger en verhoogt de kans op aanvaringen met andere schepen of infrastructuur. Deze klimaatbedreiging zal het risico op het eenzijdig zinken/kapseizen echter niet beïnvloeden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Eenzijdig ongeval recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	19.882				Risicoscore nieuw:				19.882		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. Hoge golven verhogen de kans op kapseizen, omslaan en zinken, met name voor de kleinere recreatieschepen. De gevolgen kunnen daarbij extra hoog zijn, aangezien de opvarenden zich minder makkelijk in veiligheid kunnen brengen. Echter, omdat wordt verwacht dat de golfcondities niet wijzigen in 2050, zal de klimaatbedreiging niet leiden tot een verschuiving van de risicoscore.

Harde wind kan ook aanleiding zijn tot kapseizen, omslaan of zinken, maar harde wind heeft met name impact op de zeilvaart. Zeilen op rivieren en kanalen is minder goed mogelijk, waardoor ook de risico's aangaande wind vooral gerelateerd zijn aan open water, vergelijkbaar met hoge golven. Beide condities treden ook vaak gelijktijdig op. Overigens zal veel recreatievaart onder lastige en moeilijke condities niet uitvaren. Het wordt verwacht dat de windcondities niet zullen wijzigen in 2050 en daarmee zijn geen verschuivingen te verwachten van de risicoscore ten gevolge van deze klimaatbedreiging.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn voor eenzijdige ongevallen met recreatievaart. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein, maar als het gebeurt dan zijn de gevolgen naar verwachting groot. Derhalve is een kleine toename van de gevolgen van eenzijdige ongevallen te verantwoorden. In totaal wordt dus een klein effect verwacht in de gevolgen van de eenzijdige ongevallen met recreatievaart. Overigens bestaat hier nog wel enige onzekerheid, omdat de aanname dat de wind- en golfcondities niet zullen veranderen in 2050 niet door de experts wordt onderschreven.

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Eenzijdig ongeval recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	19.882				Risicoscore nieuw:				20.081		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij ernstige visuele beperkingen (mist en hevige neerslag) mag de recreatievaart op veel vaarwegen niet verder varen. Visuele problemen kunnen leiden tot aanvaringen, maar leiden niet direct tot het zinken/kapseizen of omslaan van het schip. Daarmee wordt geen effect verwacht op de risicoscore ten gevolge van mist.

Neerslag kan wel leiden tot het vollopen en zinken van een recreatieschip. Neerslag wordt in 2050 meer intensief, waardoor de kans op een dergelijk incident toeneemt. De toename van de kans is zeer beperkt omdat het aantal dagen met intensieve neerslag slechts toeneemt van 1,7 dag naar maximaal 2,2 dagen. Daarnaast is de kans dat een schip volloopt door neerslag minimaal.

Hitte kan leiden tot concentratieverlies. Dit leidt in de regel tot aanvaringen, maar niet tot het zinken, kapseizen of vollopen van het schip. De warmte kan wel leiden tot intensivering van de recreatievaart met verhoogde kans op ongevallen door brand en explosies. Ook drankgebruik zou kunnen leiden tot verkeerde acties van de schipper, waardoor een eenzijdig ongeval kan plaatsvinden. Daarmee is een klein effect te verwachten op de kans van optreden.

Tenslotte kan vorst leiden tot eenzijdige ongevallen, waarbij door het ijs schade ontstaat aan de romp van de recreatieve schepen. De ijscondities zullen in 2050 sterk verbeteren, waardoor de kans op ongevallen zal afnemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt door de adviseur een klein negatief effect verwacht op de kans van optreden van eenzijdige ongevallen met recreatievaart bij gelijkblijvende gevolgen. Volgens de experts is extreem weer wel relevant voor dit risico, maar de invloed is beperkt op zowel kans als gevolg. De beoordelingen zijn ongeveer in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Eenzijdig ongeval recreatievaart

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>						2	1				
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					1	2					

Risicoscore oud:

19.882

Risicoscore nieuw:

20.282

4.4.4

Ongeval dienstvaart (kapseizen, omslaan zinken)

Het zinken/kapseizen of omslaan van dienstvaart (sleepboten, patrouilleboten, baggervartaartuigen) komt incidenteel voor in havens op locaties waar gewerkt wordt. De ongevallen hangen vaak samen met de werkzaamheden van de dienstvaartuigen (hijswerkzaamheden, ongelijke belading, overbelading, etc.), al dan niet in combinatie met moeilijke/ruwe vaarcondities.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte verlaagt de waterstand, met name op rivieren. Alleen een waterstandwijziging zal het risico op zinken/kapseizen niet veranderen, aangezien dit risico vooral is gerelateerd aan ruwe omgevingsomstandigheden (golven, wind).

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens de experts heeft droogte geen grote invloed op kans of gevolg. Het risico werd niet gezien als maatgevend en is niet door de experts beoordeeld.

Zinken, kapseizen, omslaan dienstvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	20.363				Risicoscore nieuw:				20.363		

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot hogere waterstand op de benedenrivieren en de Zeeuwse Delta. Het kan ook leiden tot een gewijzigde stroming in riviermondingen en nabij de Waddenzee en Zeeuwse Delta. Tenslotte kan een hogere zeespiegel leiden tot een verhoogde zoutindringing. Naar oordeel van de adviseur wordt niet verwacht dat dit zal leiden tot aanpassing van kans of gevolg van het toprisico "omslaan/zinken/kapseizen dienstvaart".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van zeespiegelstijging op dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan dienstvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	20.363				Risicoscore nieuw:				20.363		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Een hoge rivierafvoer leidt tot hogere waterstanden en een licht verhoogde stroomsnelheid. De hogere stroomsnelheid maakt het manoeuvreren lastiger en verhoogt de kans op aanvaringen met andere schepen of infrastructuur. Dit klimaatscenario zal het risico op zinken/kapseizen echter niet beïnvloeden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan dienstvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	20.363				Risicoscore nieuw:				20.363		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. Hoge golven verhogen de kans op kapseizen, omslaan en zinken, met name voor de kleinere schepen. Het is echter de verwachting dat het golfklimaat niet significant zal wijzigen in 2050, waardoor de risicoscore niet zal verschuiven.

Wind speelt ook op kanalen en rivieren. Wind kan werkzaamheden compliceren. Het kan leiden tot instabiliteit door de windkrachten en dat kan in potentie het kapseizen, omslaan en zinken van dienstvaart inleiden. Het is echter de verwachting dat het windklimaat niet significant zal wijzigen in 2050, waardoor de risicoscore niet zal verschuiven.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn tot het zinken, kapseizen of omslaan van dienstvaart, zeker als het bijvoorbeeld een ponton met kraan betreft. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein, maar als het gebeurt dan zijn de gevolgen naar verwachting groot. Derhalve is een kleine toename van de gevolgen van eenzijdige ongevallen met dienstvaart te verantwoorden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt een klein effect verwacht in gevolgen van de eenzijdige ongevallen met dienstvaart. De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Zinken, kapseizen, omslaan dienstvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	20.363				Risicoscore nieuw:				20.567		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag zal de dienstvaart geheel op radar varen. Visuele problemen kunnen leiden tot aanvaringen, maar leiden niet direct tot het zinken/kapseizen of omslaan van het schip. Daarmee wordt geen effect verwacht ten gevolge van deze klimaatbedreiging.

Intensieve neerslag kan leiden tot het vollopen van schepen, waardoor er kans bestaat op zinken. De kans hierop is bij dienstvaart niet erg groot. De dagen met intensieve neerslag zal toenemen van 1,7 dagen nu tot maximaal 2,2 dagen in 2050, waardoor het effect zeer klein of nihil zal zijn.

Tenslotte kan hitte het concentratievermogen van de schippers aantasten, waardoor de kans op aanvaringen toeneemt. De kans op eenzijdige ongevallen ten gevolge van concentratieverlies, waaronder het omslaan, zinken of kapseizen van dienstvaart zonder aanvaring wordt minimaal ingeschat, mede omdat de meeste dienstvaartuigen zijn voorzien van klimaatbeheersing.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij eveneens geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan dienstvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	20.363				Risicoscore nieuw:				20.363		

4.4.5

Ongeval met een veerpont

Het toprisico "ongeval met een veerpont" omvat alle nautische ongevallen met een veerpont, dus aanvaringen, alsmede alle eenzijdige ongevallen. Veel ongevallen met een veerpont worden veroorzaakt door de kruisende manoeuvre ten opzichte van de doorgaande vaarweg. Deze kruisende beweging is op zich meer risicovol ten opzichte van de reguliere vaarbewegingen op de vaarweg. In eerder MNV-onderzoek is door de experts aangegeven dat dit risico wordt versterkt doordat de schippers (pont en doorgaande vaart) niet altijd de verkeersregels volgen en er onduidelijkheid wordt ervaren over de voorrangsregels op de vaarweg. Een andere oorzaak van ongevallen met veerponten is een verkeerde belading met lading/voertuigen, waardoor de

veerpont slagzij kan maken. Alhoewel ernstige ongevallen met veerponten niet frequent voorkomen, kunnen de gevolgen van een ongeval in potentie zeer ernstig zijn vanwege het hoge aantal opvarenden. Naarmate het drukker op de vaarweg wordt, zal de aanvaarkans toenemen.

Veerponten zijn er in twee uitvoeringen, de vrij varende pont en een mechanisch geleide pont, zoals de kabelpont. Bij de mechanisch geleide pont spelen vaak extra risico's, aangezien hier niet alleen het schip, maar ook de mechanische constructie (kabel) kan worden aangevaren. De mechanisch geleide veerponten worden steeds minder frequent toegepast en alleen op de minder belangrijke en minder intensief gebruikte vaarwegen.

Klimaatscenario droogte: Zoals aangegeven bij de eerdere risico's, kan droogte resulteren in een intensivering van de beroepsvaart op rivieren en aansluitende routes. Hierdoor zal de kans op aanvaringen in algemene zin toenemen. Dit effect kan worden versterkt als de vaargeul door droogte versmalt. Ook moet rekening worden gehouden met het feit dat de beroepsvaartschepen minder zwaar beladen zijn, waardoor deze hoger op het water liggen. De dode hoek is hierdoor groter, waardoor de kans op een aanvaringen met een veerpont toeneemt. Deze effecten gelden op routes die direct of indirect door de lagere waterstand worden beïnvloed.

Ook het verkeer op kanalen kan intensiveren als het kanaal aansluit op een route met een rivier. Daarnaast kan de bediening van sluizen bij laag water (tijdelijk) worden beperkt ten behoeve van peil- en waterbeheer. De beperking van de bediening kan op bepaalde kanaalpanden leiden tot grotere piekdrukke bij sluizen. Dit heeft echter geen grote invloed op de intensiteiten rondom veerponten.

Sommige veerponten worden bij laagwater uit bedrijf genomen omdat de veerstoept niet meer kan worden bereikt. In dat geval ontstaat hinder voor het wegverkeer, maar neemt de kans op ongevallen op de vaarweg af. In bochtige trajecten kan met laag water het zicht door de dijken beperkt worden, waardoor het verkeersbeeld visueel en radartechnisch wordt beperkt. Dit kan ook het geval zijn bij veerponten achter kribben. In die gevallen kan de kans op ongevallen toenemen.

Een lage waterstand is een extra bedreiging voor kabelponten. Door de lage waterstand is ook de kans op een aanvaring met de kabel verhoogd. Dit geldt niet op kanalen en op wateren waar de waterstand is gereguleerd, aangezien hier meestal geen diepgangbeperkingen zullen optreden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Samenvattend leidt de klimaatbedreiging droogte tot een verhoging van de risicoscore en dan met name op routes die door de waterstand worden beïnvloed. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van droogte op dit risico.

Ongeval met een veerpont

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							1				
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	14.430					Risicoscore nieuw: 15.152					

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel heeft geen directe invloed op de kans van optreden of de gevolgen van ongevallen met veerponten. Lokaal kan de waterstand stijgen, maar dat heeft geen invloed op het belangrijkste risico, de kruisende beweging. Daarnaast gaat de zeespiegelstijging erg langzaam gaat en deze heeft een permanent karakter. Schippers kunnen daardoor goed wennen aan de gewijzigde situatie.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens één expert heeft de zeespiegelstijging een grotere invloed op dit risico, met name op de kans van optreden. Een aannemelijke onderbouwing ontbreekt, maar omdat de beoordeling geen groot effect heeft op het gemiddelde, is deze wel meegenomen in de weging.

Ongeval met een veerpont

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	0	1				
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	14.430					Risicoscore nieuw: 14.574					

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer zal de stroomsnelheid op rivieren (licht) toenemen. Hierdoor wordt het voor de veerpont lastiger om de rivier over te steken. Ook is er meer aandacht nodig voor de afvaart, aangezien deze schepen door de stroming sneller varen en minder goed manoeuvreerbaar zijn. De kans op ongevallen neemt hierdoor beperkt toe en door de hogere snelheid kunnen ook de gevolgen van een aanvaring toenemen.

Bij hoog water kunnen bepaalde veerponten uit bedrijf genomen worden. Dat is het geval als de veerstoep onder water staat of als de klanten de veerpont niet meer kunnen bereiken door de hogere waterstand (toeleidingwegen ondergelopen). Bij deze veerponten zal de kans op ongevallen afnemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Samenvattend zal de klimaatbedreiging "hoge rivierafvoer" leiden tot een kleine verhoging van de risicoscore, maar alleen op waterwegen die direct door de rivierafvoer worden beïnvloed (rivieren). Op gestuwde wateren geldt de verhoging van het risico in mindere mate. Eén expert heeft de klimaatbedreiging "hoge rivierafvoer" voor dit risico beoordeeld. De beoordeling van de expert is op hoofdlijnen in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Ongeval met een veerpont

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							2				
Gevolgen nemen af/toe						1	1				
Risicoscore oud:	14.430					Risicoscore nieuw: 15.909					

Klimaatscenario Golven en wind: De meeste veerponten bevinden zich in rivieren en kanalen waar geen hoge golven kunnen ontstaan. Een beperkt aantal veerponten bevindt zich op open water en deze specifieke veerponten zijn wel extra vatbaar voor hoge golven. Denk hierbij aan de veerponten in de Zeeuwse Delta en in het Waddengebied. Deze veerponten zijn gebouwd voor de moeilijke vaaromstandigheden in deze gebieden en de diensten worden bij extreme weersomstandigheden uit de vaart genomen. Hierdoor is het risico voor een belangrijk deel gemitigeerd. Hoge golven hebben dus wel een effect, maar dit effect heeft vooral betrekking op capaciteit en niet op de nautische veiligheid.

Wind speelt niet alleen op open water, maar ook op kanalen en rivieren. Door de wind hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren. Hierdoor komen de schepen eerder in elkaars buurt en zal de kans op ongevallen toenemen. De snelheid van de schepen zal door de wind weinig veranderen en daardoor zullen de gevolgen van de aanvaringen bij wind niet wezenlijk veranderen. Alhoewel de scheepvaart bij sterke wind wordt gecontinueerd, worden veerponten bij zeer sterke windsnelheden uit de vaart genomen. Hierdoor wordt het risico voor een belangrijk deel gemitigeerd. In aanvulling hierop zullen de wind- en golfcondities in 2050 niet significant wijzigen ten opzichte van de referentiesituatie, waardoor geen verschuiving wordt verwacht van de risicoscore door wind en/of golven.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn voor eenzijdige ongevallen met schepen en dus ook veerponten. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een veerpont kruist is klein, maar als het gebeurt dan zijn de gevolgen bij een ongeval naar verwachting groot. Derhalve is een kleine toename van de gevolgen van eenzijdige ongevallen te verantwoorden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt dus een klein effect verwacht met betrekking tot de gevolgen van ongevallen met een veerpont. Overigens bestaat hier nog wel enige onzekerheid, omdat de aanname dat de wind- en golfcondities niet zullen veranderen in 2050 niet door de experts wordt onderschreven. De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Ongeval met een veerpont

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe							1				
Risicoscore oud:	14.430					Risicoscore nieuw: 15.152					

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag is er een negatief effect op de nautische veiligheid te verwachten. Bij extreme weersomstandigheden zullen de veerponten echter uit de vaart worden genomen, waardoor dit effect wordt gemitigeerd. De klimaatbedreiging "extreem weer" heeft op die wijze wel invloed op capaciteit, maar zal niet leiden tot een verschuiving van de risicoscore.

Hitte kan een klein negatief effect hebben op de kans van optreden van ongevallen met veerponten, aangezien de hitte het concentratieniveau van de schippers kan beïnvloeden. Dit kan leiden tot een iets verhoogde kans op aanvaringen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Het is de verwachting dat de kans van optreden van ongevallen met veerponten licht zal toenemen ten gevolge van extreem weer bij gelijkblijvende gevolgen. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Ongeval met een veerpont

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1					
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	14.430					Risicoscore nieuw: 14.571					

4.4.6

Ongeval met passagiersschip

Ongevallen met passagiersschepen komen niet veel voor, maar de gevolgen bij een ongeval kunnen, vanwege het hoge aantal opvarenden, zeer ernstig zijn. Met name bij de riviercruises zijn vaak ouderen aan boord die minder zelfredzaam zijn.

Een deel van de nautisch experts maakt zich zorgen over het gebruik van riviercruiseschepen op open water (Waddenzee, Zeeuwse Delta, IJsselmeer), met name onder ruwe omstandigheden. Dit heeft te maken met de opbouw van het schip met deuren en ramen nabij de waterlijn. Het vermoeden bestaat dat de schepen een verhoogde kans hebben om bij hoge golven vol te lopen. Alhoewel de schepen gesegmenteerd moeten worden uitgevoerd, neemt deze maatregel niet de zorgen weg van alle nautische experts. Overigens kunnen dit soort ernstige effecten ook optreden bij andere typen ongevallen, zoals aanvaringen.

Een mogelijke achterliggende oorzaak van ongevallen met passagiersvaart wordt gevormd door miscommunicatie door voertaal. In de passagiersvaart komen veel buitenlandse schippers voor. Taalproblemen kunnen leiden tot interpretatieproblemen bij het maken van passeerafspraken.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte wordt het drukker op de routes die door de lage waterstand worden beïnvloed en de vaarwegen die hierop aansluiten. Door de lagere waterstand is er immers meer beroepsvaart nodig om dezelfde lading te vervoeren. In aanvulling hierop is er bij de lagere waterstand meer zuiging op stroomrivieren en ook de vaarwegbreedte neemt af. De kans op ongevallen met een passagiersschip zal hierdoor toenemen bij gelijkblijvend effect.

Op de door stuwen en sluizen gereguleerde wateren kunnen de effecten van droogte verschillend zijn. Ten gevolge van het peil- en waterbeheer kan de sluisbediening tijdelijk worden ingeperkt, waardoor drukte bij sluizen kan ontstaan. Hierdoor neemt de kans op een ongeval met een passagiersschip toe. Op secundaire en provinciale vaarwegen kunnen zelfs langere beperkingen van de sluisbediening optreden, waardoor het hier zelfs iets rustiger op de vaarweg zou kunnen worden. De kans op ongevallen zal hierdoor afnemen. Aan de andere kant kan het door de stremmingen juist weer drukker worden op de omvaarroutes, waardoor de ongevalskans daar juist weer kan toenemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt verwacht dat de kans op ongevallen licht toeneemt bij een gelijkblijvend effect. De aard van de aanvaringen zal immers niet veranderen. Volgens drie experts heeft droogte een grotere invloed op dit risico, zowel op de kans van optreden als ook voor de gevolgen. De hoge beoordeling van het risico "aanvaring passagiersvaart" hangt samen met de planning van deze schepen. De schepen zijn vooraf geboekt en worden geacht hun routes te doorlopen. Hierdoor bestaat de druk om bij beperkingen door te blijven varen. Aanvaringen van passagiersschepen leiden daarbij snel tot ernstige gevolgen vanwege het hoge aantal opvarenden. Naar oordeel van de adviseur is de gemiddelde beoordeling aan de hoge kant.

Ongeval met een passagiersschip

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur + 3 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							1	2	1		
Gevolgen nemen af/toe					1		0	3			
Risicoscore oud:	20.201					Risicoscore nieuw:					23.332

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel heeft beperkte effecten op het binnenwater. Lokaal zal een hogere waterstand ontstaan, maar dat heeft geen invloed op het toprisico "ongevallen met passagiersschepen".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van de zeespiegelstijging op dit risico.

Ongeval met een passagiersschip

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	20.201				Risicoscore nieuw:				20.201		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer zal de stroomsnelheid op rivieren licht toenemen. Schepen in de afvaart worden moeilijker te manoeuvreren en bij een ongeval kunnen de gevolgen ernstiger zijn door de hogere snelheid. Daarmee heeft dit scenario een negatieve invloed op de risicoscore van het toprisico en dan met name op de rivieren (lokaal effect). Op wateren waar de waterstand wordt gereguleerd zijn geen effecten te verwachten.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Ongeval met een passagiersschip

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							1				
Gevolgen nemen af/toe							1				
Risicoscore oud:	20.201				Risicoscore nieuw:				22.272		

Klimaatscenario Golven en wind: Door hoge golven bestaat de kans dat de passagiersschepen vollopen, denk daarbij aan open deuren en ramen dicht bij de waterlijn. Voor een aantal nautisch experts is dit een reëel scenario, met name voor riviercruiseschepen. Ondanks de verplichte compartimentering, verwachten deze experts een verhoogde kans op het vollopen en zinken van riviercruiseschepen, maar alleen op de open wateren waar de golven daadwerkelijk kunnen ontstaan. Echter, omdat de golfcondities in 2050 niet significant wijzigen, wordt geen verandering van de risicoscore verwacht.

Wind komt overal voor, ook op kanalen en rivieren. Door de wind hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren. Omdat de windcondities in 2050 niet significant wijzigen, wordt geen verandering van de risicoscore verwacht.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen aanleiding zijn voor ongevallen met passagiersschepen. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist en tot een ongeval leidt is erg klein, maar als het gebeurt dan kunnen de gevolgen van het ongeval zeer ernstig zijn vanwege het hoge aantal, soms kwetsbare, passagiers. Derhalve is een kleine toename van de gevolgen van ongevallen te verantwoorden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt geen effect verwacht op de kans van optreden. Wel is een klein negatief effect te verwachten met betrekking tot de gevolgen van de ongevallen met passagiersvaart vanwege het hoge aantal opvarenden. Overigens bestaat hier nog wel enige onzekerheid, omdat de aanname dat de wind- en golfcondities niet zullen veranderen in 2050 niet door de experts wordt onderschreven. De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Ongeval met een passagiersschip

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	20.201					Risicoscore nieuw: 20.403					

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag speelt met name het verminderde visuele verkeersbeeld. Uiteraard wordt op radar gevaren, maar er is geen of een beperkte bevestiging vanuit het visueel zicht. Hierdoor kunnen interpretatiefouten ontstaan, waardoor de kans op ongevallen toeneemt. Het aantal mistdagen neemt in 2050 significant af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag marginaal toeneemt. In totaal wordt daarom verwacht dat de kans op ongevallen ongeveer gelijk blijft.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers zonder airco in de cabine beïnvloeden. De kans op aanvaringen neemt hierdoor toe, maar het risico is grotendeels gemitigeerd omdat de meeste passagiersschepen zijn voorzien van een klimaatregeling in de stuurhut.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt verwacht dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren. Twee experts hebben aangegeven dat extreem weer een grotere invloed op dit risico heeft, zowel voor de kans van optreden als de gevolgen. De hogere beoordeling hangt samen met het feit dat ongevallen met mist vooral plaatsvinden in de eerste dagen. Naar mate meer mistdagen in het jaar plaatsvinden, wordt men voorzichtiger en neemt het aantal ongevallen af. Als mist minder frequent voorkomt, neemt het verrassingseffect toe en zal de schipper het lastiger hebben om te anticiperen, waardoor ongevals-kans juist toeneemt. De beoordeling van de experts is bij benadering in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Ongeval met een passagiersschip

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	2					
Gevolgen nemen af/toe					1	2					
Risicoscore oud:	20.201					Risicoscore nieuw: 20.607					

4.4.7

Aanvaring van een sluis

Aanvaringen van sluizen worden meestal veroorzaakt door het aanvaren van de drempel (te diep stekende schepen), het aanvaren van de sluisdeuren of het aanvaren/beschadigen van de kolkwanden. Veel ongevallen komen voort uit een interpretatiefout of een manoeuvreerfout van de schipper. Ook de lokale omstandigheden in en rondom de sluizen kunnen ongevallen inleiden. Denk aan wind, maar ook de zuiging in de kolk, waardoor schepen juist te veel of te weinig afremmen.

Klimaatscenario droogte: Bij laag water kunnen schepen door de diepgangbeperkingen minder lading vervoeren, waardoor er meer schepen nodig zijn. Hierdoor wordt het drukker op de vaarweg. De kans op een aanvaring van de sluis neemt recht evenredig toe met de intensiteit.

De lagere rivierafvoer kan prioriteit geven aan het water- en peilbeheer. Dit kan soms leiden tot een gereduceerd bedienregime van de sluis. Als de bediening wordt beperkt, ontstaan wachtrijen en drukte. Door de extra drukte rondom de sluis kan de kans op aanvaringen in de nabijheid van de sluis toenemen. Op secundaire en provinciale vaarwegen bestaat een kans dat de sluiscapaciteit niet meer toereikend is, bijvoorbeeld omdat de sluis door het verval voor langere tijd niet meer bediend kan worden. De kans op ongevallen neemt in dat geval juist af. Het effect op de kans van optreden van aanvaringen van sluizen kan daarmee per locatie verschillen. De gevolgen van ongevallen zullen door laag water nauwelijks worden beïnvloed, aangezien de snelheden niet significant anders zullen zijn.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Als de drempel van de sluis een beperkende factor is voor de diepgang in de gehele vaarroute, dan zal de kans op aanvaringen van de drempel in laagwatersituaties toenemen. De totale kans op ongevallen zal door droogte naar verwachting licht toenemen, de gevolgen van de ongevallen worden gelijk verondersteld. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van droogte op dit risico.

Aanvaring sluis

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							1				
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	41.919					Risicoscore nieuw:	44.015				

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Bij een hoge zeespiegel in combinatie met een lage rivierafvoer kan de bediening van zeeluisen in de getijdegebieden worden beperkt om zoutindringing te voorkomen. Met een toename van de zeespiegel zullen dit soort beperkingen vaker voorkomen. De scheepvaart wordt tijdig geïnformeerd over de capaciteit van de sluizen, waardoor de kans op ongevallen niet significant verandert of zelfs (marginaal) afneemt bij gelijkblijvende gevolgen. De klimaatbedreiging kan leiden tot een meer structureel capaciteitsprobleem.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft aangegeven dat de zeespiegelstijging een grotere invloed op dit risico heeft. De beoordeling van de expert is bij benadering in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Aanvaring sluis

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	1					
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	41.919					Risicoscore nieuw:	42.338				

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hogere rivierafvoer zal de stroomsnelheid op rivieren licht toenemen. Bij sluizen en op kanalen speelt dat niet omdat de waterstroom wordt gereguleerd of door de sluis wordt onderbroken. Hierdoor zijn bij sluizen in beginsel geen negatieve effecten te verwachten.

Als het verval door de toegenomen waterstand toeneemt, kan het iets drukker bij de sluizen worden omdat het nivelleren iets langer duurt. In dat geval kan het ook iets drukker worden in de sluiskolk, waardoor het aantal aanvaringen met de sluis licht kan toenemen. De gevolgen van een aanvaring zullen echter niet wijzigen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Aanvaring sluis

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1					
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	41.919					Risicoscore nieuw:	42.338				

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen alleen op open water. Sluizen worden in principe afgescheiden van open water door middel van golfbrekers of een voorhaven. Hoge golven hebben derhalve geen effect op het risico "aanvaring van een sluis". Daarnaast wordt verwacht dat het golfklimaat in 2050 niet wezenlijk zal veranderen in vergelijking met de huidige situatie.

Wind speelt overal, ook op kanalen, rivieren en dus ook bij sluizen. Door de wind hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren en de bestuurbaarheid van de schepen wordt verder bemoeilijkt door de lage snelheden bij het naderen van het complex. Met name een "vlagerige" wind kan leiden tot onverwachte situaties en kan daarmee een aanvaring van de sluis inleiden. Omdat wordt verwacht dat het windklimaat in 2050 niet wezenlijk zal veranderen in vergelijking met de huidige situatie, wordt niet verwacht dat de risicoscore zal veranderen.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen aanleiding zijn tot een aanvaring met sluizen, maar de kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is erg klein. Wind- en waterhozen treden plots op, waardoor de schipper geen tijd heeft om in te grijpen. Als ondanks de minimale kans toch een ongeval plaatsvindt ten gevolge van een wind- of waterhoos, dan kunnen de gevolgen extra ernstig zijn. Hierdoor is een kleine toename van de gevolgen te verantwoorden bij een gelijke kans van optreden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaring sluis

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	41.919					Risicoscore nieuw:	42.338				

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag is vooral het verminderde visueel zicht relevant. Uiteraard wordt op radar gevaren, maar er is geen of een beperkte bevestiging vanuit het visueel zicht. Hierdoor kunnen interpretatiefouten ontstaan, waardoor de kans op ongevallen toeneemt. Het aantal mistdagen neemt in 2050 significant af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag marginaal toeneemt. In totaal wordt verwacht dat de kans op ongevallen hierdoor zal afnemen.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers zonder airco in de stuurhut beïnvloeden. De kans op aanvaringen met de sluis neemt hierdoor toe. Veel schippers, zeker de beroepsvaart, hebben echter klimaatregeling in de stuurhut, waardoor dit risico grotendeels is gemitigeerd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt verwacht dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Aanvaring sluis

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					1						
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					1						
Risicoscore oud:	41.919				Risicoscore nieuw:				41.919		

4.4.8

Aanvaring van een zwemmer

Aanvaringen van zwemmers vinden plaats op kanalen, rivieren en op open water, met name op die locaties waar de zwemmers en de schepen in elkaars buurt kunnen komen. Zwemmers kunnen tijdens het zwemmen worden overvallen door het koudere water in de vaargeul, de stroming in de vaargeul, een hekgolf, ze schatten het gedrag van het scheepvaartverkeer verkeerd in of worden over het hoofd gezien door snelle motorboten of beroepsvaart (dode hoek). Als de zwemmers in problemen komen, kan vervolgens een aanvaring ontstaan.

Klimaatscenario droogte: Bij laag water en droogte moeten meer schepen worden ingezet om dezelfde lading te vervoeren. Hierdoor wordt het drukker op de rivieren en de aansluitende routes. Daarnaast kan de vaarwegbreedte afnemen. Hierdoor is de kans groter dat de zwemmers en de schepen in elkaars buurt komen. Ook in de gestuwde (open) wateren is extra drukte te verwachten, waardoor de kans op aanvaringen van zwemmers toeneemt.

Laagwatersituaties komen vaak overeen met periodes met hoge temperaturen, die aantrekkelijk zijn om te zwemmen. Alles afwegende wordt verwacht dat de ongevalskans zal toenemen bij gelijkblijvende gevolgen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft aangegeven dat droogte een grotere invloed op dit risico heeft. Als onderbouwing is aangegeven dat er recent veel incidenten zijn geweest met zwemmers, kit surfers, jetski's en andere waterrecreanten. Er is groei te zien van het aantal snelle vaartuigen en jetski's en incidenten met deze vaartuigen zijn vrijwel altijd ernstig. Door de toenemende warmte in 2050 is het de verwachting dat deze trend zal doorzetten. De genoemde argumenten zijn valide, maar het argument warmte moet worden ondergebracht bij de klimaatverandering "extreem weer", waarvan warmte een onderdeel is. De warmte is immers de eerste aanjager voor de toename van recreatievaart. Daarnaast is de toename van het aantal jetski's een autonome ontwikkeling die los staat van het klimaatveranderingen. De hoge beoordeling is daarom buiten beschouwing gelaten.

Aanvaring zwemmers

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							1		(1)		
Gevolgen nemen af/toe					1				(1)		
Risicoscore oud:	21.196				Risicoscore nieuw:				22.256		

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot een hogere waterstand, maar dat heeft naar verwachting geen effect op het toprisico "aanvaringen van zwemmers".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van zeespiegelstijging op dit risico.

Aanvaring zwemmers

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	21.196				Risicoscore nieuw:				21.196		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer zal de stroomsnelheid op rivieren licht toenemen. Het komt voor dat zwemmers worden overvallen door de stroming en vervolgens worden aangevaren. Door de kleine toename van de stroming is ook een kleine verhoging van de kans van optreden te verwachten. Aan de andere kant zullen rivieren breder worden, waardoor het makkelijker is om uit elkaars buurt te blijven. In aanvulling hierop zal een hoge rivierafvoer vooral plaatsvinden in de koudere periodes. In deze periodes is zwemmen niet aantrekkelijk.

In kanalen en in gebieden waar de waterstand wordt gereguleerd is geen negatief effect te verwachten. Het betreft dus vooral lokale effecten.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt verwacht dat de kans van optreden van een aanvaring met een zwemmer licht zal toenemen bij gelijkblijvende effecten. Omdat zwemmen in het winterseizoen niet aantrekkelijk is, wordt alleen een kleine verhoging van de kans van optreden verwacht. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Aanvaring zwemmers

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1					
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	21.196				Risicoscore nieuw:				21.408		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen vooral op open water. Onder deze extreme condities zijn er geen recreatieve zwemmers te verwachten, behoudens (kite) surfers die dit soort omstandigheden (harde wind) opzoeken als onderdeel van de sport. Het is de verwachting dat de golfcondities in 2050 onveranderd blijven en daarmee wordt geen verschuiving van de risicoscore verwacht.

Wind speelt ook op rivieren, kanalen en meren. In de regel zijn er bij sterke wind geen zwemmers te verwachten, behoudens surfers. Deze situatie is vergelijkbaar met de situatie van hoge golven op open water.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn voor aanvaringen met zwemmers, maar in de regel zijn de omstandigheden dan dusdanig dat er geen zwemmers in het water kunnen worden verwacht. In totaal wordt dus geen effect verwacht op het risico "aanvaring van zwemmers".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaring zwemmers

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	21.196				Risicoscore nieuw:				21.196		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag zijn er in principe geen zwemmers te verwachten. De risicoscore wordt niet door mist of neerslag beïnvloed.

Voor hitte geldt dat het aantal zomerse dagen in 2050 naar verwachting zal toenemen en deze dagen zijn extra interessant voor zowel de recreatievaart als de zwemmers. Het wordt verwacht dat de kans op aanvaringen van zwemmers ten gevolge van hitte zal toenemen bij gelijke gevolgen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft aangegeven dat extreem weer een grotere invloed op dit risico heeft, met name op de gevolgen. Als onderbouwing is aangegeven dat er recent veel doden zijn gevallen onder zwemmers, kitesurfers, jetski's en andere waterrecreanten. Incidenten met deze vaartuigen zijn meestal ernstig. De toename van de gevolgen hangt samen met het warme weer. Door de toename van het aantal warme dagen, zijn deze jetski's en snelle vaartuigen vaker en langer op het water, waardoor het aantal meer ernstige ongevallen toeneemt.

Aanvaring zwemmers

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe								2			
Gevolgen nemen af/toe					1		0	1			
Risicoscore oud:	21.196				Risicoscore nieuw:				24.481		

4.4.9

Aanvaring tussen recreatievaart onderling

Aanvaringen tussen twee of meer recreatieve schepen vinden plaats op kanalen, rivieren en op open water. De meeste ongevallen vinden plaats nabij jachthavens en in gebieden waar veel gerecreëerd wordt. De oorzaak van de aanvaringen tussen recreatievaart is erg divers. Aspecten die hierbij een rol kunnen spelen:

- Minder goed zeemanschap en/of reisvoorbereiding door recreatievaarder. Dit wordt verder versterkt door de verhuur van recreatieve schepen aan relatief onervaren schippers;
- Beperkte communicatiemogelijkheden van recreatievaart (geen marifoon), waardoor intenties niet kunnen worden uitgewisseld;
- Snelvaren;
- Technische mankementen/storingen.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte gelden op rivieren diepgangbeperkingen. Deze beperkingen zijn relevant voor de beroepsvaart, maar in de regel niet voor de recreatievaart. Daar waar een intensivering van de beroepsvaart is te verwachten, daar zal het aandeel recreatieve schepen op de vaarweg gelijk blijven, waardoor de kans op aanvaringen tussen recreatievaart onderling niet zal veranderen. De intensivering van recreatievaart ten gevolge van het warm weer wordt meegenomen onder de klimaatbedreiging "extreem weer".

Rivieren kunnen door de waterstandverlaging minder breed worden. Hierdoor kan de kans op een aanvaring tussen recreatievaart licht toenemen.

Bij laag water zal de zuiging bij het passeren van schepen een grotere rol gaan spelen. Hierdoor neemt de aanvaarkans toe. Zuiging speelt echter vooral bij de passage van grotere schepen (beroepsvaart) en dit aspect speelt veel minder bij passages van recreatievaart onderling.

De meeste recreanten varen in recreatiegebieden en op open wateren, alwaar de intensiteit beroepsvaart relatief laag is en waar de waterstand vaker gereguleerd is. Op de hoofdvaarroutes is het vooral druk op de Maasroute, mede omdat ander recreatief vaarwater vaak op afstand ligt.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Samenvattend is vooral op lokaal niveau een kleine toename te verwachten van de kans van de kans op een ongeval tussen recreatievaart. De gevolgen worden gelijk verondersteld.

Eén expert heeft aangegeven dat droogte een grotere invloed op dit risico heeft, zowel met betrekking tot de kans van optreden als ook met betrekking tot de gevolgen. Als onderbouwing is aangegeven dat warm weer gepaard gaat met intensivering van recreatievaart, waardoor de kans op ongevallen ook toeneemt. Deze beredenering heeft vooral betrekking op het aantal warme dagen en dat is onderdeel van de klimaatbedreiging "extreem weer". Derhalve is deze hoge beoordeling buiten beschouwing is gelaten. Op hoofdlijnen komt de beoordeling van de andere expert overeen met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaringen tussen recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							2		(1)		
Gevolgen nemen af/toe					1	0	1		(1)		

Risicoscore oud:

10.713

Risicoscore nieuw:

11.361

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal leiden tot en lokale verhoging van de waterstand. Dit heeft geen verdere effecten op het toprisico "ongevallen tussen recreatievaart".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft aangegeven dat de zeespiegelstijging een grotere invloed op dit risico heeft. Dat is echter niet verder onderbouwd met argumenten. De beoordeling van de expert is bij benadering in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Aanvaringen tussen recreatievaart

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	1					
Gevolgen nemen af/toe					1	1					
Risicoscore oud:	10.713					Risicoscore nieuw:	10.820				

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Een hoge rivierafvoer vindt plaats in de winter/voorjaar, een periode waarin relatief weinig recreatievaart op de vaarweg aanwezig is. Bij een hoge rivierafvoer zal de stroomsnelheid op rivieren licht toenemen. Hierdoor kunnen met name de minder ervaren recreanten overvallen worden, wat een negatief effect heeft op de veiligheid. Ook de hogere snelheden van de afvarende schepen kunnen foutief geïnterpreteerd worden, wat kan leiden tot verhoogde kans op ongevallen en meer ernstige gevolgen, ook bij een aanvaring tussen twee recreatieve schepen. Toch zal een hoog aandeel van de recreanten juist varen in recreatiegebieden, kleinere, stille waterwegen en op open wateren waar de waterstand meestal wordt gereguleerd. Daarbij komt dat veel recreatievaart niet in deze periode zal varen. Derhalve is alleen lokaal een klein negatief effect te verwachten op kans en gevolg.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Aanvaringen tussen recreatievaart

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1					
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	10.713					Risicoscore nieuw:	10.928				

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water en dat betreft veelal favoriete gebieden voor de recreatievaart. Een groot deel van de recreanten zullen hoge golven mijden en niet uitvaren, waardoor er minder recreatievaart zal zijn. Omdat de golfcondities niet zullen wijzigen in 2050, wordt geen verandering van de risicoscore verwacht ten gevolge van golven.

Wind speelt niet alleen op open water, maar ook op rivieren kanalen en andere wateren. Door de wind hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren, waardoor deze eerder bij elkaar in het buurt komen. Hierdoor zal de kans op aanvaringen toenemen. De windcondities zullen tot 2050 echter niet significant wijzigen, waardoor er geen verandering van de risicoscore te verwachten is.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn tot aanvaringen tussen recreatievaart. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein en de kans dat twee schepen worden beïnvloed is nog eens een factor kleiner. Hierdoor wordt een verwaarloosbaar effect verwacht.

In totaal wordt dus geen effect verwacht voor het risico "aanvaringen tussen recreatievaart".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaringen tussen recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	10.713					Risicoscore nieuw: 10.713					

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag zijn er minder recreanten te verwachten op het water. Recreatieve schepen zonder radar mogen bij ernstige zichtbeperkingen niet op alle vaarwegen uitvaren. De totale aanvaarkans neemt hierdoor af. Aan de andere kant zal het verminderde zicht de kans op een ongeval voor een individueel schip doen toenemen. Conform de verwachting zal het aantal mistdagen tot 2050 significant afnemen, terwijl de kans op intensieve buien marginaal toeneemt. In totaal neemt de kans op aanvaringen hierdoor af.

Hitte heeft twee effecten. Warmte is aantrekkelijk voor recreatievaart en op deze dagen is extra drukte te verwachten. Hierdoor zal de kans op ongevallen toenemen. Daarnaast kan hitte het concentratieniveau van de schippers aantasten. Hierdoor neemt de kans op ongevallen eveneens licht toe.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Alle argumenten afwegende wordt aangenomen dat de kans op ongevallen licht zal toenemen bij gelijkblijvende gevolgen.

Volgens de experts heeft extreem weer een grotere invloed op dit risico. Daarbij is opvallend dat een enkele expert zowel de kans van optreden als de gevolgen relatief hoog inschat. De hogere kans hangt vooral samen met de intensivering van de recreatievaart door het warmere weer, maar de toename van gevolgen is verder niet onderbouwd. Deze hoge inschattingen zijn in de beoordelingen meegewogen, maar daarmee is het resultaat naar oordeel van de adviseur aan de hoge kant.

Aanvaringen tussen recreatievaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						3	1	1			
Gevolgen nemen af/toe					1	3	1				
Risicoscore oud:	10.713					Risicoscore nieuw: 11.316					

4.4.10

Aanvaring tussen beroepsvaart onderling

Aanvaringen tussen beroepsvaart vinden plaats op alle vaarwegen die relevant zijn voor het goederenvervoer. Deze vaarwegen omvatten rivieren, kanalen en open water. De aanvaringen vinden overal plaats, maar de kans op aanvaringen is met name verhoogd op locaties die extra aandacht van de schipper nodig hebben. Denk hierbij aan kruisingen en minder overzichtelijke locaties. De oorzaak van ongevallen hangen vaak samen met onoplettendheid, communicatiefouten (onvoldoende inzicht in elkaars intentie), onvoldoende reisvoorbereiding van de schipper en technische mankementen.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte wordt het drukker op de rivieren en aansluitende routes. De vaarwegbreedte op rivieren kan door de lagere rivierafvoer afnemen. Hierdoor neemt het aantal ontmoetingen toe en zullen de marges tussen de schepen afnemen. Daarnaast zal de zuiging bij laag water toenemen, waardoor het manoeuvreren wordt bemoeilijkt. Tenslotte liggen de beroepsschepen door de diepgangbeperkingen hoger, waardoor de dode hoek toeneemt. De toegenomen dode hoek verhoogt vooral de kans op aanvaringen met kleinere schepen (recreatievaart) en niet zozeer met de beroepsvaart. De intensivering, de afgenomen marges en de toegenomen zuiging zal resulteren in een hogere kans op aanvaringen op rivieren waar diepgangbeperkingen van toepassing zijn.

Kanalen en gestuwde wateren maken vaak onderdeel uit van een meer omvangrijke vaarroute, waarbij ook stroomrivieren worden aangedaan. Daarvan uitgaande kan op kanalen en op gestuwde wateren ook extra scheepvaart worden verwacht ten gevolge van de diepgangbeperkingen op de rivieren. In aanvulling hierop kan de bediening van sluizen ten gevolge van droogte tijdelijk worden beperkt ten behoeve van het peil- en waterbeheer. In dat geval moeten schepen wachten en zal drukte ontstaan in de nabijheid van sluizen. Deze drukte kan ook leiden tot een verhoogde kans op ongevallen.

De gevolgen van de ongevallen zullen bij een waterstandverlaging op rivieren licht verbeteren. Door de lagere waterstand zullen de schepen minder snel kunnen varen, waardoor de effecten bij een aanvaring licht afnemen. Op kanalen kan bij gelijkblijvend peil soms sneller worden gevaren, aangezien de schepen met minder diepgang varen vanwege beperkingen elders.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Alles afwegende wordt verwacht dat de kans van optreden zal toenemen bij een lichte daling van de gevolgen van de ongevallen.

Volgens meerdere experts heeft droogte een grotere invloed op dit risico, zowel op kans als gevolg. De hogere kans is in lijn met de beoordeling van de adviseur, maar de toename van de gevolgen is niet door de experts met argumenten onderbouwd. De relatief hoge inschattingen zijn in de beoordelingen meegewogen, maar daarmee is het resultaat naar oordeel van de adviseur aan de hoge kant.

Aanvaringen tussen beroepsvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur + 5 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1		5			
Gevolgen nemen af/toe				2			3	1			
Risicoscore oud:	986						Risicoscore nieuw:	1.139			

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot een hogere waterstand, maar dat heeft geen invloed op het toprisico op aanvaringen tussen beroepsvaart.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens de experts heeft de zeespiegelstijging een grotere invloed op dit risico, zowel op kans als gevolg. De hogere kans en de hogere gevolgen zijn echter niet beargumenteerd. De relatief hoge inschattingen zijn in de beoordelingen meegewogen, maar daarmee is het resultaat naar oordeel van de adviseur aan de hoge kant.

Aanvaringen tussen beroepsvaart

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	2	2				
Gevolgen nemen af/toe					1	3		1			
Risicoscore oud:	986				Risicoscore nieuw:				1.006		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer zal de stroomsnelheid op rivieren (licht) toenemen. Schippers moeten verder vooruitkijken en de afvarende schepen varen sneller en zijn minder goed te manoeuvreren. Hierdoor neemt de ongevalskans toe, vooral bij kruisende stromen en in gebieden waar gemanoevreerd moet worden. Door de hogere snelheden zullen ook de gevolgen toenemen. Hierdoor is een negatief effect te verwachten op ongevalskans en gevolgen op de locaties waar de stroming is verhoogd (lokaal).

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Volgens de experts heeft een hoge rivierafvoer invloed op dit risico. De beoordelingen zijn op hoofdlijnen in lijn met de beoordeling van de adviseur. Als aanvullend argument is aangegeven dat de risico's ook toenemen in gebieden waar een stroomrivier overgaat naar een kanaal of haven. Het effect van de stroming is dan onvoorspelbaar.

Aanvaringen tussen beroepsvaart

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Beoordeeld door:

Adviseur + 3 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							4				
Gevolgen nemen af/toe					2	0	2				
Risicoscore oud:	986				Risicoscore nieuw:				1.046		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. De beroepsvaart kan gevoelig zijn voor hoge golven. De radarbeelden met betrekking tot beroepsvaart blijven goed bij hoge golven, door clutter zijn met name de kleinere (recreatievaart) schepen minder goed zichtbaar. De beroepsvaart heeft bij hoge golven wel meer ruimte nodig, maar bij dit weertype zijn de schippers extra alert. Omdat de golfcondities niet wijzigen tot 2050, is geen verschuiving van de risicoscore te verwachten ten gevolge van golven.

Wind speelt niet alleen op open water, maar ook op kanalen en rivieren. De beroepsschepen hebben bij wind meer manoeuvreerruimte nodig, waardoor deze eerder bij elkaar in de buurt komen. Ook hier wordt echter geen verschuiving van de risicoscore verwacht, aangezien de windcondities tot 2050 niet significant zullen veranderen.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen aanleiding zijn tot aanvaringen tussen beroepsvaart. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein en de kans dat twee schepen worden beïnvloed is nog eens een factor kleiner. Hierdoor wordt een verwaarloosbaar effect verwacht.

In totaal wordt dus geen effect verwacht voor het risico "aanvaringen tussen beroepsvaart". Overigens bestaat hier nog wel enige onzekerheid, omdat de aanname dat de wind- en golfcondities niet zullen veranderen in 2050 niet door de experts wordt onderschreven.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaringen tussen beroepsvaart

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	986				Risicoscore nieuw:				986		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en intensieve neerslag zal de beroepsvaart geheel op radar varen. De beelden worden echter niet meer visueel bevestigd. Hierdoor neemt de kans op interpretatiefouten toe en dus ook de kans op aanvaringen. Het aantal mistdagen neemt tot 2050 significant af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag slechts marginaal dag toeneemt. De kans op ongevallen zal hierdoor afnemen.

Bij hitte kan het concentratieniveau van de schipper worden beïnvloed. De meeste beroepsvaarders beschikken over airconditioning in de stuurhut, waardoor dit risico in de praktijk voor een belangrijk deel wordt gemitigeerd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal verwacht de adviseur dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren. Twee experts hebben aangegeven dat extreem weer een grotere invloed op dit risico heeft, zowel op de kans van optreden als het gevolg. De beoordeling van de experts is op hoofdlijnen in lijn met de beoordeling van de adviseur. De hogere beoordeling hangt samen met het feit dat ongevallen met mist vooral plaatsvinden in de eerste dagen van het jaar waarop het mistig is. Als mist frequenter voorkomt, dan neemt het verrassingseffect af.

Aanvaringen tussen beroepsvaart

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	2					
Gevolgen nemen af/toe					1	2					
Risicoscore oud:	986				Risicoscore nieuw:				1.006		

4.4.11

Gronding beroepsvaart

Het gronden van beroepsvaart vindt vooral plaats op open water, zoals op de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. De beroepsvaart is gebonden aan de vaargeulen en buiten de vaargeulen bestaat er een hoge kans op grondingen. Grondingen op rivieren komen minder vaak voor, mede omdat de rivieren op diepte worden gehouden. Toch vinden er ook in rivieren grondingen plaats. De schepen worden vaak maximaal afgeladen of zelfs iets meer en hierdoor kan uiteindelijk toch een gronding ontstaan. Op kanalen spelen grondingen vrijwel niet.

Alhoewel grondingen zeer frequent voorkomen, zijn de effecten meestal beperkt. Het schip wordt meestal zonder schade vlot getrokken. Toch zijn ook meer ernstige gevolgen denkbaar. In getijgebieden kan een schip bij afnemend water breken als deze half op een zandbank ligt. Op de rivier kan een gronding al snel leiden tot een gedeeltelijke of volledige stremming, een en ander afhankelijk van het vaarwegprofiel. Met name op de bochtige IJssel kan een gronding ontstaan als de punt van het schip net in de klei steekt. Het schip komt dan dwars te liggen en stremt de gehele vaart.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte verlaagt de waterstand in rivieren. De kans op grondingen zal hierdoor toenemen. Daarnaast zal de beroepsvaart door de diepgangbeperkingen minder lading kunnen vervoeren. Het wordt drukker en hierdoor neemt de kans op een gronding verder toe. Alhoewel de waterstanden tijdig worden gecommuniceerd, bestaat de kans dat schepen toch te diep steken. Op basis van de historie is het de verwachting dat het aantal grondingen zal toenemen naarmate het droger wordt. In kanalen wordt de waterstand gereguleerd, waardoor de kans op grondingen niet hoeft toe te nemen als het droger wordt. Wel speelt het waterbeheer/peilbeheer hierbij een rol, grondingen kunnen toenemen als het peil tijdelijk wordt verlaagd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Het gronden in rivieren en kanalen kan tot meer ernstige gevolgen leiden in vergelijking met grondingen in het open water. Hier zijn stremmingen meer waarschijnlijk. Concluderend kan worden samengevat dat de kans van optreden en de gevolgen ten gevolge van droogte zullen toenemen.

Volgens meerdere experts heeft droogte een grotere invloed op dit risico, zowel op kans als gevolg. Door de dieptebeperking en de versmalling van de vaarweg worden marges steeds kleiner en neemt de kans op grondingen toe. Gemiddeld genomen is de beoordeling in lijn met de beoordeling van de adviseur, maar er zijn experts die het risico lager of hoger inschatten. Er is dus een wat verdeeld beeld.

Gronding beroepsvaart

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						1		4	2		
Gevolgen nemen af/toe					1		3	3			
Risicoscore oud:	1.122					Risicoscore nieuw: 1.296					

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot hogere waterstand op de benedenrivieren en de Zeeuwse Delta. Hierdoor zal de kans op grondingen in deze gebieden licht afnemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft aangegeven dat de zeespiegelstijging van invloed is op de risicoscore van dit risico. De afwijkende beoordeling van de expert is echter niet met argumenten onderbouwd en is daarom buiten beschouwing gelaten.

Gronding beroepsvaart

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe				1		(1)					
Gevolgen nemen af/toe					1		(1)				
Risicoscore oud:	1.122					Risicoscore nieuw: 1.111					

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer zal de waterstand in de rivieren licht toenemen. In de regel heeft dat een positief effect op de kans van gronden. Aan de andere kant kan de schipper het schijnbaar bredere vaarwater gebruiken en gronden op obstakels onder water buiten de vaargeul. Het aantal grondingen zal hierdoor ongeveer gelijk blijven.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Vier experts hebben aangegeven dat een hoge rivierafvoer van invloed is op de risicoscore van dit risico. De beoordelingen van de experts komen met dezelfde argumenten iets hoger uit, maar zijn ongeveer in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Gronding beroepsvaart

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Beoordeeld door:

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	4					
Gevolgen nemen af/toe					2	3					
Risicoscore oud:	1.122					Risicoscore nieuw:	1.145				

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. Door hoge golven zullen de schepen meer ruimte nodig hebben om te manoeuvreren en hierdoor is er een iets grotere kans dat de schepen buiten de vaargeul geraken en gronden. Omdat het golfklimaat in 2050 niet zal veranderen, zal dit echter niet leiden tot een wijziging van de risicoscore.

Wind speelt niet alleen op open wateren, maar ook op kanalen en rivieren. De schepen hebben onder deze omstandigheden meer manoeuvreerruimte nodig. Het effect op grondingen is zeer beperkt, zeker als de kanalen en rivieren goed worden onderhouden. Het windklimaat zal tot 2050 niet wezenlijk veranderen, waardoor het risico niet zal wijzigen.

Tenslotte kunnen wind- en waterhozen aanleiding zijn tot grondingen van beroepsvaart. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein en heeft daarmee geen invloed op de kans van optreden van het toprisico. De gevolgen bij een gronding zijn beperkt en derhalve wordt een verwaarloosbaar effect verwacht. In totaal wordt dus geen effect verwacht voor de risicoscore van het risico "gronding van beroepsvaart".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Gronding beroepsvaart

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	1.122					Risicoscore nieuw:	1.122				

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en intensieve neerslag zal de beroepsvaart geheel op radar varen. Het verkeersbeeld wordt echter niet meer visueel bevestigd. Hierdoor neemt de kans op interpretatiefouten toe en dus ook de kans op grondingen. Het aantal mistdagen neemt tot 2050 significant af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag slechts marginaal dag toeneemt. In totaal wordt een afname van de kans op gronden verwacht ten gevolge van mist en hevige neerslag bij gelijkblijvende gevolgen.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers zonder klimaatregeling in de stuurhut beïnvloeden. De kans op grondingen neemt hierdoor toe, maar dit risico is grotendeels gemitigeerd, aangezien de beroepsvaart vrijwel altijd is voorzien van klimaatregeling in de stuurhut.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt verwacht dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Gronding beroepsvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					1						
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					1						
Risicoscore oud:	1.122					Risicoscore nieuw:					1.122

4.4.12

Aanvaring van een stuw

Het aanvaren van een stuw vindt zelden plaats, maar een dergelijke aanvaring kan zeer ernstige gevolgen hebben. In de basis zijn er twee soorten stuwen:

- Niet passeerbare stuwen in de vaarweg, zoals de Stoney en Poiree schuiven die zijn terug te vinden in het Maastraject. De waterweg naar de stuw is afgesloten voor de scheepvaart door middel van boeien en bollenlijnen. Voor deze niet passeerbare stuwen is in de regel een permanente alternatieve vaarweg voor handen. De stuwen in het Maastraject zijn het grootste deel van het jaar gesloten.
- Passeerbare stuwen in de vaarweg, zoals de vizierschuiven van Stuw Driel. In open toestand kan de scheepvaart onder de stuw varen. In gesloten toestand wordt het toeleidingkanaal afgesloten en dient de scheepvaart via de naastgelegen sluis te varen. De passeerbare stuwen staan regelmatig in geopende toestand.

Als een aanvaring met een stuw plaatsvindt, dan heeft de schipper een verkeerde route gekozen en meerdere waarschuwingen genegeerd. Hij komt dan uiteindelijk in een gebied terecht waar varen is verboden. De kans op een aanvaring is daarmee erg klein, maar niet nihil.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte neemt de rivierafvoer af. De stuwen worden in die situatie meestal gesloten om de waterstand zo goed mogelijk op het gewenste peil te houden. Door de lage rivierafvoer zal de stroming iets lager zijn, waardoor de schipper iets meer tijd heeft om zijn fout te herkennen en in te grijpen. Bij de ongevallen die in het verleden zijn opgetreden, is gebleken dat de schipper meerdere signalen (route, boeien, ballenlijn) genegeerd heeft. Het wordt daarom aangenomen dat de extra reactietijd door de lagere stroming geen effect zal hebben op de kans van optreden van een ongeval.

De passeerbare stuwen lopen in gesloten toestand extra risico, aangezien deze in de geopende toestand door de scheepvaart gepasseerd kunnen worden. Bij sluiting wordt de scheepvaart via een tijdelijke alternatieve route (de sluisen) geleid. Als de schipper hier geen erg in heeft, kan hij per ongeluk het toevoerkanaal naar de stuw (hoofdstroom van de rivier) invaren. Naarmate de passeerbare stuwen door droogte meer frequent gesloten worden, neemt de kans op misinterpretaties en aanvaringen toe. Dat geldt alleen voor de passeerbare stuwen en is dus een lokaal effect. De ernst van de gevolgen bij een aanvaring zullen niet significant veranderen, aangezien de impact niet anders is dan bij reguliere ongevallen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft de klimaatbedreiging “droogte” voor dit risico beoordeeld. De beoordeling van de expert is ongeveer in lijn met de beoordeling van de adviseur.

Aanvaring stuw

Klimaatscenario: Droogte

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe							2				
Gevolgen nemen af/toe					1	1					
Risicoscore oud:	2.847					Risicoscore nieuw: 3.019					

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot hogere waterstand op de benedenrivieren en de Zeeuwse Delta. Een verhoging van de zeespiegel heeft geen invloed op het toprisico “aanvaringen stuw”.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van zeespiegelstijging op dit risico.

Aanvaring stuw

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	2.847					Risicoscore nieuw: 2.847					

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Bij een hoge rivierafvoer zal de waterstand toenemen. Hierdoor zal er bij de stuw meer water worden doorgelaten, waardoor er stroming naar de stuw ontstaat. Hierdoor wordt het schip naar de stuw getrokken en heeft de schipper minder tijd om te reageren als hij per ongeluk richting de stuw vaart. De kans op een ongeval neemt hierdoor iets toe, maar alleen bij de niet passeerbare stuwen. De geopende passeerbare stuwen kunnen immers gewoon gepasseerd worden. Bij de ongevallen die zijn opgetreden, is gebleken dat de schipper meestal meerdere signalen (boeien, ballenlijn) genegeerd heeft. Hierdoor is onwaarschijnlijk dat de aanvaarkans veel zal veranderen door de licht afgenomen reactietijd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Vier experts hebben de klimaatbedreiging “hoge rivierafvoer” beoordeeld voor dit risico. Gemiddeld genomen is de beoordeling van de experts hoger dan de beoordeling van de adviseur. De experts veronderstellen ook een toename van de gevolgen. Door de stroming zal de snelheid van het schip toenemen, waardoor de gevolgen van een aanvaring ernstiger kunnen zijn.

Aanvaring stuw

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Beoordeeld door:

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					2	1	2				
Gevolgen nemen af/toe					3	1		1			
Risicoscore oud:	2.847					Risicoscore nieuw: 2.904					

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. Stuwen bevinden zich in kanalen en rivieren en de hoge golven zijn op die locaties minder relevant.

Wind speelt ook op kanalen en rivieren. De schepen hebben dan meer ruimte nodig om te manoeuvreren. De vaarroute is echter gescheiden van de kwetsbare gesloten stuw. De stuw wordt alleen aangevaren als de schipper de verkeerde route kiest en dat staat los van de extra benodigde manoeuvreerruimte. Wind zal de kans op aanvaringen niet doen toenemen. Ook de gevolgen van aanvaringen worden niet direct door de wind beïnvloed.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn tot een aanvaring met de pijlers van een passeerbare stuw. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein en de kans dat het schip vervolgens pijler raakt is nog kleiner. De gevolgen van een aanvaring met een stuw ten gevolge van een dergelijk incident kunnen wel zeer ernstig zijn, mede omdat de schipper vaak de tijd niet heeft om in te grijpen. De gevolgen kunnen daardoor toenemen bij gelijkblijvende kans van optreden. Bij niet passeerbare stuwen of een gesloten passeerbare stuw neemt het risico ten gevolge van wind- en waterhozen niet toe, aangezien de scheepvaart hier via een andere route wordt geleid.

In totaal wordt dus een klein effect verwacht op de gevolgen van het risico van aanvaringen van passeerbare stuwen bij gelijkblijvende kans van optreden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaring stuw

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					1						
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>							1				
Risicoscore oud:	2.847						Risicoscore nieuw:	2.989			

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en hevige neerslag zal de beroepsvaart geheel op radar varen. De stuw wordt niet visueel herkend, waardoor de kans op interpretatiefouten toeneemt en dus ook de kans op aanvaringen. Het aantal mistdagen neemt tot 2050 significant af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag slechts marginaal toeneemt. De kans van optreden van dit risico zal hierdoor afnemen bij gelijkblijvende effecten.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers zonder airco in de stuurhut beïnvloeden. De kans op een aanvaring van een stuw neemt hierdoor toe, alhoewel de meeste beroepsvaart is voorzien van klimaatregeling in de stuurhut.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt verwacht dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Aanvaring stuw

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					1						
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					1						
Risicoscore oud:	2.847				Risicoscore nieuw:				2.847		

4.4.13

Aanvaring van een kering

Het aanvaren van een kering vindt zelden plaats, maar een dergelijk ongeval kan grote gevolgen hebben voor de veiligheid van het achterland. Keringen zijn er in veel verschillende vormen. Ze kunnen zich in de vaarweg bevinden, maar kunnen ook volledige watervlaktes afsluiten. Mede daardoor is iedere kering specifiek ontworpen en afgestemd op de locatie. Er is onderscheid te maken tussen keringen die de vaarweg afsluiten en de vaste keringen, zoals de Oosterscheldekering, die in de reguliere situatie niet door de scheepvaart kunnen worden gepasseerd.

De keringen die de vaarweg afsluiten worden in geopende toestand beveiligd door deze buiten de vaarweg te draaien (Maeslantkering), door deze in een veilige toestand te heffen (Hartelkering), of in een onderwaterbak weg te werken (Balgstuw Ramspol). In gesloten toestand wordt geen scheepvaartverkeer nabij de kering toegelaten. Afhankelijk van de gevoeligheid van de kering kan daarbij aan weerszijden van de kering een patrouilleboot (op veilige afstand) worden gelegd.

De langere vaste keringen, zoals bijvoorbeeld de Oosterscheldekering of de Haringvlietsluizen, bevinden zich op enige afstand van de doorgaande vaarwegen, waardoor het risico op aanvaringen wordt beperkt. Desondanks is een aanvaring met deze keringen niet uitgesloten.

Klimaatscenario droogte: Droogte zal niet leiden tot sluiting van de waterkering. Daarmee is er geen verschil met de reguliere situatie. Er is geen verandering in kans of gevolg.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft de klimaatbedreiging "droogte" beoordeeld voor dit risico. De beoordeling van de expert komt hoger uit, maar hiervoor zijn geen argumenten gegeven en daarom is de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Aanvaring kering

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					1		(1)				
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					2						
Risicoscore oud:	1.225				Risicoscore nieuw:				1.225		

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal leiden tot een meer frequente sluiting van de keringen aangezien de kritische waterstanden sneller zullen worden overschreden. Keringen die de vaarweg kunnen afsluiten, zijn juist in gesloten toestand extra kwetsbaar voor aanvaringen. Hierdoor kan de kans op ongevallen toenemen. Daarbij wordt wel opgemerkt dat er in die gevallen mitigerende maatregelen worden genomen om het risico op aanvaringen te reduceren. Denk daarbij aan communicatie, een vaarverbod in de nabijheid van de kering en de eventuele aanwezigheid van patrouilleboten. De gevolgen van aanvaringen zullen ten gevolge van de klimaatbedreiging niet veranderen.

De kans op ongevallen met vaste keringen zal niet veranderen en hier zal de zeespiegelstijging geen effect hebben op kans van optreden of gevolg. Gemiddeld over alle keringen zal de kans op ongevallen licht toenemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "zeespiegelstijging" is voor dit risico beoordeeld door twee experts. De beoordeling van de experts laten daarbij een wat ander beeld zien, maar het gemiddeld risico (kans x effect) is bij benadering gelijk aan de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring kering

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						2	0	1			
Gevolgen nemen af/toe					1		0	2			
Risicoscore oud:	1.225					Risicoscore nieuw: 1.350					

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Een hoge rivierafvoer van rivieren leidt niet tot sluiting van de waterkering. De kering keert immers het binnendringende zeewater. De kering blijft gewoon geopend en de situatie is niet anders dan in de reguliere situatie. Er is geen verandering in kans of gevolg.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "hoge rivierafvoer" is beoordeeld door één expert. De beoordeling van de expert komt hoger uit, maar hiervoor zijn geen argumenten gegeven en derhalve is de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

Aanvaring kering

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	1					
Gevolgen nemen af/toe					1		(1)				
Risicoscore oud:	1.225					Risicoscore nieuw: 1.237					

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Noordzee, Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. Hier bevinden zich ook de vaste waterkeringen, echter deze keringen bevinden zich op enige afstand van de vaarwegen. Omdat de wind- en golfomstandigheden in 2050 niet significant wijzigen ten opzichte van de huidige situatie, is geen wijziging van de risicoscore te verwachten.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn tot een aanvaringen met keringen. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is echter erg klein. Keringen die de vaarweg kunnen afsluiten, worden in de reguliere situatie beschermd. Deze keringen zijn vooral kwetsbaar in de relatief korte tijd dat deze zijn gesloten. Hierdoor is de kans vrijwel nihil dat wind- en waterhozen tot extra ongevallen leiden. De vaste waterkeringen bevinden zich op enige afstand van de vaarweg. Wind- en waterhozen kunnen de kans op een aanvaring doen toenemen, maar door de afstand tot de vaarweg en het zeer incidentele karakter van wind- en waterhozen is ook in dit geval de kans op een ongeval ten gevolge van een wind- of waterhoos erg klein.

In totaal wordt dus geen verschuiving verwacht van de risicoscore ten gevolge van de klimaatbedreiging "golven en wind".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Aanvaring kering

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	1.225				Risicoscore nieuw:				1.225		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en hevige neerslag zal de beroepsvaart geheel op radar varen. Voor de keringen in de vaarweg is de kans op een aanvaring zeer klein, aangezien de kering zich meestal in geopende en beschermde toestand zal bevinden en in gesloten toestand geldt een vaarverbod. Voor de vaste keringen zijn de risico's groter. De kering is bij mist en intensieve neerslag niet visueel zichtbaar, waardoor de kans op interpretatiefouten toeneemt en dus ook de kans op aanvaringen. Desondanks zijn de objecten goed weergegeven op de nautische kaarten en de meeste schippers zullen ook bekend zijn met de objecten.

Het aantal mistdagen neemt tot 2050 significant af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag slechts marginaal toeneemt. In totaal wordt verwacht dat de kans van optreden van dit risico ten gevolge van mist en neerslag zal afnemen.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers zonder airco in de stuurhut beïnvloeden. De kans op een aanvaring van een kering neemt hierdoor toe. Overigens heeft de meeste beroepsvaart een klimaatregeling aan boord, waardoor dit risico grotendeels is gemitigeerd. In totaal wordt verwacht dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Aanvaring kering

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	1.225				Risicoscore nieuw:				1.225		

4.4.14

Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)

Het zinken/kapseizen of omslaan van beroepsvaart komt meestal voor op open water onder moeilijkere condities (golven/wind). Met name als luiken niet zijn gesloten, kunnen hoge golven leiden tot het vollopen van het schip. Andere oorzaken kunnen te maken hebben met een verkeerde belading of overbelading.

Klimaatscenario droogte: Bij droogte verlaagt de waterstand, met name op rivieren. Dit klimaatscenario zal het risico op zinken/kapseizen niet wezenlijk beïnvloeden, aangezien dit risico vooral speelt onder moeilijke vaarcondities.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote invloed zien op de risicoscore van dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan beroepsvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Droogte

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	3.274				Risicoscore nieuw:				3.274		

Klimaatscenario Zeespiegelstijging: Een verhoging van de zeespiegel zal lokaal leiden tot hogere waterstand op de benedenrivieren en de Zeeuwse Delta. Een verhoging van de zeespiegel heeft geen invloed op het toprisico "omslaan/zinken/kapseizen beroepsvaart".

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van zeespiegelstijging op de risicoscore van dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan beroepsvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	3.274				Risicoscore nieuw:				3.274		

Klimaatscenario Hoge Rivierafvoer: Een hoge rivierafvoer leidt tot hogere waterstanden. De licht hogere stroming maakt het manoeuvreren lastiger en verhoogt de kans op aanvaringen met andere schepen of infrastructuur. Dit klimaatscenario zal het risico op zinken/kapseizen als primaire ongevalsoorzaak echter niet beïnvloeden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van een hoge rivierafvoer op dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan beroepsvaart

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Hoge rivierafvoer

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	3.274				Risicoscore nieuw:				3.274		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven spelen op open water, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse Delta. Hoge golven kunnen leiden tot het vollopen van het schip als de luiken openstaan. Omdat de golfcondities tot 2050 niet significant zullen wijzigen, is het niet waarschijnlijk dat het risico wordt beïnvloed door de klimaatbedreiging.

Harde wind is voor de beroepsvaart geen directe aanleiding tot kapseizen, omslaan of zinken. De schepen vereisen meer ruimte om te manoeuvreren, maar het risico op zinken, kapseizen of omslaan zal hierdoor niet worden beïnvloed. Daarnaast zullen de windcondities tot 2050 niet significant wijzigen.

Wind- en waterhozen kunnen aanleiding zijn tot het zinken, kapseizen of omslaan van beroepsvaart. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein, maar als het gebeurt dan kunnen de gevolgen voor het schip groot zijn. De kans van optreden zal nauwelijks toenemen, maar het is te verantwoorden om de gevolgen iets te verhogen.

In totaal wordt dus een klein effect verwacht op de gevolgen van het risico zinken, kapseizen en omslaan van beroepsvaart.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is niet beoordeeld door de experts, aangezien de condities conform de uitgangspunten niet wijzigen.

Zinken, kapseizen, omslaan beroepsvaart

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe						1					
Risicoscore oud:	3.274				Risicoscore nieuw:				3.307		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en hevige neerslag zal de beroepsvaart geheel op radar varen. Dit kan leiden tot interpretatiefouten en aanvaringen, maar niet tot het zinken, kapseizen en/of omslaan van de beroepsvaart als primaire ongevalsoorzaak.

Hevige neerslag kan leiden tot het vollopen van het schip als luiken geopend zijn, maar dit proces is traag en de neerslaghoeveelheden zijn ontoereikend om beroepsvaart te laten zinken. Hierdoor zal de kans op het kapseizen, omslaan of zinken van de beroepsvaart gelijk blijven.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers zonder klimaatregeling in de stuurhut beïnvloeden. Dit verhoogt de kans op aanvaringen, maar heeft geen invloed op de kans op het zinken, omslaan of kapseizen van de beroepsvaart.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt geen verandering verwacht van de kans of gevolgen van het risico op zinken, kapseizen of zinken. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op de risicoscore van dit risico.

Zinken, kapseizen, omslaan beroepsvaart

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	3.274				Risicoscore nieuw:				3.279		

4.4.15

Samenvatting Confrontatie van risico's met klimaatbedreigingen voor het Binnenwater.

De resultaten van de confrontatie zijn samengevat in de confrontatietabel in Tabel 6.

De tabel geeft een aantal zaken weer:

- De kleuren in de tabel geven de risicoclassificering. De eerste gekleurde kolom geeft de oorspronkelijke risicoclassificering, de tweede kolom de classificering met klimaateffecten. De legenda staat onder de tabel.
- De getallen geven de relatieve verschuiving van de risicoscore ten gevolge van de klimaatbedreigingen. Er zijn alleen getallen opgenomen in vakken die veranderen. Een factor 1,05 geeft aan dat de oorspronkelijke risicoscore ten gevolge van het meest ongunstige klimaatscenario met 5% kan toenemen.

- In de één na laatste kolom is de verschuiving van de risicoscore aangegeven als alle klimaatbedreigingen bij elkaar worden opgeteld. Alle klimaatveranderingen komen immers voor lopende het jaar.

Het totale effect op de risicoscores van de risico's van de klimaatbedreigingen tezamen varieert tussen minimaal 1% en maximaal 33%. Dit percentage geldt voor het meest ongunstige klimaatscenario. De beoordelingen leiden daarbij niet tot een verandering van de risicoclassificatie van de verschillende risico's. Dat is af te leiden uit de laatste kolom waarbij de kleuren overeenkomen met de eerste kolom.

Confrontatiematrix Binnenwateren	Risicoclassificering	Droogte	Zeespiegelstijging	Hoge rivierafvoer	Golven en wind	Extrem weer	Totaal effect	Risicoclassificering met effect
Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart		1,16	1,06	1,10		1,02	1,33	
Aanvaring van een brug door beroepsvaart		0,99	1,01	1,06	1,01	0,95	1,02	
Eenzijdig ongeval recreatievaart					1,01	1,02	1,03	
Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)					1,01		1,01	
Ongeval met een veerpont		1,05	1,01	1,10	1,05	1,01	1,22	
Ongeval met passagiersschip		1,16		1,10	1,01	1,02	1,29	
Aanvaring van een sluis		1,05	1,01	1,01	1,01		1,08	
Aanvaring van een zwemmer		1,05		1,01		1,16	1,22	
Aanvaring tussen recreatievaart onderling		1,06	1,01	1,02		1,06	1,15	
Aanvaring tussen beroepsvaart onderling		1,16	1,02	1,06		1,02	1,26	
Gronding beroepsvaart		1,16	0,99	1,02			1,17	
Aanvaring van een stuw		1,06		1,02	1,05		1,13	
Aanvaring van een kering			1,10	1,01			1,11	
Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)					1,01		1,01	

Tabel 6: Confrontatiematrix Binnenwateren

Groen – laag risico, geel – midden risico, oranje – hoog risico, rood – zeer hoog risico

De risico's die extra gevoelig zijn voor de klimaatveranderingen zijn:

- Aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart
- Ongevallen van een passagiersschip
- Aanvaringen tussen beroepsvaart onderling
- Aanvaring van een zwemmer

Volgens Tabel 6 heeft de klimaatbedreiging "droogte" veruit de meeste impact op de kans van optreden en de gevolgen van ongevallen. Er kan een verschuiving optreden van de risicoscore tot 16%. Dit percentage is van toepassing op de risico's aanvaringen tussen recreatievaart en beroepsvaart, aanvaringen tussen beroepsvaart onderling, gronding beroepsvaart en ongevallen met passagiersvaart. Door droogte neemt de vaarwegdiepte af, waardoor schepen minder kunnen vervoeren en sneller kunnen gronden. Om het volledige ladingaanbod te kunnen vervoeren moeten er ook meer schepen varen. De hogere intensiteit in combinatie met het afgenomen vaarwegprofiel leidt tot verschillende omstandigheden die de kans op aanvaringen doen toenemen (toegenomen zuiging, minder vaarwegbreedte, etc.).

De klimaatbedreiging “zeespiegelstijging” leidt tot een maximale verschuiving van de risicoscore van 10%. Het gaat daarbij om het risico “aanvaring van een kering”. De kritische waterstanden worden door de zeespiegelstijging sneller overschreden, waardoor de keringen vaker moeten worden gesloten. Juist in de gesloten toestand zijn veel keringen extra kwetsbaar voor aanvaringen.

De klimaatbedreiging “hoge rivierafvoer” kan leiden tot een maximale verschuiving van de risicoscore van 10%. Het gaat dan om de risico’s ongevallen tussen beroepsvaart en recreatievaart, ongevallen met een veerpont en ongevallen met passagiersvaart. Door de hogere rivierafvoer nemen de stromingssnelheden op rivieren toe, waardoor de afvaart sneller moet varen om het schip bestuurbaar te houden. Hierdoor neemt de kans op ongevallen toe en door de toegenomen snelheid kunnen de gevolgen bij een aanvaring ook ernstiger zijn. Bij kwetsbare vaart, zoals passagiersvaart en veerponten, kunnen de gevolgen daarbij groot zijn vanwege het hoge aantal opvarenden.

De klimaatbedreiging “golven en wind” leidt tot een maximale verschuiving van de risicoscore in de orde van 1% tot 5%. Alhoewel de wind en golfcondities niet wijzigen, kunnen kleine verschuivingen worden verklaard door de toename van het aantal wind- en waterhazen. De experts hebben overigens twijfels bij het uitgangspunt dat de wind- en golfcondities niet zullen wijzigen en verwachten dat deze condities wel degelijk kunnen intensiveren.

De klimaatbedreiging “extreem weer” heeft vooral invloed op het risico aanvaring van een zwemmer. Door de toename van het aantal warme dagen zal het aantal aantrekkelijke dagen om te zwemmen toenemen. Omdat deze tijd ook extra interessant is voor recreatievaart zal de risicoscore van het risico “aanvaringen van een zwemmer” met 16% kunnen toenemen. De meeste andere risico’s zijn ook gevoelig voor deze klimaatbedreiging, maar in mindere mate. Soms is daarbij sprake van een verbetering doordat de mistcondities in 2050 volgens het meest ongunstige klimaatscenario juist zullen verbeteren.

Er is door de experts aangegeven dat het gelijktijdig optreden van klimaatbedreigingen kunnen leiden tot meer ernstige effecten. Denk hierbij aan hitte (veel recreatie op het water) en extreem weer (een onverwachte windhoos of stortbui). Als de klimaatbedreigingen samenvallen, kunnen deze elkaar versterken.

De klimaatscenario’s kennen veel onzekerheden en de effecten op de vaaromstandigheden zijn ook niet altijd in detail uitgezocht. Daardoor is het voor de experts niet eenvoudig om de effecten op kans en gevolg op een goede wijze te beoordelen. Er bestaan vooral twijfels over de ongewijzigde wind- en golfcondities in 2050. De meeste experts verwachten veel korte intensieve onweersbuien, buien en windhazen. Deze hebben wellicht weinig invloed op de jaartotalen, maar kunnen een grote invloed hebben op de kans van optreden en de gevolgen van ongevallen. Er bestaan daarmee onzekerheden in de uitkomsten, met name voor de klimaatbedreiging “golven en wind”.

4.5 Confrontatie toprisico's Noordzee met klimaatbedreigingen

In de confrontatie toprisico's Noordzee wordt besproken hoe de klimaatbedreigingen ingrijpen op de toprisico's voor de Noordzee. De confrontatie hebben wij uitgevoerd door ieder toprisico apart te behandelen. De resultaten van de confrontaties zijn telkens weergegeven in risicotabellen, welke door adviseur en experts zijn ingevuld. De adviseur heeft dit gedaan voor alle risico's, de experts is gevraagd om de belangrijkste en maatgevende drie risico's te beoordelen. In iedere tabel is met nummers aangegeven hoe vaak een bepaalde score is geselecteerd. Indien een expert komt tot een hogere kans dan aangegeven in paragraaf 4.3 en dit niet met argumenten heeft onderbouwd, dan kan de betreffende beoordeling als niet aannemelijk buiten beschouwing worden gelaten. Deze beoordelingen zijn dan in de tabellen tussen haakjes aangegeven. De gemiddelde beoordeling is vet aangegeven in de verschillende tabellen, waarbij het gemiddelde door de adviseur is afgerond naar, naar oordeel van de adviseur, het meest passende percentage. De resultaten van de werksessie zijn samengevat in Bijlage B.

Een aantal van de klimaatbedreigingen die een grote invloed hebben op het binnenwater blijken voor de Noordzee minder relevant:

- Droogte leidt tot een lagere rivierafvoer, maar dit zal de waterstand op de Noordzee niet beïnvloeden. Droogte kan wel leiden tot wijzigingen in het stromingspatroon en de zout/zoetgradiënt rondom riviermondingen, Zeeuwse Delta en Waddenzee. Dit zijn lokale effecten die in intensiteit en frequentie kunnen toenemen. Schippers en kapiteins doen hier uiteindelijk wel meer ervaring mee op, waardoor wordt verwacht dat het effect op de risico's beperkt zal zijn. Het wordt verondersteld dat dit klimaatscenario minder maatgevend is voor de risico's op de Noordzee.
- Een verhoogde rivierafvoer vanuit het continent leidt niet tot een verhoging van de waterstand in de Noordzee. Net als droogte kan het wel leiden tot wijzigingen in het stromingspatroon en de zout/zoetgradiënt rondom riviermondingen, Zeeuwse Delta en Waddenzee. Schippers en kapiteins doen hier uiteindelijk wel meer ervaring mee op, waardoor wordt verwacht dat het effect op de risico's beperkt zal zijn. Het wordt verondersteld dat dit klimaatscenario minder maatgevend is voor de risico's op de Noordzee.
- Bodemerosie heeft geen invloed op de condities op de Noordzee, aangezien de beschikbare diepte van de vaargeulen niet significant zal wijzigen.

Meer relevant voor de nautische veiligheid op de Noordzee zijn de klimaatbedreigingen "zeespiegelstijging", "golven en wind" en "extreem weer". Deze scenario's bepalen in meer of mindere mate de omgevingscondities voor de scheepvaart. De impact van deze klimaatbedreigingen zal in dit hoofdstuk verder worden onderzocht. Het verdient overigens wel aanbeveling om de lokale stromingseffecten en zout/zoet gradiënten rondom riviermondingen, Zeeuwse Delta en Waddenzee nader te onderzoeken. Alhoewel de effecten niet groot worden verondersteld, is hier weinig concrete informatie over beschikbaar.

De uitkomsten van deze analyse zijn uiteindelijk opgesomd in een confrontatiematrix, welke is opgenomen aan het einde van deze paragraaf.

4.5.1

Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen

De kans op ernstige aanvaringen tussen koopvaardij schepen blijkt in de praktijk erg laag. De Noordzee betreft een groot vaarwater. De kans op gevaarlijke ontmoetingen is hierdoor relatief laag en dat geldt ook voor de kans op aanvaringen tussen koopvaardij schepen. Echter, als er eenmaal een aanvaring heeft plaatsgevonden, dan kunnen de gevolgen veel ernstiger zijn in vergelijking met het binnenwater. De schepen zijn groter, waardoor er meer energie vrijkomt bij een aanvaring, de financiële waarde van de schepen en de hoeveelheid lading is groot en de schepen hebben meer vervuilende stoffen aan boord (brandstof). Als er een schip met gevaarlijke, milieubelastende, stoffen als lading is betrokken, dan kunnen de gevolgen extra ernstig zijn vanwege de milieueffecten.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft twee effecten. Ten eerste zal er iets meer water in de ondiepere vaargeulen staan. Sommige experts verwachten dat het baggerbeleid hierop wordt aangepast, waardoor het positief effect komt te vervallen. Anderen denken dat het baggerbeleid niet zal veranderen omdat schepen steeds groter worden, waardoor de extra diepte al snel zal worden benut. Dit laatste heeft echter weinig te maken met de klimaatverandering.

Het tweede effect heeft te maken met sluis capaciteit. Een hoge zeespiegel in combinatie met een lage rivierafvoer kan leiden tot beperkingen in de sluisbediening om de zoutindringing te reduceren. Bij belangrijke sluiscomplexen (Zeesluizen IJmuiden, Terneuzen), kan dit leiden tot extra drukte in de ankergebieden, waardoor de aanvaarkans in deze gebieden zou kunnen toenemen. Een aantal experts geeft aan dat schepen voor deze korte onderbrekingen niet zullen ankeren, maar eerder de snelheid zullen verlagen. Als een effect optreedt, dan is dit vooral een lokaal en incidenteel effect. Het realiseren van extra ankergebieden is volgens de deskundigen moeilijk in te passen, aangezien er door de grote uitbreiding van windparken weinig ruimte resteert.

Tenslotte kunnen stormvloedkeringen ten gevolge van de zeespiegelstijging vaker gesloten worden, waardoor er incidenteel extra drukte kan ontstaan in de betreffende ankergebieden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Alles meewegende wordt de toename van het jaarlijkse aantal ongevallen klein verondersteld bij gelijkblijvende gevolgen. Vier experts hebben dit risico beoordeeld. De beoordeling van de experts is daarbij in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring koopvaardij schepen								Beoordeeld door:				
Klimaatscenario: Zeespiegelstijging								Adviseur + 4 experts				
	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%	
Kans neemt af/toe				1	3	1						
Gevolgen nemen af/toe					5							
Risicoscore oud:	23.500				Risicoscore nieuw:				23.500			

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven en harde wind zijn lastige omgevingscondities op de Noordzee. Onder deze condities hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren. Het wordt niet verwacht dat de wind- en golfomstandigheden zullen verslechteren in 2050. Daarmee zal de risicoscore naar verwachting niet wijzigen ten gevolge van deze klimaatbedreiging. De kans en de gevolgen blijven derhalve gelijk.

De kans dat wind- en waterhozen leiden tot aanvaringen tussen koopvaardij schepen wordt verwaarloosbaar geacht. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein en de kans dat twee schepen worden beïnvloed door een windhoos is vrijwel verwaarloosbaar. Daarnaast zijn de relatief grote zeeschepen dusdanig robuust dat deze de waterhozen in Nederland zouden moeten kunnen weerstaan.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt geen effect verwacht op het risico "aanvaringen tussen koopvaardij schepen". Eén expert heeft een verhoging van de kans aangegeven met 5%. De hogere beoordeling hangt samen met het feit dat het uitgangspunt dat de wind- en golfcondities niet in lijn is met de beleving van de experts.

Aanvaring koopvaardij schepen

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	0	1				
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	23.500				Risicoscore nieuw:				23.735		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en hevige neerslag zal de zeevaart geheel op radar en AIS varen. Het radarbeeld wordt echter niet ondersteund door het visueel beeld en dit gemis kan in de praktijk tot interpretatiefouten leiden. Het aantal mistdagen neemt tot 2050 circa 37% af, terwijl het aantal dagen met intensieve neerslag licht toeneemt. In totaal wordt daarom een kleine verbetering van de nautische veiligheid verwacht ten gevolge van mist en hevige neerslag.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers beïnvloeden. Echter, vrijwel alle zeevaart is voorzien van een geconditioneerde brug, waardoor dit risico vrijwel geheel is gemitigeerd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal is daarmee een kleine verbetering van de kans van optreden van het risico te verwachten. De klimaatbedreiging "extreem weer" is door drie experts beoordeeld voor dit risico. De beoordeling van de experts is in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring koopvaardij schepen

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 3 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe				4							
Gevolgen nemen af/toe					4						
Risicoscore oud:	23.500				Risicoscore nieuw:				23.265		

4.5.2

Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen

Brand en explosies komen in de zeevaart relatief frequent voor, alhoewel de gevolgen in de meeste gevallen beperkt zijn. De oorzaak voor dit risico is te herleiden naar het schip zelf. Broei van de lading, hete delen van de motor, roken van het personeel, een slechte conditie van het schip, gevaarlijke lading. De klimaatomstandigheden buiten het schip hebben geen directe relatie met brand en explosies.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert verwacht wel degelijk een risico-verhogend effect in de orde van 1%, met name ten gevolge van hitte, het toegenomen aantal warme dagen (in combinatie met bulkloading, zie risico brand en explosies van lading bij bulk vervoerende koopvaardij in paragraaf 4.5.7). De consensus van de experts neigt naar geen effect. Het wordt verondersteld dat de klimaatbedreigingen geen invloed hebben op de kans van optreden en de gevolgen van dit risico.

4.5.3

Arbo ongevallen op visserijsschepen

Arbo ongevallen komen in de visserij frequent voor. De oorzaak van dit risico hangt samen met de werkprocedures. Met name ruwe omstandigheden kunnen Arbo-ongevallen inleiden. Omdat de wind- en golfcondities niet veranderen, wordt door de adviseur geen invloed verondersteld op de kans van optreden en de gevolgen van dit risico. Dit risico is door de adviseur in eerste instantie buiten beschouwing gelaten, maar toch door de experts aangegeven als maatgevend.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De adviseur zag hier geen aanleiding om een verschuiving in de risicoscore door te voeren.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft het risico beoordeeld, maar de beoordeling is daarbij in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Arbo ongevallen op visserijsschepen

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					2						
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	24.000				Risicoscore nieuw:				24.000		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven en harde wind zijn lastige omgevingscondities op de Noordzee. Onder deze condities worden werkcondities lastiger en kunnen ARBO ongevallen sneller optreden. Omdat de windcondities niet veranderen zag de adviseur geen aanleiding de verschuiving in de risicoscore door te voeren.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft in de werksessie een risico-verhogend effect ingeschat van 1%. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het gevoel van veel experts dat de wind- en golfcondities toch zullen wijzigen.

Arbo ongevallen op visserijsschepen

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	1					
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	24.000				Risicoscore nieuw:				24.240		

Klimaatscenario Extreem Weer: Extreme condities kunnen in potentie ARBO ongevallen inleiden, echter goede werkprocedures moeten dit voorkomen. De adviseur zag derhalve geen aanleiding om een verschuiving in de risicoscore door te voeren.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft in de werksessie een risico-verhogend effect ingeschat tot zelfs 11%. De hoge beoordeling heeft te maken met de meer intensieve neerslag, die vaak gepaard gaat met sterke wind, waardoor ARBO ongevallen ingeleid kunnen worden. De toename van het gevolg met 10% bij de klimaatbedreiging "extreem weer" wordt door de adviseur echter wel erg hoog ondervonden.

Arbo ongevallen op visserij schepen

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Extreem weer

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	1					
Gevolgen nemen af/toe					1		0	1			
Risicoscore oud:	24.000				Risicoscore nieuw:				25.200		

4.5.4

Schipbreuk en zinken van visserij schepen

Schipbreuk en het zinken van visserij schepen komt niet veel voor, maar de kleine visserij schepen zijn wel extra gevoelig voor ruwe en moeilijke omstandigheden op zee. Daarbij komt dat deze groep vanwege de commerciële belangen ook onder moeilijke omstandigheden blijft doorvaren en daardoor extra risico loopt. De gevolgen van een schipbreuk kunnen groot zijn, zeker als de opvarenden het schip onder ruwe omstandigheden moeten verlaten of zelfs achterblijven.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft twee effecten. Enerzijds zal er iets meer water in de ondiepere vaargeulen staan. Sommige experts verwachten dat dit voordeel door herziening van het baggerbeleid zal komen te vervallen. Ten tweede kan er incidenteel drukte in ankergebieden ontstaan als de sluizen bij droogte niet of minder worden bediend of als de stormvloedkeringen meer frequent sluiten. Visserij schepen hebben beperkte afmetingen, zijn niet geulgebonden en hebben niets te zoeken in ankergebieden. Voor dit risico is derhalve geen verschuiving van de risicoscore te verwachten.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van zeespiegelstijging op dit risico.

Schipbreuk visserij

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 0 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	2.650				Risicoscore nieuw:				2.650		

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven en harde wind spelen een belangrijke rol bij schipbreuk en zinken van visserij schepen. Naarmate de condities slechter worden of langer duren, is ook een hoger aandeel ongevallen te verwachten. Echter, aangezien de wind- en golfomstandigheden niet verslechteren in 2050, zal de risicoscore niet wijzigen ten gevolge van deze klimaatbedreiging.

Wind- en waterhozen kunnen leiden tot het zinken, kapseizen en omslaan van kleinere schepen, waaronder de visserij. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is erg klein en daarmee heeft deze klimaatbedreiging een minimale invloed op de kans van optreden van het toprisico. De historische ongevallen over de laatste 10 jaar hebben alle een andere oorzaak. Als een vissersschip wordt gevangen door een wind- of waterhoos, dan kunnen de gevolgen wel groot zijn. Derhalve is een kleine toename van de gevolgen van het toprisico te verantwoorden.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt een klein effect verwacht op kans en gevolg van het toprisico op zinken, kapseizen en omslaan van visserij. Twee experts hebben de klimaatbedreiging "golven en wind" voor dit risico beoordeeld. De beoordeling van de experts is bij benadering in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Schipbreuk visserij

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					2	1					
Gevolgen nemen af/toe					2	1					
Risicoscore oud:	2.650				Risicoscore nieuw:				2.677		

Klimaatscenario Extreem Weer: Bij mist en neerslag zal de visserij geheel op radar en AIS varen. Het radarbeeld wordt echter niet ondersteund door het visueel beeld en dit gemis kan in de praktijk tot interpretatiefouten leiden. Het is niet de verwachting dat dit kan resulteren in het kapseizen of zinken van het schip. Hevige neerslag zou wel kunnen leiden tot het vollopen van het schip, maar de neerslaghoeveelheden zijn niet toereikend om het schip te laten zinken. Daarmee blijft de kans op schipbreuk ongewijzigd.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers beïnvloeden. Het gebrek aan concentratie kan ongevallen inleiden. Dit zal met name leiden tot extra aanvaringen, maar niet tot zinken, kapseizen en vollopen van het schip, aangezien dit ongevalsscenario vooral is gerelateerd aan moeilijke vaaromstandigheden (wind/storm/golven).

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt uitgegaan van een ongewijzigde risicoscore. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van extreem weer op dit risico.

Schipbreuk visserij

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 0 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	2.650				Risicoscore nieuw:				2.650		

4.5.5

Slagzij maken en zinken van een koopvaardijship

Eenzijdige schipbreuk en het zinken van koopvaardijshipen komt zelden voor. De gevolgen kunnen echter wel groot zijn, denk daarbij aan verlies van schip en lading, mogelijk een aantal doden en gewonden en milieuschade door uitstroom van brandstof of lading. Vanwege deze effecten is het risico aangemerkt als een van de grootste risico's op de Noordzee.

Internationaal gezien worden autoschepen of veerschepen het meest getroffen door dit soort eenzijdige ongevallen. Een oorzaak kan zijn dat de toegangen van de ferry's niet goed worden gesloten, waardoor de kans bestaat op het vollopen van het schip. Ook kan het voorkomen dat de ferry of het autoschip niet goed is beladen of dat de lading verschuift, waardoor het schip slagzij maakt. Extreme omstandigheden, zoals golven en wind kunnen een dergelijke ongevallen inleiden of versnellen, maar alleen als de werkprocedures niet juist zijn gevolgd. Als de werkprocedures juist zijn gevolgd, dan zijn de schepen in de regel goed bestand tegen de weerscondities en is de kans op schipbreuk en zinken erg klein.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft niets te doen met de ruwe omgevingsomstandigheden die kunnen leiden tot slagzij maken en/of zinken van koopvaardischepen. Derhalve wordt geen verschuiving van de risicoscore verwacht.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Twee experts hebben dit risico beoordeeld op de klimaatbedreiging "zeespiegelstijging". De beoordeling van de experts is op hoofdlijnen in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Schipbreuk koopvaardij

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					2	1					
Gevolgen nemen af/toe					3						
Risicoscore oud:	12.700				Risicoscore nieuw:				12.700		

Klimaatscenario Golven en wind: Zoals beschreven in het voorgaande kunnen hoge golven zeker bijdragen aan het zinken en/of slagzij maken van koopvaardischepen. Omdat de wind- en golfomstandigheden echter niet verslechteren in 2050, zal het risico niet wijzigen ten gevolge van deze klimaatbedreiging.

De kans dat wind- en waterhozen leiden tot schipbreuk van koopvaardischepen wordt verwaarloosbaar geacht. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein en de zeeschepen zijn in de regel voldoende robuust om de wind- en waterhozen in Nederland te weerstaan.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Concluderend wordt geen verschuiving verwacht van de risicoscore van aanvaringen tussen koopvaardischepen ten gevolge van de klimaatbedreiging "golven en wind". De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van hoge golven en wind op dit risico.

Schipbreuk koopvaardij

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur + 0 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	12.700				Risicoscore nieuw:				12.700		

Klimaatscenario Extreem Weer: Mist en neerslag zullen in principe niet extra bijdragen aan het zinken en/of slagzij maken van koopvaardischepen. Door het ontbreken van het visueel beeld kan het aantal aanvaringen toenemen, maar een eenzijdig ongeval waarbij het schip zinkt is onwaarschijnlijk. De kans en de gevolgen worden zodoende niet door mist en neerslag beïnvloed.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers beïnvloeden. Het gebrek aan concentratie kan ongevallen inleiden. Dit zal met name leiden tot extra aanvaringen, maar niet tot zinken, kapseizen en vollopen van het schip, aangezien dit ongevalsscenario vooral is gerelateerd aan moeilijk vaaromstandigheden (wind/storm/golven). Overigens is de brug van de beroepsvaart op zee voorzien van klimaatregeling, waardoor dit risico is gemitigeerd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaliteit wordt geen effect verwacht. De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van de klimaatbedreiging "extreem weer" op dit risico.

Schipbreuk koopvaardij

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur +0 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	12.700				Risicoscore nieuw:				12.700		

4.5.6

Aanvaring van platforms door schepen en objecten

De dreiging van een aanvaring van een platform door een driftend schip komt met enige regelmaat voor. In verband met de risico's die met een aanvaring gepaard gaan, wordt de productie op productieplatforms uit voorzorg gestopt en wordt de bemanning van het platform geëvacueerd. Dit op zich levert al economische schade op. Het daadwerkelijk aanvaren van platforms door schepen gebeurt minder vaak.

Als een aanvaring dreigt, dan zou de kapitein zich in principe bewust moeten zijn van de aanwezigheid van het platform en in dat geval zal hij proberen om de aanvaring te voorkomen of proberen de gevolgen te beperken door bijvoorbeeld bij te sturen of het anker te laten vervallen. Een aanvaring op snelheid is vooral mogelijk als de kapitein niet oplet. Conform de regelgeving bevinden de objecten zich op minimaal 500 m van de vaarweg, waardoor de schippers en het platformpersoneel enige tijd hebben voor corrigerende acties.

Het grootste risico wordt gevormd door schepen die ten gevolge van een black-out onbestuurbaar zijn of schepen op automatische pilot met onvoldoende toezicht. Deze schepen kunnen uiteindelijk het platform raken. Vanwege het oppervlak van het water is de kans dat een platform daadwerkelijk wordt geraakt overigens klein. Doordat het personeel op het platform de operatie zal onderbreken bij een potentiële aanvaring, beperken de gevolgen zich vooral tot productieverlies door de onderbreking en de eventuele fysieke schade. De kans op ernstige milieu-incidenten en explosies is erg klein omdat het productieplatform in principe tijdig wordt stilgelegd.

In de werksessie is vooral zorg uitgesproken over de conditie en leeftijd van de bestaande platformen. Een groot aantal platforms op de Noordzee is al op leeftijd. Een belangrijke vraag is in hoeverre de oudere platforms vanwege hun ouderdom bestand zijn tegen een aanvaring. Dit aspect hangt vooral samen met de conditie van het platform. De conditie van de platformen heeft echter geen relatie met de klimaatveranderingen en dit aspect wordt in deze verkenning buiten beschouwing gelaten.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft geen invloed op aanvaringen van platforms en daarmee zal de kans op aanvaringen van platformen niet toe- of afnemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "zeespiegelstijging" is door twee experts beoordeeld. De beoordeling van de experts is daarbij in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring platform

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					3						
Gevolgen nemen af/toe					3						
Risicoscore oud:	11.770				Risicoscore nieuw:				11.770		

Klimaatscenario Golven en wind: Bij hoge golven hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren. De afstanden tot de platforms zijn echter dusdanig groot dat hierdoor geen verhoogde kans op een aanvaring van een platform bestaat. Hoge golven kunnen wellicht de kans op een black-out van de passerende schepen licht verhogen, waardoor ook de kans op een aanvaring met een platform iets kan toenemen. De golven en wind kunnen daarbij bijdragen aan een hogere aanvaarsnelheid van het schip, waardoor de gevolgen van de aanvaring ernstiger kunnen zijn. Echter, aangezien de wind- en golfomstandigheden niet verslechteren in 2050, zal de risicoscore niet wijzigen ten gevolge van deze klimaatbedreiging.

De kans dat wind- en waterhozen leiden tot aanvaringen van platforms wordt verwaarloosbaar geacht. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein, de zeeschepen zijn voldoende stabiel om de relatief lichte wind- en waterhozen te weerstaan en de veiligheidsafstand tussen de vaargeul en het platform is voldoende groot om in te grijpen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt geen of een klein effect verwacht op de risicoscore van aanvaringen van een platform. Eén expert heeft de klimaatbedreiging "golven en wind" beoordeeld. De beoordeling van de expert is bij benadering in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring platform

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Golven en wind

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					2						
Gevolgen nemen af/toe					1	1					
Risicoscore oud:	11.770				Risicoscore nieuw:				11.770		

Klimaatscenario Extreem Weer: De schepen varen bij visuele beperkingen volledig op radar en AIS. Het schip en het platform zijn daarop, ook onder extreem slechte zichtcondities, goed zichtbaar. Desondanks is visueel zicht een extra hulpmiddel en het ontbreken ervan gaat ten koste van de veiligheid. De afstand tussen vaargeul en platform bedraagt minimaal 500 m en dat geeft tijd om een potentiële aanvaring te detecteren, zeker omdat er in de meeste gevallen twee partijen zijn die de verkeerssituatie monitoren. Het is de verwachting dat mistcondities tot 2050 sterk verbeteren en de neerslagcondities marginaal verslechteren. Hierdoor zal de aanvaarkans ten gevolge van mist en neerslag afnemen.

Als een potentiële aanvaring door mist niet wordt opgemerkt, dan wordt niet ingegrepen en kan een aanvaring op volle snelheid plaatsvinden. Dit heeft dan ook zeer ernstige gevolgen. Door afname van de mistcondities neemt de kans op dit soort ongevallen af, maar ook de gevolgen nemen af. Bij mist hebben de ongevallen eerder een meer ernstige afloop. Met de verbetering van de mistcondities in 2050 is te verwachten dat zowel de kans als de gevolgen van de aanvaringen licht zal afnemen.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers beïnvloeden. Het gebrek aan concentratie kan ongevallen inleiden. Omdat vrijwel alle zeevaart is voorzien van een brug met klimaatregeling, is dit risico in voldoende mate gemitigeerd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt uitgegaan van een kleine verbetering van de risicoscore van het risico "aanvaringen van een platform" ten gevolge van de verbeterde zichtcondities in 2050. Eén expert heeft dit risico beoordeeld voor de klimaatbedreiging "extreem weer". De beoordeling van de expert is bij benadering in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring platform		Beoordeeld door:									
Klimaatscenario: Extreem weer		Adviseur + 1 expert									
	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe				1	1						
Gevolgen nemen af/toe			1	1							
Risicoscore oud:	11.770					Risicoscore nieuw:	11.536				

4.5.7

Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij

Brand en explosies komen in de zeevaart geregeld voor. Vaak betreft het kleinere incidenten, zoals een motorbrand, een probleem in de keuken, etc., maar incidenteel kan ook een grotere brand ontstaan door het branden van de lading. Bij bulkschepen is dat risico extra groot omdat de lading door broei vlam kan vatten. In dat geval kunnen zeer grote branden of zelfs explosies ontstaan. Broei is een bekende ongevalsoorzaak en daarom zal vervoerder mitigerende maatregelen nemen om branden zo goed mogelijk te voorkomen.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft geen invloed op brand en explosies en daarmee zal de kans op brand en explosies niet toenemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Eén expert heeft het risico beoordeeld met een kleine toename van de risicoscore, hiervoor zijn echter geen argumenten aangeven. De beoordeling van de expert is bij benadering in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Brand en explosie bulkschepen		Beoordeeld door:									
Klimaatscenario: Zeespiegelstijging		Adviseur + 1 expert									
	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1	1					
Gevolgen nemen af/toe					2						
Risicoscore oud:	1.220					Risicoscore nieuw:	1.220				

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven, wind, windhozen en waterhozen dragen niet bij aan de kans op brand en explosie. Derhalve wordt geen verschuiving van de risicoscore verwacht.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts hebben dit risico niet beoordeeld, wat erop wijst dat zij geen grote effecten zien van golven en wind op dit risico.

Brand en explosie bulkschepen

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					1						
Gevolgen nemen af/toe					1						
Risicoscore oud:	1.220					Risicoscore nieuw: 1.220					

Klimaatscenario Extreem Weer: Mist en neerslag zullen niet extra bijdragen aan het ontstaan van brand en explosies. Daarmee zijn geen effecten te verwachten op kans of gevolg.

Hitte is een belangrijke randvoorwaarde voor broei en daarmee kan hitte het risico op brand en explosies doen toenemen. Mede gezien de mitigaties die worden genomen door de vervoerders, wordt hierdoor slechts een kleine verhoging van de kans op explosies en brand in bulkschepen verwacht.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De experts in de werksessie maken zich vooral zorgen over de broei in biomassa. Twee experts hebben de klimaatbedreiging "extreem weer" beoordeeld voor dit risico. De beoordeling van de experts is daarbij in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Brand en explosie bulkschepen

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 2 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe						3					
Gevolgen nemen af/toe					3						
Risicoscore oud:	1.220					Risicoscore nieuw: 1.232					

4.5.8

Aanvaring van windmolens door schepen

Aanvaringen van windmolens door schepen komen soms voor en als het gebeurt, dan gebeurt het meestal met een beperkte snelheid. De grotere zeevaart zal, net als bij de platformen, minimaal 500 m moeten aanhouden tot de windmolens. Kleine schepen tot 24 m mogen de windparken wel doorkruisen, maar onder de condities zoals vastgelegd in het Nationaal Waterplan 2016-2011. Bij golven en sterke wind mogen de schepen het gebied niet doorkruisen. Bij een ernstige aanvaring zal een windmolen knikken/breken en kan de windmolen als verloren worden beschouwd. De kans dat een schip dusdanig zwaar wordt beschadigd dat deze zinkt is in eerdere risicoanalyses laag ingeschat.

Na afronding van de risicoanalyse in 2018 is een studie uitgevoerd naar de verwachte windturbineparken in 2030. Daarbij is geconstateerd dat de turbines steeds groter worden en dat de inschatting van de effecten van een aanvaring van een schip met een windturbine onzeker zijn. Dit omdat er veel aannames over de toedracht en het effect van een ongeval gemaakt moeten worden. Daarom wordt nog verdere studie naar het aanvaarrisico en de beheersing ervan uitgevoerd. Er wordt onder meer gekeken welke schade aan schip en turbine gaat optreden bij aanvaringen van verschillende schepen en verschillende turbines. Dit is belangrijke informatie om de effecten van een aanvaring in te kunnen schatten.

Overigens wordt in de risicobeoordeling uitgegaan van de toekomstige weerscondities geprojecteerd op de huidige situatie. Dat betekent dat de autonome ontwikkeling, de groei van het aantal windmolenparken, niet in de beoordeling is meegenomen.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft geen invloed op aanvaringen van windmolens en daarmee zal de kans op ongevallen niet toenemen.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "zeespiegelstijging" is voor dit risico door meerdere experts beoordeeld. In de orde Twee experts hebben een toename van de kans aangegeven van 10% tot 25%, maar hiervoor zijn geen argumenten gegeven. In de werksessie is wel een grote zorg uitgesproken over de toenemende druk ten gevolge van de windparken. Door de sterke groei van windparken staan vaarwegen en ankergebieden onder druk. De scheepvaart krijgt steeds minder ruimte en hierdoor nemen de aanvaarrisico's toe. Deze ontwikkeling is echter niet gerelateerd aan het klimaat, maar aan de Ruimtelijke Ordening. De hoge beoordelingen zijn vanwege het ontbreken van de juiste argumentatie buiten beschouwing gelaten.

Aanvaring windmolen

Beoordeeld door:

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Adviseur + 4 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe					3			(1)	(1)		
Gevolgen nemen af/toe					5						
Risicoscore oud:	2.400					Risicoscore nieuw: 2.400					

Klimaatscenario Golven en wind: Bij hoge golven en harde wind hebben de schepen meer ruimte nodig om te manoeuvreren. Voor de grote schepen zijn de afstanden tot de windmolens dusdanig groot dat hierdoor geen verhoogde kans bestaat op een aanvaring. Kleinere schepen mogen het windpark alleen onder condities doorkruisen en dat is niet toegestaan bij sterke wind en hoge golven. Hierdoor is het scenario vergelijkbaar met het risico aanvaring platformen. Aangezien de wind- en golfomstandigheden niet verslechteren in 2050, zal de risicoscore sowieso niet veranderen ten gevolge van hoge golven en wind.

De kans dat wind- en waterhozen leiden tot aanvaringen van windmolens wordt verwaarloosbaar geacht. De kans dat een wind- of waterhoos de weg van een schip kruist is klein. Daarnaast zijn de zeeschepen voldoende stabiel om de relatief lichte wind- en waterhozen te weerstaan en tenslotte is de veiligheidsafstand tussen de vaargeul en de windmolen voldoende groot voor de schipper om in te grijpen. Kleinere schepen, kleiner dan 24 m, mogen wel door het windpark, echter alleen gedurende de dag en bij relatief rustige vaarcondities. Bij slecht weer wordt het niet toegestaan, waardoor het risico op aanvaringen door deze schepen is gemitigeerd.

In totaal wordt een kleine verschuiving verwacht van de risicoscore van aanvaringen van windmolens.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Meerdere experts hebben aangegeven dat golven en wind van invloed zijn op dit risico. Twee experts verwachten een toename van de kans met 10% tot 25%. Deze beoordeling is relatief hoog en hangt samen met de druk op de ruimtelijke ordening (weinig ruimte voor scheepvaart door ontwikkeling windparken) en het feit dat er een andere beleving bestaat over de wind- en golfcondities in 2050. Omdat er echter geen aannemelijke argumenten zijn aangegeven, zijn de hoge beoordelingen buiten beschouwing gelaten.

Aanvaring windmolen

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur + 3 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					2			(1)	(1)		
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					3	1					
Risicoscore oud:	2.400					Risicoscore nieuw:					2.424

Klimaatscenario Extreem Weer: De schepen varen bij visuele beperkingen volledig op radar en AIS. De windmolens zijn daarop, ook onder extreem slechte zichtcondities, goed zichtbaar. Desondanks is visueel zicht een extra hulpmiddel en het ontbreken ervan gaat ten koste van de veiligheid. Dit kan leiden tot een licht hogere aanvaarkans. Vanwege de veiligheidsafstand tot de windmolens en het feit dat de gebieden vaak gemonitord worden aan de hand van AIS-data, is het onwaarschijnlijk dat een potentiële aanvaring onopgemerkt blijft. De toename van de aanvaarkans wordt daardoor beperkt. Toch blijft er altijd een kans bestaan dat een ongeval plaatsvindt, bijvoorbeeld als de roerganger niet oplet. Aangezien de visuele omstandigheden tot 2050 sterk zullen verbeteren, is daarmee te verwachten dat de kans op aanvaringen van windmolens licht zal afnemen.

De afname van het aantal uren met mist zal ook invloed hebben op de gevolgen. Als een potentiële aanvaring uiteindelijk niet wordt opgemerkt, dan zal niet worden ingegrepen, waardoor een aanvaring op volle snelheid mogelijk is. Een dergelijke aanvaring zal ernstige gevolgen hebben. Met de verbetering van de mistcondities in 2050 is te verwachten dat de kans op aanvaringen en de gevolgen van de aanvaringen van windmolens licht zullen afnemen. In eerder risico-onderzoek is aangegeven dat ernstige schade aan het schip erg onwaarschijnlijk is. De gevolgen bij aanvaringen van windmolens zijn zodoende minder ernstig in vergelijking met een aanvaring van een platform.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers beïnvloeden. Het gebrek aan concentratie kan ongevallen inleiden. Omdat vrijwel alle zeevaart is voorzien van een geconditioneerde stuurhut, is dit risico echter volledig gemitigeerd.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

In totaal wordt uitgegaan van een kleine verbetering van kans op aanvaringen van een windmolen ten gevolge van de verbeterde zichtcondities in 2050. Ook de ernst van de gevolgen nemen naar verwachting licht af. De klimaatbedreiging "extreem weer" is voor dit risico beoordeeld door één expert. De beoordeling van de expert is bij benadering in lijn met de beoordeling door de adviseur.

Aanvaring windmolen

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 1 expert

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>				1	1						
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>			1	1							
Risicoscore oud:	2.400					Risicoscore nieuw:					2.352

4.5.9 *Brand op een passagierschip*

Brand en explosies komen in de zeevaart geregeld voor. Vaak betreft het kleinere incidenten, zoals een motorbrand, een keukenbrand of iets dergelijks, maar incidenteel kan ook een grotere brand ontstaan. Op passagiersschepen kunnen de gevolgen extra ernstig zijn vanwege het hoge aantal opvarenden.

De oorzaak voor dit risico is te herleiden naar het schip zelf. Hete delen van de motor, het gedrag van de passagiers en/of personeel (roken), etc. De omstandigheden buiten het schip hebben geen relatie met brand en explosies. Hierdoor hebben de klimaatbedreigingen geen invloed op de kans van optreden en de gevolgen van dit risico. De experts hebben de klimaatbedreigingen ook niet beoordeeld voor dit risico.

4.5.10 *Ongevallen recreatievaart*

Het risico "ongevallen recreatievaart" omvat alle type ongevallen met recreatievaart, dus aanvaringen van schepen, aanvaringen van infrastructuur, grondingen, zinken, kapseizen, omslaan, etc. Ongevallen met recreatievaart komen op de Noordzee frequent voor. De ongevallen zijn daarbij vooral geconcentreerd rondom de kustlijn.

Op basis van de historie zijn de gevolgen beperkt geweest, maar in potentie zijn ernstige gevolgen denkbaar, met name als opvarenden over boord slaan of opgesloten raken in een zinkend schip. In de onderzoeksperiode van de risicoanalyse die is uitgevoerd in 2018 zijn geen doden te betreuren geweest, maar de experts wijten dat aan toeval en denken dat het risico veel groter is dan op basis van de historie kan worden verwacht. Die aanname is bevestigd aan de hand van enkele ernstige incidenten die zijn opgetreden na de studie in 2018.

De recreatievaarders op de Noordzee gedragen zich meer professioneel in vergelijking met de recreatievaarders op het binnenwater. Veel schippers hebben marifoon, zijn goed opgeleid en bereiden de reis goed voor. Veruit de meeste recreatievaarders zullen moeilijke condities op zee mijden en zullen in zo'n geval niet uitvaren. De zorgen van de experts gaan vooral uit naar de groep met beperkte middelen, met onvoldoende ervaring/reisvoorbereiding, de groep snelle motorboten en de groep huurders.

In het addendum bij de Risicoanalyse Noordzee 2018 is een aanvullend risico-onderzoek uitgevoerd, specifiek voor de ongevallen met recreatievaart. Hierbij is vastgesteld dat de risico's voor de recreatievaart vooral samenhangen met:

- Grondingen
- Eenzijdige ongevallen: water maken, omslaan, slagzij maken, zinken
- Brand en explosies
- Aanvaringen

Andere risico's komen ook voor maar de risicoscores van die ongevallen worden veel lager verondersteld. Met name letselschade ten gevolge van grondingen en het eenzijdig water maken, slagzij maken, omslaan en zinken van schepen hebben van de experts de hoogste risicoscores gekregen. Het mag duidelijk zijn dat met name de extra ruwe omstandigheden die kunnen ontstaan ten gevolge van de klimaatveranderingen van invloed zijn op de grondingen, de eenzijdige ongevallen en de aanvaringen.

Klimaatscenario zeespiegelstijging: De zeespiegelstijging heeft twee effecten. Enerzijds zal er iets meer water in de ondiepere vaargeulen komen te staan. Het positieve effect hiervan zal mogelijk door herziening van het baggerbeleid teniet worden gedaan. Ten tweede kan er incidenteel drukte in ankergebieden ontstaan als de sluizen bij droogte minder of niet worden bediend. Recreatieve schepen hebben beperkte afmetingen, zijn niet geulgebonden en hebben niets te zoeken in ankergebieden. Voor deze groep is daarmee er geen verschuiving in ongevalsrisico's of gevolg te verwachten.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

Drie experts hebben dit risico beoordeeld. Daarbij wordt een kans verhogend effect verondersteld ten gevolge van de veranderde stromingen rondom riviermondingen, de Zeeuwse Delta en de Waddenzee ten gevolge van de zeespiegelstijging. Deze effecten zijn nog niet concreet onderzocht en de omvang van de problematiek is onbekend. De beoordeling door de experts komt bij benadering overeen met de beoordeling door de adviseur.

Ongevallen recreatievaart

Klimaatscenario: Zeespiegelstijging

Beoordeeld door:

Adviseur + 3 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
Kans neemt af/toe				1	1	2					
Gevolgen nemen af/toe					2	1	1				
Risicoscore oud:	11.490					Risicoscore nieuw: 11.605					

Klimaatscenario Golven en wind: Hoge golven en harde wind spelen een belangrijke rol bij schipbreuk en zinken van recreatieve schepen. Naarmate de omgevingscondities slechter worden, is ook een hogere kans op ongevallen te verwachten. De meeste recreatieve schippers zullen de slechte condities mijden en varen bij extreme wind en hoge golven niet uit. Een kleine groep, die ondanks de moeilijke condities uitvaart of door de condities wordt overvallen, loopt een verhoogde kans op schipbreuk omdat de kleine schepen onder deze moeilijke condities extra kwetsbaar zijn. De gevolgen zijn daarbij vaak ook ernstiger, aangezien de opvarenden zichzelf moeilijker kunnen redden onder ruwe condities. De recreatieve schepen lopen daardoor sneller risico in vergelijking met de zeevaart. Golven die geen bedreiging vormen voor de zeevaart, kunnen voor recreatievaart al grote risico's opleveren. Ernstige incidenten kunnen snel plaatsvinden, denk bij voorbeeld aan een technisch mankement. Het schip raakt stuurlaas en kan vervolgens gemakkelijk door de ruwe condities worden gevangen.

Relatief kleine schepen zijn bij hoge golven slecht zichtbaar op de radar ten gevolge van clutter. Hierdoor is de kans op aanvaringen met kleine schepen, waaronder recreatievaart, verhoogd. Hoge golven leiden derhalve ook tot een hogere aanvaarkans. De gevolgen zijn naar verwachting ook ernstiger, aangezien men de ongevallen niet ziet aankomen en daardoor geen snelheid terugneemt.

Tot 2050 zullen de wind- en golfomstandigheden niet verslechteren ten opzichte van de referentiesituatie. Daarmee is er geen wijziging te verwachten van de risicoscore ten gevolge van golven en wind.

De kans dat wind- en waterhozen leiden tot ongevallen met recreatievaart is erg klein. De recreatieve schepen zijn wel erg gevoelig en kunnen bij een wind- of waterhoos snel zinken, kapseizen of omslaan. Dit kan leiden tot ernstige gevolgen. Derhalve is een kleine toename van de gevolgen te verantwoorden.

In totaal wordt een klein effect verwacht op de gevolgen van het risico op ongevallen met recreatievaart.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "golven en wind" is voor dit risico beoordeeld door 6 experts. De experts komen tot een andere beoordeling dan de adviseur. Dit heeft vooral te maken met de beleving van de experts over de wind- en golfcondities in 2050. Ervan uitgaande dat de wind- en golfcondities niet veranderen, zijn er geen aannemelijke argumenten gegeven voor deze hoge beoordelingen. De hoogste beoordelingen zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Ongevallen recreatievaart

Klimaatscenario: Golven en wind

Beoordeeld door:

Adviseur + 6 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					2	3		(1)	(1)		
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					4	1	1	(1)			
Risicoscore oud:	11.490					Risicoscore nieuw: 11.721					

Klimaatscenario Extreem Weer: Mist en neerslag leiden tot slechte visuele condities. Op de Noordzee, inclusief de territoriale wateren, gelden voor de watersport geen eisen ten aanzien van radar. De recreatievaart op de Noordzee gedraagt zich echter meer professioneel en veel recreatievaart op de Noordzee heeft radar aan boord. Bij slechte visuele omstandigheden kan men zodoende meestal op de radar varen. Overigens zullen de meeste recreatievaarders dit soort omstandigheden op de Noordzee mijden en niet uitvaren als het bekend is dat extreem weer zal optreden. Het risico heeft derhalve betrekking op een kleine groep recreatievaarders. Overigens zijn de weersvoorspellingen niet altijd 100% accuraat, waardoor de kans bestaat dat de recreatievaart door extreme omstandigheden wordt overvallen. Gebaseerd op de klimaatvoorspellingen zullen de zichtcondities tot 2050 verbeteren. Hierdoor zal de kans op ongevallen afnemen. Conform eerder beschreven risico's zullen hierbij ook de gevolgen afnemen. Omdat de mistcondities met 37% afnemen en de neerslagcondities marginaal toenemen, wordt een kleine verbetering verwacht van kans en gevolg ten gevolge van mist en neerslag.

Hitte kan het concentratievermogen van schippers beïnvloeden. Het gebrek aan concentratie kan ongevallen inleiden. Omdat niet alle recreatievaart is voorzien van een stuurhut met klimaatregeling en men ook vaak in de buitenlucht stuurt, is dit voor de recreatievaart een reëel risico. Omdat het aantal zomerse dagen tot 2050 sterk toeneemt, is daarmee een verhoogde kans op aanvaringen te verwachten bij gelijke gevolgen.

Alle argumenten afwegende wordt uitgegaan van een verslechtering van het risico "ongevallen recreatievaart". De toename van het risico ten gevolge van hitte wordt hoger ingeschat dan de afname ten gevolge van de mist en neerslag.

Expertbeoordeling en risicobeoordeling

De klimaatbedreiging "extreem weer" is voor dit risico beoordeeld door 5 experts. Een enkele expert geeft relatieve grote verschuivingen voor met name de kans, maar deze beoordelingen zijn niet met argument onderbouwd. Dit hangt vooral samen met de beleving van de experts dat de condities op het water steeds extremer worden. Dit wordt echter niet door de klimaatscenario onderschreven en derhalve zijn de hoogste beoordelingen buiten beschouwing gelaten.

Ongevallen recreatievaart

Klimaatscenario: Extreem weer

Beoordeeld door:

Adviseur + 5 experts

	-25%	-10%	-5%	-1%	0%	1%	5%	10%	25%	50%	100%
<i>Kans neemt af/toe</i>					2	2	(1)		(1)		
<i>Gevolgen nemen af/toe</i>					5		1				
Risicoscore oud:	11.490					Risicoscore nieuw: 11.605					

4.5.11

Samenvatting Confrontatie van risico's met klimaatbedreigingen voor de Noordzee.

De resultaten van de confrontatie zijn samengevat in de confrontatietabel in Tabel 7. De tabel geeft een aantal zaken weer:

- De kleuren in de tabel geven de risicoclassificering. De eerste gekleurde kolom geeft de oorspronkelijke risicoclassificering, de tweede kolom de classificering met klimaateffecten. De legenda staat onder de tabel.
- De getallen geven de relatieve verschuiving van de risicoscore ten gevolge van de klimaatbedreigingen. Er zijn alleen getallen opgenomen in vakken die veranderen. Een factor 1,05 geeft aan dat de oorspronkelijke risicoscore ten gevolge van het meest ongunstige klimaatscenario met 5% kan toenemen.
- In de één na laatste kolom is de verschuiving van de risicoscore aangegeven als alle klimaatbedreigingen bij elkaar worden opgeteld. Alle klimaatveranderingen komen immers voor lopende het jaar.

Het totale effect op de risicoscores van de risico's van de klimaatbedreigingen tezamen wordt ingeschat tussen de -2% en 6%. De percentages in de tabel gelden voor het meest ongunstige klimaatscenario en de klimaatbedreigingen leiden niet tot een andere risicoclassificatie. Dat is af te leiden uit de laatste kolom waarbij de kleuren overeenkomen met de eerste kolom. Het is opvallend dat de verschuivingen van de risicoscores op de Noordzee minder hoog zijn in vergelijking met het binnenwater.

Confrontatiematrix Noordzee	Risicoclassificering	Droogte	Zeespiegelstijging	Hoge rivierafvoer	Golven en wind	Extreem weer	Totaal effect	Risicoclassificering met effect	Risicoclassificering
Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen					1,01	0,99		1,00	
Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen								1,00	
Arbo ongevallen op visserij schepen					1,01	1,05		1,06	
Schipbreuk en zinken van visserij schepen;					1,01			1,01	
Slagzij maken en zinken van een koopvaardij schip								1,00	
Aanvaring van platforms door schepen en objecten						0,98		0,98	
Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij						1,01		1,01	
Aanvaring van windmolens door schepen					1,01	0,98		0,99	
Brand op een passagierschip									
Ongevallen recreatievaart			1,01		1,02	1,01		1,04	

Tabel 7: Confrontatiematrix Noordzee

Groen – laag risico, geel – midden risico, oranje – hoog risico, rood – zeer hoog risico

De risico's die extra gevoelig zijn voor de klimaatveranderingen zijn:

- Arbo ongevallen op visserij schepen
- Ongevallen met recreatievaart

Volgens Tabel 6 heeft de klimaatbedreiging “extreem weer” veruit de meeste impact op de kans van optreden en de gevolgen van ongevallen. Er kan een verschuiving optreden van de risicoscore tot 5%. Dit percentage is van toepassing op de ARBO ongevallen op visserij schepen. Door het extreem weer bestaat de kans dat opvarenden over boord slaan. Dit risico valt in principe onder Arbeidsveiligheid en niet onder Nautische Veiligheid.

Ook “golven en wind” wordt gezien als een klimaatbedreiging met impact. Dit is enigszins in strijd met de uitgangspunten onder het klimaatscenario, aangezien de wind- en golfcondities volgens het meest ongunstige klimaatscenario in 2050 niet zullen wijzigen. De verschuiving van de risicoscore varieert tussen 1 en 2%. De experts hebben de verwachting dat de golf- en windcondities in 2050 zullen intensiveren en dit is deels meegenomen in de beoordelingen. Het percentage van 2% is van toepassing op de ongevallen met recreatievaart. De kleinere schepen zijn extra kwetsbaar voor golven en wind.

De laatste klimaatbedreiging met enige impact is de klimaatbedreiging “zeespiegelstijging”. Hierbij wordt alleen het risico ongevallen met recreatievaart beïnvloed, waarbij een verschuiving van de risicoscore wordt verwacht van 1%. De zeespiegelstijging kan leiden tot veranderde stromingen rondom riviermondingen, de Zeeuwse Delta en de Waddenzee. De gewijzigde stromingen zijn nog niet concreet onderzocht, waardoor de omvang van deze problematiek onbekend is. De experts verwachten echter dat deze problematiek vooral van invloed is op de kleinere schepen, zoals de recreatievaart.

De effecten van de klimaatbedreigingen op de toprisico's op de Noordzee zijn relatief klein. Deels komt dit omdat de omgevingscondities tot 2050 niet verslechteren, maar gelijk blijven (wind/golven) of zelfs verbeteren (mist). Overigens zijn niet alle experts overtuigd dat dat daadwerkelijk het geval zal zijn. Met name met betrekking tot golven en wind hebben veel experts de verwachting dat de condities in 2050 meer intens worden. De klimaatscenario's geven dit beeld niet. Ook bestaat het idee dat het stormseizoen verschuift in de tijd, waardoor deze meer zou kunnen overlappen met het recreatiesizoen. Ook hierdoor zou de risicoscore van het risico “ongevallen met de recreatievaart” verder kunnen toenemen.

4.6

Aanvullende risico's

In deze paragraaf wordt bekeken in hoeverre de klimaatbedreigingen aanleiding zijn om andere risico's toe te voegen aan de top 10.

Binnenwater:

In de werksessie zijn de volgende risico's benoemd voor het binnenwater:

- Aanvaringen tussen schepen en drijvende bomen/ objecten.
- Onklaar raken van stuwen en vaarwegmarkering door drijvend vuil.
- Te weinig sluiscapaciteit bij droogte.
- Lading bereikt het achterland niet bij droogte.
- Door langdurig te hoog water kan er geen scheepvaart plaatsvinden op de rivieren met als gevolg dat lading niet op plaats van bestemming aankomt.
- Zoutindringing op de binnenwateren

Aanvaringen van een schip door drijvend vuil is een nautisch risico. Dit risico kan vooral optreden bij extreem hoog water. Het is een bekend probleem dat in de toekomst verder versterkt kan worden ten gevolge van de klimaatbedreiging “hoge rivierafvoer”. De oorspronkelijke risicoscore van aanvaringen tussen schepen en drijvende objecten was in voorgaande onderzoek erg laag en daarmee is het onwaarschijnlijk dat dit risico ten gevolge van de klimaatveranderingen in de top10 zou kunnen verschuiven.

Schade aan objecten door drijvend vuil is geen specifiek nautisch risico, er is immers geen schip betrokken. Ook zoutindringing is geen nautisch risico. De overige risico's zijn eveneens geen nautische risico's, maar gevolgen van de klimaatveranderingen, die mogelijk een aanleiding kunnen zijn tot een nautisch ongeval. Een tekort aan sluiscapaciteit bij droogte is bijvoorbeeld een gevolg van de droogte, waardoor het druk kan worden in de voorhaven van de sluis. Deze drukte kan weer aanleiding geven tot aanvaringen tussen schepen. De aanvaringen zijn het nautisch risico, de beperkte sluiscapaciteit en de droogte zijn oorzaken. Dit is ook de wijze waarop de ongevallen in de SOS-database worden geregistreerd. Voor de andere aangegeven risico's gelden soortgelijke argumenten.

Noordzee

In de werksessie zijn de volgende risico's benoemd voor de Noordzee:

- Verlies van lading.
- Stranding in geval van krabbend anker.
- Zwemmers.
- Buitendienststelling sluizen door externe factoren.
- Sterkere getijdestromingen.
- Milieuschade.

Het verlies van lading is een belangrijk risico, zeker gezien het recente incident met het containerschip MSC Zoë. Toch is het onwaarschijnlijk dat dit risico op basis van de klimaatverandering alleen naar de top-10 lijst verschuift. Het klimaatscenario gaat er immers vanuit dat de wind- en golfcondities niet verslechteren. Daarmee blijft de risicoscore gelijk, waardoor het risico niet kan verschuiven ten gevolge van het klimaat. Toch is het niet ondenkbaar dat het risico uiteindelijk wel in de top-10 terecht komt. Het ongeval met het containerschip Zoë is aanleiding geweest om aanvullend onderzoek te initiëren en inmiddels is het risico aangemerkt in de risicogroep "hoog".

Het risico van stranding bij een krabbend anker is een valide risico, maar op basis van historie is het onwaarschijnlijk dat dit risico in de top-10 komt. Dit soort ongevallen komt incidenteel voor en de gevolgen zijn meestal beperkt. Omdat de wind- en golfcondities niet veranderen, is het ook niet aannemelijk dat het risico zal veranderen in een toprisico.

In de laatste jaren, zeker in de afgelopen zomers, hebben veel ernstige ongevallen plaatsgevonden met strandgasten (zwemmers, kite-surfers, jetski's, surfers, etc.). Dit is bij veel van de experts een punt van zorg. Door de toename van het aantal zomerse dagen worden de stranden in de toekomst meer intensief gebruikt en nemen ook de risico's toe. Hierbij wordt opgemerkt dat een verdrinking op zich geen nautisch risico betreft, er is meestal geen scheepvaart betrokken. Een aanvaring van een zwemmer door de scheepvaart wordt wel geregistreerd als nautisch risico. De experts verwachten een significante toename van aanvaringen met zwemmers en incidenten met kleine (snelle) vaartuigen. Dit zou kunnen betekenen dat dit specifieke risico in de top-10 zou kunnen komen, met daarbij de kanttekening dat er alleen sprake is van een nautisch risico als een vaartuig is betrokken (een eenzijdig ongeval met een zwemmer is zodoende geen nautisch risico).

Sluizen kunnen buiten bedrijf worden genomen als het verval te groot wordt of als deze worden ingezet voor het waterbeheer, dan wel het voorkomen van zoutindringing. De aanleiding voor de onderbreking heeft niets te doen met nautiek (geen scheepvaart betrokken), maar de effecten voor de scheepvaart kunnen wel groot zijn in de vorm van stremmingen. Het betreft geen nautisch risico, maar vanwege de impact voor de scheepvaart is het wel aan te bevelen om dit type onderbrekingen te registreren. De intensiteit van de onderbrekingen kunnen ook door de klimaateffecten worden beïnvloed.

De sterkere getijdestromingen en milieuschade zijn niet zozeer nautische risico's, maar gevolgen van de klimaatverandering, die op zich weer nautische ongevallen kunnen inleiden. De daadwerkelijke risico's zijn aanvaringen en eenzijdige ongevallen, zoals al onderzocht in deze rapportage.

4.7

Mitigerende maatregelen

Uit de confrontatie tussen de toprisico's en de klimaatbedreigingen blijkt dat de verschuivingen in de risicoscores niet leiden tot een aanpassing van de oorspronkelijke risicoclassificaties. Toch is er wel degelijk sprake van verschuivingen in de risicoscores en daarmee is het ook zinvol om ook te kijken naar de mitigerende maatregelen om de risico's op de lange termijn te beheersen ten aanzien van klimaatveranderingen. In deze paragraaf worden mogelijke mitigerende maatregelen opgesomd die specifiek kunnen worden toegepast om de effecten van de klimaatveranderingen op de scheepvaart te mitigeren.

Belangrijkste mitigatie voor binnenwater en Noordzee: Informatie en communicatie

In de werksessies is informatievoorziening en communicatie als één van de meest zinvolle maatregelen benoemd om de effecten van de klimaatveranderingen te kunnen mitigeren. Als de condities vooraf bekend zijn, dan kan de schipper/kapitein hier rekening mee houden en hierop acteren. Belangrijke maatregelen zijn:

- Het meten van de omstandigheden (stroming, wind, diepte, golven, doorvaarthoogte, voorspellingen waterhoos)
- Het communiceren van de omstandigheden (via marifoon, internet, breedband verbindingen op de Noordzee, etc.)

Overige mitigerende maatregelen op het binnenwater

In de werksessie ten behoeve van het binnenwater zijn naast informatie en communicatie de volgende mitigerende maatregelen aangegeven:

- *Verkeersmanagement*
Met verkeersmanagement kunnen afwijkende verkeerssituaties, zoals kunnen ontstaan bij tijdelijke onderbrekingen van de bediening van sluizen, beter gemanaged worden. Slim plannen kan helpen om de overlast bij het opstarten van de sluisbediening na de onderbreking te minimaliseren. Dit zou kunnen worden vastgelegd in draaiboeken.
- *Het plaatsen van pompen nabij sluizen in de Maas*
Door het plaatsen van pompen kunnen tijdelijke onderbrekingen van de sluisbediening ten behoeve van het spuien worden voorkomen.
- *Verbetering vaarwegbeeld en markeringen*
Door het vaarwegbeeld met name bij hoge waterstanden te verbeteren kunnen ongevallen worden voorkomen.
- *Verbetering gedrag recreatievaarder*
Door de recreatievaarder beter bewust te maken van de mogelijke effecten ten gevolge van ongunstige weerscondities, kan het gedrag worden verbeterd en zal de reisvoorbereiding verbeteren. Naast het programma "Varen doe je samen", is ook te denken aan een vaarbewijs licht.
- *Beperken van de invloed van wind*
Met het plaatsen van windschermen of bomenrijen kan de invloed van de wind worden gereduceerd op plaatsen waar de wind kan leiden tot overlast.
- *Handhaving op alcohol en snelheid*
Door de klimaatverandering neemt het aantal warme dagen toe. Op warme dagen wordt meer alcohol genuttigd en wordt ook vaker op hogere snelheid gevaren. Handhaving en zichtbaarheid kan helpen om ongewenst gedrag terug te dringen.
- *Geen schepen meer door stuwoeningen laten varen.*
De stuwen in de vaarweg kunnen in geopende toestand gepasseerd worden, waardoor extra kans bestaat op aanvaringen van pijlers. Dit kan worden gemitigeerd door de scheepvaart altijd via de sluizen om te leiden.

Naast deze mitigerende maatregelen zijn er veel infrastructurele maatregelen genoemd (verhogen bruggen, waarborgen waterstand in de rivieren, etc.), die verder niet als mitigerende maatregel worden beschouwd.

Overige mitigerende maatregelen voor de Noordzee

In de werksessie ten behoeve van de Noordzee zijn naast informatie en communicatie de volgende mitigerende maatregelen aangegeven:

- *Verkeersmanagement*
Met verkeersmanagement kan de bezetting in de anker- en aanloopgebieden beter gemanaged worden, zodat de effecten van een tijdelijke onderbreking in de sluisbediening beter kunnen worden opgevangen. Ook kan verkeersmanagement helpen om na een onderbreking het scheepvaartverkeer weer efficiënt op te starten.
- *Incidentmanagement*
Het stand-by houden van sleepboten op de Noordzee om zo nodig bij incidenten te assisteren.
- *Eisen stellen aan recreatievaart*
Het voorschrijven van een minimaal motorvermogen voor de zeilende recreatievaart op de Noordzee, zodat deze ook bij hogere stroomsnelheden veilig kunnen blijven manoeuvreren.
- *Verbetering gedrag recreatievaarder*
Door de recreatievaarder beter bewust te maken van de gevaren van het weer, kan het gedrag worden verbeterd en zal de reisvoorbereiding verbeteren. Naast het programma "varen doe je samen", is ook te denken aan een vaarbewijs op de Noordzee en de promotie of het subsidiëren van radargebruik, aanschaf incl. cursus, voor recreatievaart.
- *Verbetering gedrag strandgasten*
De laatste jaren hebben verdrinkingen plaatsgevonden aan de Nederlandse stranden, waarbij in enkele gevallen vaartuigen betrokken zijn. Als mitigerende maatregelen om ongevallen te reduceren is een uitbreiding genoemd van het aantal strandwachters en "verplicht" zwemles voor strandgasten.
- *Ruimtelijk ordening*
Tenslotte is ook een Ruimtelijke Ordening maatregel aangegeven. De vaarwegen op de Noordzee staan onder druk door de toename van windparken en andere functies, die uitbreidingen of aanpassingen in de verkeersordering compliceren. Door een aantal experts wordt aanbevolen om extra ruimte te reserveren voor de scheepvaart, zodat uitbreiding van bijvoorbeeld ankerplaatsen mogelijk blijft.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Resultaten van de verkenning

Ten gevolge van de klimaatbedreigingen, zoals “droogte”, “hoge rivierafvoer”, “zeespiegelstijging”, “golven en wind” en “extreem weer”, zullen de omgevingscondities voor de scheepvaart veranderen, waardoor de nautische risico's kunnen toenemen. De effecten hiervan zijn in voorgaand onderzoek niet expliciet inzichtelijk gemaakt.

In deze rapportage zijn de effecten van het klimaat op de nautische veiligheid op binnenwateren en op de Noordzee op kwalitatieve wijze onderzocht, waarbij de volgende klimaatbedreigingen zijn onderzocht:

- Droogte.
- Zeespiegelstijging.
- Hoge rivierafvoer.
- Golven en wind.
- Extreem weer (mist en neerslag).
- Bodemdaling.

5.1.1 *Klimaatbedreigingen*

Hoogwaterscenario's, golven en wind, droogte en extreem weer zijn geen nieuwe verschijnselen. De huidige scheepvaart wordt daar al regelmatig mee geconfronteerd. Door de klimaatverandering zullen de vaarcondities wijzigen en dat heeft invloed op de kans van optreden en de gevolgen van scheepsongevallen. Om de nautische effecten ten gevolge van de klimaatveranderingen te kunnen inschatten, is inzicht noodzakelijk in de klimaatcondities in 2050 in relatie tot de huidige klimaatcondities. Deze klimaatcondities zijn onderzocht door het KNMI en Deltares. De belangrijkste bevindingen zijn samengevat in Tabel 8 op bladzijde 105. Voor deze verkenning is het jaar 2050 als doeljaar gebruikt.

De klimaatscenario's zijn opgesteld in 2014 en zullen in 2021/2023 worden herzien. Hierdoor kunnen de klimaatscenario's enigszins achterhaald zijn. Daarnaast is lopende de verkenning duidelijk geworden dat de huidige klimaatscenario's zijn opgesteld voor het binnenland en niet noodzakelijkwijs representatief zijn voor de situatie op de Noordzee. Hierdoor bestaat enige onzekerheid met betrekking tot de uitkomsten van deze verkenning.

De nautisch medewerkers in de werksessies hebben enigszins verbaasd gereageerd op het uitgangspunt dat er volgens de klimaatscenario's geen verandering in golven en wind wordt voorzien. Dit staat haaks op het beeld dat zij via media hebben gekregen. In de beleving van de meeste experts is er in de periode tot 2050 een verdere intensivering van korte en hevige buien (met wind), onweer, windhozen en ander weer te verwachten, waarbij de onvoorspelbaarheid en het verrassingseffect voor de schipper een grotere rol gaat spelen. Ook bestaat het beeld dat er verschuivingen in de tijd zullen plaatsvinden, waardoor het stormseizoen bijvoorbeeld meer gaat overlappen met het recreatieseizoen. Deze beleving is niet onderbouwd, maar er zijn daarbij wel een aantal argumenten gegeven die niet vanuit de klimaatscenario's kunnen worden ontkracht. Er bestaan dus nog een aantal onzekerheden in de klimaatscenario's en daarmee ook in de uitkomsten van deze verkenning. Het verdient aanbeveling om enerzijds te onderzoeken in hoeverre de gepresenteerde klimaatveranderingen daadwerkelijk representatief zijn voor de Noordzee en anderzijds is het zinvol om te controleren in hoeverre de zorgen van de geraadpleegde experts ten aanzien van meer extreme klimaatveranderingen realistisch zijn.

Klimaat-bedreiging	Referentie/huidig	2050
Droogte: Rijn: Maas:	• Onderschrijding 1020 m3/s: 20 dagen • Onderschrijding 44 m3/s: 31 dagen	• Onderschrijding 1020 m3/s: 12 tot 47 dagen • In het meest ongunstige klimaatscenario wordt de droogte intenser, in het gunstigste klimaatscenario neemt de droogte in 2050 af. • Onderschrijding 44 m3/s: 27 tot 80 dagen • In het meest ongunstige klimaatscenario wordt de droogte intenser, in het gunstigste klimaatscenario neemt de droogte in 2050 af.
Zeespiegelstijging	0	+15 tot + 45 cm
Hoge rivierafvoer	Geen duidelijke referentie	Aanname: toename in de orde van 30% ten opzichte van de huidige situatie. Er is echter geen duidelijke indicatie wat dit betekent voor de nautische veiligheid.
Golven en wind Golven en wind Windhozen	- 3 tot 5 per jaar.	Geen significante wijzigingen in 2050. Mogelijk verdrievoudiging tot 10-15 per jaar (weinig data).
Extreem weer Mist Neerslag Hitte Ijs	300 uur Gem. neerslag zomer: 224 mm Intensive buien: 1,7 dagen 21 zomerse dagen Dag maximum zomer 21,9 °C Ijsdagen (max. temp < 0 °C) 7,2 dagen	190 uur Gem. neerslag zomer: 195 -227 mm Intensive buien: 1,6 -2,2 dagen Van 26 tot 36 zomerse dagen Dag maximum zomer: 22,8 tot 24,2 °C Ijsdagen (max. temp < 0 °C) 0,7 tot 3,6 dagen per jaar
Bodemdaling	0	Lokaal (Nijmegen) kan de waterdiepte tot 40 cm afnemen door bodemerosie. Laag waterissues op de Rijn kunnen hierdoor in 2050 niet bij een afvoer van 1020 m3/s, maar bij circa 1170 m3/s ontstaan.

Tabel 8: Impact van klimaatbedreigingen voor 2050

De belangrijkste effecten van de klimaatbedreigingen op de scheepvaart zijn samengevat in Tabel 9 op bladzijde 106. De klimaatbedreigingen leiden overigens niet altijd tot negatieve effecten voor de scheepvaart. Zo heeft het onderwerp mist, welke onderdeel vormt van de klimaatbedreiging "extreem weer", juist een gunstig effect op de nautische veiligheid, aangezien de condities tot 2050 juist zullen verbeteren. Er is wel opgemerkt dat plotselinge mistperioden een hoger risico per tijdseenheid opleveren dan geregeld voorkomende langere perioden waarin vaarweggebruikers hun gedrag aanpassen.

Invloed op scheepvaart	
Droogte	• Reductie van de waterdiepte op rivieren ten gevolge van de lagere rivierafvoeren. • Door diepgangbeperkingen zijn meer schepen noodzakelijk om dezelfde lading te kunnen vervoeren. Het wordt drukker. • Er is minder ruimte op de vaarweg. Problematiek van zuiging neemt toe • Sluizen en stuwen worden benut voor peil- en waterbeheer. De bediening van de sluizen kan hierdoor, meestal in rustige periodes, tijdelijk worden beperkt. Dit kan drukte opleveren in de voorhavens, De scheepvaart wordt gehinderd. • Op de Noordzee en de benedenrivieren kunnen de stromingscondities veranderen. Daarnaast zal de zoet- en zoutwatertong veranderen.
Zeespiegel stijging	• Bij sluizen die onderdeel zijn van de zoet/zout waterscheiding kan een hoge zeespiegel in combinatie met droogte leiden tot een beperkte schutcapaciteit (gedeeltelijke stremming) om zoutindringing te minimaliseren. • Door de toename van de waterstand kan de doorvaarthoogte bij bruggen in de Zeeuwse Delta en in benedenrivieren structureel afnemen. • Op de Noordzee neemt de waterstand toe, waardoor schepen meer speling hebben tussen kiel en zeebodem. Bij ongewijzigd baggerbeleid kan de veiligheid in geulen licht toenemen. • De combinatie van een hoge zeespiegel met droogte kan leiden tot een beperking van de sluisbediening om zoutindringing te voorkomen. Dit levert extra drukte in de ankergebieden op de Noordzee. • Keringen kunnen meer frequent sluiten, waardoor drukte ontstaat in ankergebieden. • De stromingscondities nabij de riviermondingen en delta's kunnen ten gevolge van zeespiegelstijging veranderen op Noordzee en binnenwater. Daarnaast zal de zoet- en zoutwatertong veranderen.
Hoge rivierafvoer	• Een hogere rivierafvoer leidt tot hogere waterstanden en meer ruimte op de rivier. • De afgaande schepen varen sneller door de stroming. De schepen zijn minder goed manoeuvreerbaar, waardoor zij meer ruimte nodig hebben en verder vooruit moeten kijken. Opgaande en kruisende vaart kan deze snelheid mogelijk verkeerd inschatten. • Stroming maakt het manoeuvreren moeilijker voor kruisende vaart, voor zwemmers, voor recreatievaart, bij passage van bruggen en het manoeuvreren in de nabijheid van vaste objecten. • Bij extreme hoogwaterstanden kan een stremming worden ingesteld. • Op de Noordzee en de benedenrivieren kunnen de stromingscondities veranderen. Daarnaast zal de zoet- en zoutwatertong veranderen.
Hoge golven en wind	• Golven leiden tot moeilijke vaaromstandigheden op zee en op grote open wateren. De golven kunnen leiden tot golfoverslag en kunnen leiden tot het vollopen van niet afgesloten ruimtes. • Golven spelen minder op rivieren en kanalen, omdat de wind meestal onvoldoende strijklengte heeft om hoge golven te creëren. • Door wind komen schepen eerder bij elkaar in de buurt, extra manoeuvreerruimte is wenselijk om gevaarlijke situaties te voorkomen. • Ankerliggers kunnen door de wind gaan drijven. • Wind werkt extra complicerend in gebieden met weinig ruimte, zoals bij bruggen en sluizen. Schepen met kleine diepgang en grote windvang zijn extra vatbaar. Vlagerige wind kan dit verder versterken. • Wind- en waterhoozen zijn in potentie gevaarlijk voor de (kleinere) scheepvaart. De kans dat een windhoos een schip treft is overigens erg klein.
Extreem weer	• Extreem weer heeft betrekking mist, neerslag en hitte. Stroming, wind, golven zijn immers al eerder besproken. • Bij mist wordt op radar gevaren. Dit is op zich veilig, maar visueel zicht is belangrijk als extra confirmatie. • Scheepvaart zonder radar mag bij mist niet op het binnenwater varen die zijn aangegeven in het BPR. Als de scheepvaart door mist wordt overvallen, is dit echter niet altijd te voorkomen. • Intensieve neerslag en sneeuw kunnen eveneens leiden tot visueel beperkingen. Intensieve neerslag kan leiden tot wateroverlast in het schip; • Hitte kan leiden tot het vastlopen van bruggen. Hierdoor kan drukte ontstaan. • Hitte kan leiden tot concentratieproblemen en een verlaagd attentieniveau. • Door hitte kan het drukker worden met recreatievaart.
Bodemdaling	• Bodemdaling leidt tot gewijzigde bodemligging en waterstanden. • Vaste objecten, zoals sluizen, en vaste lagen blijven op hoogte en kunnen de effecten door droogte versterken. Deze vaste lagen liggen meestal een stuk dieper dan de Minst Gepeilde Diepte, maar kunnen toch enige hinder opleveren voor de scheepvaart bij lage rivierafvoer/waterstanden. • In deze verkenning wordt de bodemdaling meegenomen als onderdeel van de klimaatbedreiging "droogte".

Tabel 9: Impact van klimaatbedreigingen op de scheepvaart

5.1.2 *Risicomethodiek*

In de risicomethodiek van RWS WVL worden risico's geprioriteerd aan de hand van de risicoscore. De risicoscore wordt bepaald aan de hand van het product van de kans van optreden en het gevolg van het ongeval. De uitkomst, de risicoscore, is daarbij een maat voor de ernst van het risico. Voor een volledige beschrijving van de risicomethodiek wordt verwezen naar paragraaf 4.1.

5.1.3 *Belangrijkste effecten van klimaatbedreigingen op toprisico's*

De consequentie van de klimaatbedreigingen op de nautische veiligheid is beoordeeld door de experts in een tweetal online werksessies. Daarbij zijn de klimaatomstandigheden in 2050 geprojecteerd op de huidige situatie. Met andere woorden, in de beoordeling zijn geen autonome effecten, zoals de uitbreiding van het aantal windparken, meegenomen. Hierdoor wordt enkel en alleen de impact van het klimaat op de nautische veiligheid onderzocht.

Binnenwater

Tabel 10 geeft een samenvatting van de confrontatie van de klimaatbedreigingen met de toprisico's voor het Binnenwater. De uitgebreide analyse is opgenomen in paragraaf 4.4. De getallen in de tabel geven de relatieve verschuiving van de risicoscore (kans x effect) ten gevolge van een bepaalde klimaatbedreiging bij het meest ongunstige klimaatscenario. De vakken zonder score kennen geen verschuiving van de risicoscore (daar is de factor gelijk aan 1). De een na laatste kolom in Tabel 10 geeft de verwachte verschuiving van de risicoscore als alle klimaateffecten gezamenlijk in overweging worden genomen. Door het totaal effect te vermenigvuldigen met de oorspronkelijke risicoscore (zoals opgenomen in Tabel 4), ontstaat een indicatie van de risicoscore inclusief de klimaateffecten in 2050.

Confrontatiematrix Binnenwateren	Risicoclassificering	Droogte	Zeespiegelstijging	Hoge rivierafvoer	Golven en wind	Extreem weer	Totaal effect	Risicoclassificering met effect
Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart		1,16	1,06	1,10		1,02	1,33	
Aanvaring van een brug door beroepsvaart		0,99	1,01	1,06	1,01	0,95	1,02	
Eenzijdig ongeval recreatievaart					1,01	1,02	1,03	
Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)					1,01		1,01	
Ongeval met een veerpont		1,05	1,01	1,10	1,05	1,01	1,22	
Ongeval met passagiersschip		1,16		1,10	1,01	1,02	1,29	
Aanvaring van een sluis		1,05	1,01	1,01	1,01		1,08	
Aanvaring van een zwemmer		1,05		1,01		1,16	1,22	
Aanvaring tussen recreatievaart onderling		1,06	1,01	1,02		1,06	1,15	
Aanvaring tussen beroepsvaart onderling		1,16	1,02	1,06		1,02	1,26	
Gronding beroepsvaart		1,16	0,99	1,02			1,17	
Aanvaring van een stuw		1,06		1,02	1,05		1,13	
Aanvaring van een kering			1,10	1,01			1,11	
Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)					1,01		1,01	

Tabel 10: Confrontatiematrix Binnenwateren

Groen – laag risico, geel – midden risico, oranje – hoog risico, rood – zeer hoog risico

Aan de hand van de verkenning in dit rapport zijn er voor de toprisico's verschuivingen in de risicoscore te verwachten in de orde van +1% tot maximaal +33%. Ondanks deze relatief hoge verschuivingen, zal de risicoclassificatie van de bestaande top 14 risico's niet veranderen. Dat is af te leiden uit de laatste kolom waarbij de kleuren overeenkomen met de eerste kolom. Alle risico's behouden hun huidige risicoklasse.

De risico's die extra gevoelig zijn voor de klimaatveranderingen zijn:

- Aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart (+33%)
- Ongevallen van een passagierschip (+29%)
- Aanvaringen tussen beroepsvaart onderling (+26%)
- Aanvaring van een zwemmer (+22%)

Volgens Tabel 10 heeft de klimaatbedreiging "droogte" veruit de meeste invloed op de kans van optreden en de gevolgen van ongevallen. Er kan een verschuiving optreden van de risicoscore met maximaal 16%. Dit percentage is van toepassing op de risico's aanvaringen tussen recreatievaart en beroepsvaart, aanvaringen tussen beroepsvaart onderling, gronding beroepsvaart en ongevallen met passagiersvaart. Door droogte neemt de vaarwegdiepte af, waardoor schepen minder kunnen vervoeren en sneller kunnen gronden. Om het volledige ladingaanbod te kunnen vervoeren, moeten er dus ook meer schepen varen. De hogere intensiteit in combinatie met het afgenomen vaarwegprofiel leidt tot verschillende omstandigheden die de kans op aanvaringen doen toenemen (toegenomen zuiging, minder vaarwegbreedte, etc.).

De klimaatbedreiging "zeespiegelstijging" leidt tot een maximale verschuiving van de risicoscore met 10%. Het gaat daarbij om het risico "aanvaring van een kering". De kritische waterstanden worden door de zeespiegelstijging sneller overschreden, waardoor de keringen vaker moeten worden gesloten. Juist in de gesloten toestand zijn veel keringen extra kwetsbaar voor aanvaringen.

De klimaatbedreiging "hoge rivierafvoer" kan leiden tot een maximale verschuiving van de risicoscore met maximaal 10%. Het gaat dan om de risico's ongevallen tussen beroepsvaart en recreatievaart, ongevallen met een veerpont en ongevallen met passagiersvaart. Door de hogere rivierafvoer nemen de stromingssnelheden op rivieren toe, waardoor de afvaart sneller moet varen om het schip bestuurbaar te houden. Hierdoor neemt de kans op ongevallen toe en door de toegenomen snelheid kunnen de gevolgen bij een aanvaring ook ernstiger zijn. Bij kwetsbare vaart, zoals passagiersvaart en veerponten, kunnen de gevolgen daarbij groot zijn vanwege het hoge aantal opvarenden.

De klimaatbedreiging "golven en wind" leidt tot een maximale verschuiving van de risicoscore in de orde van 1% tot 5%. Alhoewel de wind en golfcondities niet wijzigen, kunnen kleine verschuivingen worden verklaard door de toename van het aantal wind- en waterhozen. De experts hebben overigens twijfels bij het uitgangspunt dat de wind- en golfcondities niet zullen wijzigen en verwachten dat deze condities wel degelijk kunnen intensiveren.

De klimaatbedreiging "extreem weer" heeft vooral invloed op het risico aanvaring van een zwemmer. Door de toename van het aantal warme dagen zal het aantal aantrekkelijke dagen om te zwemmen toenemen. Omdat deze tijd ook extra interessant is voor recreatievaart zal de risicoscore van het risico "aanvaringen van een zwemmer" met 16% kunnen toenemen. De andere risico's zijn minder gevoelig voor deze klimaatbedreiging. Soms is daarbij sprake van een verbetering doordat de mistcondities in 2050 volgens het meest ongunstige klimaatscenario juist zullen verbeteren.

De gemiddelde expertbeoordelingen in deze verkenning zijn naar mening van de adviseur aan de hoge kant. Dit heeft te maken met het feit dat veel experts zich laten leiden door de eigen beleving en de beoordelingen uitvoeren op basis van gevoel. Daarnaast zijn in een aantal gevallen aspecten meegewogen die geen directe relatie hebben met de klimaatveranderingen. Zo zijn in de werksessie argumenten langsgekomen met betrekking tot autonome ontwikkelingen (groei van het aandeel jetski's en snelle motorboten in de vloot) en Ruimtelijke Ordeningsproblemen (ruimtegebrek op de Noordzee door ontwikkeling windparken). Uiteraard zijn deze aspecten relevant voor de nautische veiligheid, maar deze aspecten zijn niet gerelateerd aan de klimaatveranderingen. De beoordeling door de experts geeft een goed inzicht in de issues en risico's, maar de inschattingen zijn soms aan de hoge kant.

De beoordeling is uitgevoerd aan de hand van het meest ongunstige klimaatscenario. Dit klimaatscenario staat niet vast, maar beschrijft een aannemelijke ontwikkeling van het klimaat onder de meest ongunstige uitgangspunten. Daarmee is het klimaatscenario echter nog geen worst-case, ook binnen het meest ongunstige klimaatscenario bestaat nog onzekerheid, zoals ook is beschreven bij de klimaatuitgangspunten.

Noordzee

Tabel 11 geeft een samenvatting van de confrontatie van de klimaatbedreigingen met de toprisico's voor de Noordzee. De uitgebreide analyse is opgenomen in paragraaf 4.5. De getallen in de tabel zijn op dezelfde wijze opgesteld als voor het Binnenwater.

Confrontatiematrix Noordzee	Risicoclassificering	Droogte	Zeespiegelstijging	Hoge rivierafvoer	Golven en wind	Extreem weer	Totaal effect	Risicoclassificering met effect	Risicoclassificering
Aanvaring van twee of meer koopvaardischepen					1,01	0,99		1,00	
Brand en explosie van lading bij koopvaardischepen, tankers en containerschepen								1,00	
Arbo ongevallen op visserij schepen					1,01	1,05		1,06	
Schipbreuk en zinken van visserij schepen;					1,01			1,01	
Slagzij maken en zinken van een koopvaardischip								1,00	
Aanvaring van platforms door schepen en objecten						0,98		0,98	
Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij						1,01		1,01	
Aanvaring van windmolens door schepen					1,01	0,98		0,99	
Brand op een passagierschip									
Ongevallen recreatievaart			1,01		1,02	1,01		1,04	

Tabel 11: Confrontatiematrix Noordzee

Groen – laag risico, geel – midden risico, oranje – hoog risico, rood – zeer hoog risico

Aan de hand van de analyses in dit rapport zijn er voor de toprisico's verschuivingen in de risicoscore te verwachten in de orde van -2% tot maximaal +6%. Daarmee is de impact van de klimaatbedreigingen veel kleiner in vergelijking tot de risico's op de binnenwateren. De risicoclassificatie van de bestaande top 10 risico's zullen aan de hand van de beoordelingen niet veranderen en alle risico's behouden hun huidige risicoclassificering.

De risico's die extra gevoelig zijn voor de klimaatbedreigingen zijn:

- Arbo ongevallen op visserijsschepen (+6%)
- Ongevallen met recreatievaart (+4%)

Volgens Tabel 11 heeft de klimaatbedreiging "extreem weer" veruit de meeste invloed op de kans van optreden en de gevolgen van ongevallen op de Noordzee. Er kan een verschuiving optreden van de risicoscore tot 5%. Dit percentage is van toepassing op het risico ARBO ongevallen op visserijsschepen. Door het extreem weer bestaat de kans dat opvarenden over boord slaan. Dit risico valt overigens onder Arbeidsveiligheid en niet onder Nautische Veiligheid.

Ook "golven en wind" wordt gezien als een klimaatbedreiging met enige invloed. Dit is enigszins in strijd met de uitgangspunten onder het klimaatscenario, aangezien de wind- en golfcondities volgens het meest ongunstige klimaatscenario in 2050 niet zullen wijzigen. De verschuiving van de risicoscore varieert tussen 1 en 2%. De experts hebben de verwachting dat de golf- en windcondities in 2050 zullen intensiveren en dit is door een enkele expert meegenomen in de beoordelingen. Het percentage van 2% is van toepassing op de ongevallen met recreatievaart. De kleinere schepen zijn extra kwetsbaar voor de klimaatbedreiging "golven en wind".

De laatste klimaatbedreiging met enige invloed is de klimaatbedreiging "zeespiegelstijging". Hierbij wordt alleen het risico ongevallen met recreatievaart beïnvloed, waarbij een verschuiving van de risicoscore wordt verwacht van 1%. De zeespiegelstijging kan leiden tot veranderde stromingen rondom riviermondingen, de Zeeuwse Delta en de Waddenzee. De gewijzigde stromingen zijn nog niet concreet onderzocht, waardoor de omvang van deze problematiek onbekend is. De experts verwachten echter dat deze problematiek vooral van invloed is op de kleinere schepen, zoals de recreatievaart.

De effecten van de klimaatbedreigingen op de toprisico's op de Noordzee zijn relatief klein. Deels komt dit omdat de omgevingscondities tot 2050 niet veel verslechteren, gelijk blijven (wind/golven) of zelfs verbeteren (mist). De uitkomsten van de beoordelingen van de klimaateffecten voor de Noordzee zijn naar oordeel van de adviseur aan de hoge kant. Enerzijds omdat is uitgegaan van het meest ongunstige klimaatscenario, anderzijds omdat de experts de risico's soms aan de hoge kant inschatten.

5.2 Inhoudelijke conclusies

Ten gevolge van de klimaatveranderingen zullen de risicoscores in veel gevallen enigszins toenemen, maar dat leidt niet tot een andere risicoclassificatie. Bij een beperkt aantal risico's is zelfs een verbetering van de risicoscore te zien, dit omdat de mistcondities onder het meest ongunstige klimaatscenario juist verbeteren. De verwachte verschuivingen van de risicoscore zijn het grootste voor het binnenwater waar verschuivingen tot maximaal 33% kunnen worden verwacht. De risicoscores voor de risico's op de Noordzee verschuiven in mindere mate tot maximaal 6%.

Op het binnenwater hebben vooral de klimaatbedreigingen "droogte" en "extreem weer" een grote invloed op de risicoscores, gevolgd door "hoge rivierafvoer" en "zeespiegelstijging". De klimaatbedreiging "golven en wind" heeft een meer beperkt effect, vooral aangezien de wind- en golfcondities niet wijzigen. Voor de Noordzee zijn vooral de klimaatbedreigingen "golven en wind", "extreem weer" en "zeespiegelstijging" relevant.

De risico's met de grootste verschuivingen in de risicoscore betreffen:

- Binnenwater
 - Aanvaringen tussen beroepsvaart en recreatievaart
 - Ongevallen van een passagierschip
 - Aanvaringen tussen beroepsvaart onderling
 - Aanvaring van een zwemmer
- Noordzee
 - Arbo ongevallen op visserij schepen
 - Ongevallen met recreatievaart

In de werksessies zijn twee risico's benoemd die nu nog niet als toprisico worden beschouwd, maar die ten gevolge van de klimaatveranderingen wel zouden kunnen uitgroeien tot toprisico. Het betreft:

- Verlies van lading op de Noordzee;
- Aanvaring van zwemmers langs de kust, met name door kleine en snelle recreatieve vaartuigen (op het Binnenwater is de aanvaring van zwemmers al opgenomen als toprisico).

Het risico op verlies van lading zal niet tot weinig veranderen als de wind- en golfcondities niet veranderen. Door de klimaatverandering is een verschuiving naar de top10 onwaarschijnlijk. Het recente ongeval met de MSC Zoë is aanleiding geweest om aanvullend onderzoek te initiëren en het risico in te delen in de risicoklasse "hoog". Hierdoor is het mogelijk dat het risico uiteindelijk alsnog in de top 10 terecht komt, echter dit staat los van de klimaatveranderingen.

Aanvaringen van zwemmers, bijvoorbeeld door kleine snelle recreatieve vaartuigen, hebben de aandacht van de nautische experts. Het wordt steeds warmer en in de afgelopen warme zomers is geconstateerd dat het aantal ongevallen met badgasten toeneemt. Daar zijn soms ook vaartuigen bij betrokken. Door de klimaatverandering zijn er meer zomerse dagen te verwachten, waardoor deze issue in de toekomst groter kan worden. Een onderregistratie van aanvaringen met zwemmers kan ervoor zorgen dat dit risico wordt onderschat. Het wordt aanbevolen om hier nader aandacht aan te besteden.

Onzekerheden in de beoordeling

Met betrekking tot de klimaatscenario's bestaan een aantal onzekerheden. Met onzekere uitgangspunten bestaan uiteraard ook onzekerheden in de uitkomsten van deze verkenning. De onzekerheid geldt op drie vlakken:

- De scenario's zijn opgesteld op basis van aannemelijke scenario's, zoals ingeschat door de klimaatdeskundigen. De werkelijkheid kan daarvan afwijken, ook in ongunstige zin.
- De scenario's van het KNMI zijn opgesteld in 2014 en kunnen enigszins achterhaald zijn.
- Voor de Noordzee zijn door het KNMI geen specifieke klimaatscenario's opgesteld. Het is daarmee de vraag of de ontwikkelde klimaatscenario's voor Nederland representatief zijn voor de Noordzee.
- Veel van de nautische experts hebben een andere beleving van het toekomstige klimaat, met name met betrekking tot "extreem weer" en "wind en golven". In deze verkenning hebben zij aangegeven een verdere intensivering te zien van korte en intensieve weersfenomenen die een grote bedreiging kunnen vormen voor de scheepvaart. Ook verwachten zij dat het stormseizoen in de toekomst meer zal gaan overlappen met het recreatieseizoen.

5.3 Procesmatige conclusies

De expertbeoordeling is naar mening van de adviseur aan de hoge kant. Hiertoe zijn meerdere oorzaken:

- Het huiswerk en de vragen waren omvangrijk, waardoor de huiswerkopdracht vaak op gevoel wordt ingevuld. Het blijkt lastig om alles met argumenten te onderbouwen.
- Een aantal experts heeft de neiging om belangrijke aspecten mee te wegen die geen relatie hebben met de klimaatveranderingen. Een voorbeeld hiervan is de autonome ontwikkeling rondom windparken.
- De risicomethodiek is lastig en wordt niet altijd correct toegepast. Het blijkt vooral lastig om de gevolgen correct te interpreteren.
- De weging is uitgevoerd voor het meest ongunstige klimaatscenario.

5.4 Inhoudelijke aanbevelingen

In dit rapport zijn lopende de verkenning een aantal aanbevelingen gedaan die relevant zijn voor het inzicht in de klimaateffecten. Deze aanbevelingen worden in deze paragraaf samengevat.

Mitigerende maatregelen voor de risicotoename

De risicobeoordeling is gebaseerd op het meest ongunstige klimaatscenario en experts verwachten geen verschuivingen in de risicoclassificering van de top10 risico's. Toch blijkt uit de risicobeoordeling dat een aantal risico's meer gevoelig zijn voor de klimaatveranderingen dan andere.

De verhoging van het nautisch risico ten gevolge van het klimaat is naar verwachting moeilijk te mitigeren. In de werksessies is aangegeven dat het verzamelen van data en het informeren en communiceren van deze data essentieel is om ongevallen te voorkomen. Meer specifiek bestaat deze maatregel uit:

- Het meten van de omstandigheden (stroming, wind, diepte, golven, doorvaarthoogte, voorspellingen waterhoos)
- Het communiceren van de omstandigheden (via marifoon, internet, breedband verbindingen op de Noordzee, etc.)

Andere mitigerende maatregelen die in de werksessies zijn aangedragen hebben een zeer lokaal of een zeer beperkt effect. Alhoewel de risicoclassificering van de risico's niet is gewijzigd, wordt aanbevolen om de meer gevoelige risico's te monitoren en zo nodig in meer detail te onderzoeken in hoeverre mitigerende maatregelen kunnen worden ontwikkeld.

Aanbeveling met betrekking tot de revisie van de voorliggende verkenning

De klimaatscenario's dateren uit 2014 en kunnen inmiddels enigszins zijn achterhaald. Het is de verwachting dat er in 2021/2023 aanvullende informatie beschikbaar zal komen over de klimaatscenario's in de vorm van een update. Daarnaast zal dan ook meer recente historische data beschikbaar zijn over scheepsongevallen, waardoor de top10 risico's mogelijk kunnen wijzigen. Het wordt geadviseerd om de voorliggende rapportage en de onderliggende risicorapporten voor het binnenwater en de Noordzee na het beschikbaar komen van de herziene klimaatscenario's een update te geven.

Mitigerende maatregelen om de onzekerheden in de verkenning te reduceren

Veel experts hebben een andere beleving bij de klimaatveranderingen. Met name met betrekking tot "extreem weer" en "golven en wind" hebben de experts een afwijkend beeld. De experts verwachten veel meer extreme weersituaties op zowel de Noordzee als op het binnenwater. Daarnaast wordt verwacht dat het stormseizoen meer gaat overlappen met het recreatieseizoen. Deze ideeën zijn voor een belangrijk deel ingegeven door de media.

De klimaatscenario's zijn opgesteld voor Nederland. Het is onbekend in hoeverre deze klimaatscenario's representatief zijn voor de Noordzee. Daarnaast hebben de experts een aantal vragen opgeroepen (bijvoorbeeld verschuiving van het stormseizoen), die niet zondermeer door de klimaatscenario's worden beantwoord. Het verdient aanbeveling om deze vraagpunten aan de klimaatspecialisten mee te geven, zodat hiermee rekening kan worden gehouden bij de update van de klimaatscenario's.

Tevens is het wenselijk om de klimaatscenario's beter en breder te communiceren om een beter draagvlak te creëren en strijdige signalen vanuit de media te voorkomen.

Aanbeveling met betrekking tot stremmingen die geen nautische oorzaak hebben

Bepaalde weersomstandigheden kunnen leiden tot gedeeltelijke of volledige stremming van een object zonder dat daarbij sprake is van een nautisch risico. Denk bijvoorbeeld van een stremming van een sluis in verband met zoutindringing, waterbeheer of een te groot verval. Ook stremmingen van bruggen komen voor ten gevolge van een uitzetting van het brugdek door hitte. Deze stremmingen worden weliswaar bijgehouden, echter het verdient aanbeveling om expliciet bij te houden welke stremmingen het gevolg zijn van de in deze verkenning beschreven klimaatbedreigingen.

Aanbeveling met betrekking tot stromingscondities en de zout/zoetgradiënt op grensvlak Noordzee en binnenwater

In de expertsessies bestond onduidelijkheid over de gevolgen van droogte, zeespiegelstijging en hoge rivierafvoer op de stromingscondities en de zout/zoetgradiënt rondom de Maasmond, Waddenzee en de Zeeuwse Delta. Aangezien deze specifieke effecten nog niet zijn gekwantificeerd, heeft dit geresulteerd in onduidelijkheden. Met name de gewijzigde stromingspatronen kunnen hinder opleveren voor de scheepvaart het manoeuvreren compliceren. Het verdient daarom aanbeveling om die effecten alsnog in kaart te brengen. Bij ongunstige uitkomsten zou dit kunnen leiden tot verschuivingen in de risico's.

5.5 Aanbevelingen voor het proces

Aanbeveling met betrekking tot de risicomethodiek (1)

De risicoscores van de toprisico's zijn in voorgaand onderzoek op verschillende manieren afgeleid, waardoor de individuele risico's in deze verkenning niet zondermeer kunnen worden vergeleken.

Er is gebruik gemaakt van verschillende risicotabellen en er zijn verschillende soorten risico-inschattingen gemaakt. Waar in het ene geval is gekeken naar gemiddelde risicoschatting, is in andere gevallen weer meer gekeken naar de SOS-score, danwel de maximale risicoschatting door de experts. Het voorgaand onderzoek had met name het doel om te komen tot een top 10 inschatting van risico's. Om de vergelijkbaarheid tussen de deelonderzoeken beter te borgen, verdient het aanbeveling om de risicomethodiek in de toekomst meer te uniformeren.

Aanbeveling met betrekking tot de risicomethodiek (2)

De expertbeoordelingen en de werksessies leiden tot veel relevante argumenten en onderbouwingen. Deze input is van groot belang voor een complete en samenhangende rapportage. De kwantificering van de risico's door de experts wordt echter als lastig ervaren. De risicomethodiek wordt niet altijd juist begrepen en de kwantificering blijft meer een gevoelskwestie, ondanks dat expliciet om een beargumenteerde onderbouwing wordt gevraagd.

In de toekomst zou het een optie kunnen zijn om het kwantitatief deel en het kwalitatief deel te scheiden. De werksessie wordt dan benut om de argumenten te verzamelen (kwalitatief). Voor het kwantitatieve deel zou een kleine groep van "opgeleide" deskundigen kunnen worden ingeschakeld die meer bekend is met de gekozen risicomethodiek. Een dergelijke aanpak zou kunnen helpen om de kwaliteit van de risicobeoordeling te verbeteren.

5.6 Overige aanbevelingen met betrekking tot nautische ontwikkelingen

Overweging met betrekking tot olie- en gasplatformen

Een expert maakt zich zorgen over de conditie van de huidige olie- en gasplatformen in de Noordzee. Een aantal platformen verkeren volgens de expert in slechte conditie en deze zijn onvoldoende berekend op de klimaatveranderingen. Hierdoor kunnen de platformen door wind, golven en ander weer worden beschadigd. Aangezien daarbij geen schip is betrokken, is dit geen nautisch risico. Dit aspect is niet in deze verkenning meegenomen, maar het is mogelijk wel een belangrijk aandachtspunt. Aanvullend onderzoek kan worden overwogen.

Overweging met betrekking tot windparken

Veel experts maken zich zorgen over nieuwe windparken en uitbreidingen van windparken. Dit betreft vooral een Ruimtelijke Ordeningsvraagstuk en heeft geen relatie met de klimaatveranderingen. Het onderwerp heeft reeds de aandacht in het programma "Wind op Zee".

Overweging met betrekking tot vlootveranderingen

Ongevallen met jetski's en snelle motorboten hebben vaak een zeer ernstige afloop. Het aantal ongevallen met ernstige afloop is volgens een aantal experts toegenomen in de afgelopen zomers en dit zou een gevolg kunnen zijn van een structurele toename van dit type vaartuigen.

De vlootverandering is een autonome ontwikkeling, die buiten deze verkenning is gehouden (de klimaatveranderingen zijn geprojecteerd op de huidige situatie) om zodoende alleen de effecten van de klimaatverandering in beeld te brengen. De effecten ten gevolge van de vlootverandering zouden desgewenst inzichtelijk kunnen worden gemaakt in aanvullend onderzoek.

Bijlage A : Droogte - overschrijdingsstatistieken

Overschrijdingsstatistieken voor de afvoer op de Rijn

Aantal dagen overschrijding		Afvoerniveau (m³/s)				
Klimaatscenario	Terugkeertijden	700	850	1020	1400	1800
Ref	1	0	0	0	0	12
	2	0	0	0	62	141
	10	0	15	69	179	281
	100	32	112	208	319	341
	Gemiddeld	1	6	20	78	151
GL_2050	1	0	0	0	0	7
	2	0	0	0	37	117
	10	0	5	51	142	244
	100	27	100	176	294	332
	Gemiddeld	0	3	12	56	123
WHdry_2050	1	0	0	0	2	60
	2	0	3	34	114	183
	10	30	70	120	212	285
	100	117	195	259	316	337
	Gemiddeld	7	22	47	117	185
GL_2085	1	0	0	0	0	9
	2	0	0	0	40	113
	10	0	5	53	142	237
	100	28	98	166	276	332
	Gemiddeld	0	3	13	55	120
WHdry_2085	1	0	0	0	22	82
	2	0	24	58	125	177
	10	60	90	131	212	279
	100	121	189	257	315	334
	Gemiddeld	13	35	64	129	189

Bron: Memo KBN - HVWN – Stresstest droogte Rijntakken – Toestand van het systeem en kwetsbaarheid
gebruiksfunctie, Deltares, 2 april 2020

Onderschrijdingsstatistieken voor de afvoer op de Maas

Aantal dagen overschrijding		Afvoerniveau (m³/s)				
Klimaatscenario	Terugkeertijden	10	15	20	25	44
Ref	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	13
	10	0	0	0	2	104
	100	0	5	50	91	189
	Gemiddeld	0	0	1	2	31
GL_2050	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	11
	10	0	0	0	2	92
	100	0	9	52	88	180
	Gemiddeld	0	0	1	2	27
GL_2085	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	13
	10	0	0	0	3	102
	100	0	9	48	86	177
	Gemiddeld	0	0	1	2	29
WH_2050	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	5	83
	10	0	4	35	72	144
	100	15	97	133	151	204
	Gemiddeld	0	3	11	21	80
WH_2085	1	0	0	0	0	16
	2	0	0	12	34	101
	10	1	38	76	98	152
	100	63	117	148	160	207
	Gemiddeld	2	10	25	40	99

Bron: Memo KBN – Stresstest droogte Maas – Bedreiging: Klimaatverandering: Beschrijving karakteristieke droge jaren met stationaire afvoerniveaus, Deltares, 18 juli 2020

Bijlage B Verslag Werksessie Noordzee

OVERLEGNAAM

MNV Effecten klimaatverandering Noordzee

DATUM VERGADERING

5 oktober 2020

BETROKKEN ORGANISATIES

RWS WVL, RWS ZD, KNVR, ILT, Loodswezen en Kustwacht

LOCATIE

Virtual Skype

ITEM

WIE

1. Inleiding

In het verleden is onderzoek gedaan naar de nautische veiligheid op de Noordzee en zijn 10 toprisico's benoemd. Bij dit onderzoek en in de 10 toprisico's zijn de effecten van klimaatverandering nooit expliciet meegenomen. Vanuit dit perspectief heeft RWS een kwalitatieve verkenning geïnitieerd naar de effecten van klimaatverandering op de nautische veiligheid.

De verkenning bestaat uit:

- een literatuuronderzoek.
- een analyse van te verwachten klimaatbedreigingen op basis van input van Deltares en KNMI.
- de input van nautische experts in een werksessie.

De experts is gevraagd een huiswerkopdracht in te vullen ter voorbereiding van de werksessie. In de huiswerkopdracht zijn eerst klimaatbedreigingen voorgelegd. De experts is vervolgens gevraagd om te beoordelen welke van de top10 risico's het meest door de klimaatbedreigingen worden beïnvloed en in welke mate. In de werksessie zijn vervolgens de resultaten van de huiswerkopdracht besproken en bediscussieerd.

Hieronder volgt een verslaglegging van de behandelde klimaatbedreigingen met de effecten op de scheepvaart en nautische veiligheid, de argumenten van de experts en de beoordeling.

Uitgangspunten bij het huiswerk en de werksessie

Belangrijk is dat het onderzoek alleen kijkt naar de effecten van de klimaatveranderingen. De klimaatveranderingen in 2050 worden daarom geprojecteerd op de situatie in 2020. Autonome ontwikkelingen en andere ontwikkelingen die de toekomstige nautische veiligheid kunnen beïnvloeden moeten buiten beschouwing worden gelaten.

Ook moet in de overwegingen worden meegenomen dat de beoordeling plaatsvindt ten opzichte van het aantal jaarlijkse ongevallen over de gehele Noordzee. Zoals geïllustreerd in de huiswerkopdracht, zijn veel effecten ten gevolge van het klimaat gebonden aan relatief korte periodes en soms ook aan specifieke locaties. Omdat over het jaar wordt gekeken en over de gehele Noordzee, zal het dit een dempend karakter hebben op de beoordelingen.

In de werksessie zijn alle opmerkingen van de experts besproken en bediscussieerd. De uitkomsten worden benut voor de aanscherping van de rapportage.

2. Klimaatbedreiging droogte

De klimaatbedreiging droogte leidt tot een lage rivierafvoer. In de huiswerkopdracht is aangenomen dat dit geen effect heeft op de nautische veiligheid in de Noordzee, aangezien de

waterstand in de Noordzee vooral door het getij wordt bepaald. Niet alle experts zijn het hiermee eens.

Droogte kan de getijstromen in de riviermondingen en de Zeeuwse Delta beïnvloeden. Als voorbeeld wordt de aanleg van de tweede Maasvlakte genoemd. Ten gevolge van de aanleg zijn de getijstromen in het gebied significant gewijzigd. Het stromingsprofiel kan mogelijk ook veranderen door droogte. Dat geldt ook voor de zout/zoet watertong.

Effecten op de scheepvaart

Een sterkere stroming kan leiden tot hogere snelheden van de afvaart en als de stroming niet wordt verwacht dan kan het onvoorspelbare reacties oproepen. Hierdoor zal de kans op ongevallen toenemen. De zout/zoet gradiënt speelt ook een rol. Als deze verandert, dan kunnen er voor de kapitein onverwachte effecten optreden (diepteligging van het schip verandert), waardoor de kans op ongevallen toeneemt.

Overigens hebben de meeste experts het idee dat dit lokale effect een beperkte invloed heeft op de ongevallenstatistiek. Door ervaring zullen de kapiteins wennen aan de gewijzigde stroming. Daarnaast kunnen kapiteins proactief worden gewaarschuwd voor de lokale stromingscondities. Hierdoor kan de kapitein rekening houden met de gewijzigde stromingen, waardoor de kans op ongevallen afneemt. In algemene zin zal de kans op ongevallen bij een hogere stroming toenemen. De effecten op de stroming worden klein verondersteld, maar dat zou in aanvullend onderzoek moeten worden bevestigd.

Tenslotte is aangegeven dat waterstand verlaging een beperking kan opleveren voor de toegankelijkheid van de havens. De meeste experts dragen dit niet, de waterstand in havens wordt primair bepaald door het getij. Wel kunnen extra wachttijden in de haven ontstaan, bijvoorbeeld als lichterscheepen door droogte minder goed kunnen worden afgehandeld. Denk daarbij aan binnenvaartscheepen die door de droogte worden gehinderd op de binnenwateren.

Beoordeling

Uit de discussie en beoordeling kan worden geconcludeerd dat de klimaatbedreiging droogte wel degelijk effecten heeft voor de nautische veiligheid op de Noordzee, maar de effecten zijn lokaal (riviermondingen) en naar verwachting beperkt. Vanwege de beperkte effecten en het streven om de omvang van de huiswerkopdracht beperkt te houden is de experts niet gevraagd om de individuele risico's te beoordelen voor dit klimaatscenario.

3. **Klimaatbedreiging zeespiegelstijging**

De klimaatbedreiging zeespiegelstijging zal het waterpeil op de Noordzee doen verhogen.

Effecten op de scheepvaart

In de geulen komt meer water, wat een gunstig effect heeft op de scheepvaart. Nadelig is het feit dat de bediening van de zeesluizen kan worden ingeperkt bij een hoge zeespiegel in combinatie met droogte om op die wijze zoutindringing te voorkomen. Hierdoor kan het drukker worden in de ankergebieden. Een aantal experts heeft hierop aanvullingen.

Er is een wat wisselend beeld over de hoeveelheid water in de toegangsgeulen. Enerzijds wordt verwacht dat de baggercontracten zullen worden aangepast, waardoor effectief niet meer water in de geulen komt. Anderzijds wordt verwacht dat de baggercontracten in de huidige vorm gehandhaafd blijven (baggercontract geldt ten opzichte van LAT), waardoor toch extra diepte ontstaat. Dat wordt vooral versterkt door de autonome ontwikkeling naar langere, diepere en bredere schepen. Extra ruimte is daarom wenselijk.

Ook bij deze klimaatbedreiging is opgemerkt dat de zeespiegelstijging invloed heeft op de stromingen in de riviermondingen en nabij de Zeeuwse Delta en de Waddenzee. Hier gelden dezelfde argumenten als bij droogte. Het stromingspatroon kan lokaal veranderen en bij een sterkere of onverwachte stroming kan de kans op ongevallen toenemen. Echter, door ervaring

en door informatie kan dit risico echter voor een belangrijk deel worden gemitigeerd, waardoor het totale effect relatief klein, maar zeker niet nihil is.

Ook wordt aangegeven dat zandplaten kunnen overstromen door de zeespiegelstijging, waardoor de verkeerssituatie minder overzichtelijk wordt. Deze situatie is vooral relevant in de Zeeuwse Delta (Westerschelde) en de Waddenzee. Het is een valide argument, maar deze gebieden vallen onder het binnenwater, waardoor het argument voor de Noordzee niet van toepassing is.

Er is opgemerkt dat de ankergebieden rondom het aanloopgebied van Rotterdam incidenteel ook drukker kunnen worden als de stormkeringen moeten sluiten. De situatie zoals in IJmuiden (drukte vanwege de beperkte bediening zeesluizen bij droogte) geldt hierdoor ook voor de ankergebieden rond het aanloopgebied van Rotterdam.

Platformen zijn gebouwd in de jaren 70/80 en deze zijn niet gebouwd op de toekomstige klimaatomstandigheden. Bij veel platformen wordt de onderzijde nu al door golven geraakt. Dit levert risico's op, maar is geen specifiek nautisch risico (geen scheepvaart betrokken). Wel kan dat extra risico's opleveren voor schepen die aanleggen. Door de afgenomen conditie van de platformen neemt de kans op schade toe. Dit hangt echter niet samen met het klimaat.

Ook is opgemerkt dat het steeds lastiger wordt om ruimte te vinden voor ankergebieden, mede door de ruimtedruk ten gevolge van windparken en andere functies in de Noordzee. Door klimaatveranderingen kunnen de risico's in en nabij bestaande ankergebieden toenemen. Dat hangt echter met name samen met de autonome ontwikkelingen (intensivering windparken) en niet specifiek met het klimaat.

Impact van de klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van de zeespiegelstijging op het totaal ongevallen op de Noordzee. Dit percentage ligt in de orde van 1%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom de zeespiegelstijging is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal 1% kan toenemen. Veel deelnemers zijn het hiermee eens, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Er is eerder aangegeven dat de zeespiegelstijging een effect heeft op de stroming. Volgens een expert is hierdoor een toename van het aantal ongevallen te verwachten in de orde van 10%. Dit geldt echter vooral lokaal in de Westerschelde en dat is geen onderdeel van het onderzoeksgebied. Daarnaast heeft de betreffende expert aangegeven dat het percentage van 10% alleen geldt ten opzichte van de ongevallen in dit gebied. Het percentage ten opzichte van alle ongevallen op de Noordzee ligt lager.

Ook is door een expert opgemerkt dat het aantal ongevallen met platforms met 10% kan stijgen ten gevolge van de zeespiegelstijging. Hierbij wordt ook opgemerkt dat niet alleen zeespiegelstijging een rol speelt. Het is vaak de combinatie van factoren (zeespiegelstijging, wind, stroming) die het risico exponentieel doet toenemen.

Door de uitbreidingen van windparken komen vaarwegen en ankergebieden flink onder druk, waardoor risico's sterk oplopen. Dit risico komt echter voor uit het ruimtelijke ordening vraagstuk en niet zozeer vanuit de klimaatveranderingen. Het is een valide argument, maar de autonome ontwikkelingen mogen niet in de beoordeling worden meegenomen om zodoende de zuivere effecten ten gevolge van het klimaat inzichtelijk te maken.

Een aantal experts geeft aan dat de kans niet groot is dat het drukker wordt in ankergebieden ten gevolge van een beperking van de sluisbediening. De bediening is tijdelijk en wordt tijdig gecommuniceerd. Door de schepen tijdig te informeren kunnen deze snelheid minderen en hun

wachttijd varend doorbrengen. Op deze wijze hoeven zij geen gebruik te maken van de ankergebieden. Drukke is daarmee onwaarschijnlijk. Dat wordt gedeeld door veel experts.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen	4 (-1%, 0%, 1%, 1%)
2	Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen	1 (1%)
3	Arbo ongevallen op visserij schepen	2 (0%, 5%)
4	Schipbreuk en zinken van visserij schepen;	
5	Slagzij maken en zinken van een koopvaardij schip	2 (0%, 1%)
6	Aanvaring van platforms door schepen en objecten	2 (0%, 0%)
7	Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij	1 (1%)
8	Aanvaring van windmolens door schepen	4 (0%, 0%, 10%, 25%)
9	Brand op een passagierschip	
10	Ongevallen recreatievaart	3 (-1%, 2%, 6%)

Niemand van de experts heeft aanleiding gezien zijn beoordeling in de werksessie aan te passen.

Mitigerende maatregelen

Als mitigerende maatregelen zijn genoemd:

- Goed plannen/reguleren van scheepvaart bij tijdelijke onderbreking in de bediening
- Voldoende ruimte borgen in/rondom de ankergebieden en het vergroten van ankergebieden
- Betere informatievoorziening, vooral naar recreatievaart
- Minimaal motorvermogen afdwingen voor recreatievaart
- Emergency Towing Vessels beschikbaar houden om op te treden bij incidenten

Extra risico's

Door deze klimaatbedreiging wordt een risico geïdentificeerd die mogelijk tot de toprisico's moet worden toegevoegd

- Verlies van lading

Dit risico is eigenlijk niet van toepassing op de zeespiegelstijging, maar behoort bij golven en wind.

4. **Klimaatbedreiging Hoge rivierafvoer**

De klimaatbedreiging hoge rivierafvoer leidt tot een hoge rivierafvoer en een hogere waterstand in de rivieren. In de huiswerkopdracht is aangenomen dat dit geen effect heeft op

de veiligheid op de Noordzee, aangezien de waterstand in de Noordzee vooral door het getij wordt bepaald. Niet alle experts zijn het hiermee eens.

Net als bij droogte kan een hoge rivierafvoer de getijstromen in de riviermondingen en de Zeeuwse Delta beïnvloeden. Het stromingsprofiel kan mogelijk ook veranderen door een hoge rivierafvoer. Dat geldt ook voor de omvang van de zout/zoet watertong.

Effecten op de scheepvaart

Er is opgemerkt dat een hoge rivierafvoer invloed heeft op de stromingen in de riviermondingen en nabij de Zeeuwse Delta en de Waddenzee. Hier gelden dezelfde argumenten als bij droogte. Het stromingspatroon kan lokaal veranderen, wat een risico inhoudt. Echter, door ervaring en door informatie kan de kans op ongevallen ten gevolge van een toegenomen of veranderlijke stroming voor een belangrijk deel worden gemitigeerd, waardoor het totale effect relatief klein (maar niet nihil) is. Datzelfde geldt voor veranderingen in de zoet/zout watertong.

Beoordeling

Uit de discussie en beoordeling kan worden geconcludeerd dat de klimaatbedreiging hoge rivierafvoer wel degelijk effecten heeft voor de nautische veiligheid op de Noordzee, maar de effecten zijn lokaal (riviermondingen) en naar verwachting beperkt. Vanwege de beperkte effecten en het streven om de omvang van de huiswerkopdracht beperkt te houden is de experts niet gevraagd om de individuele risico's te beoordelen voor dit klimaatscenario.

5.// **Klimaatbedreiging Golven en wind**

Algemeen

Op basis van de verwachtingen van het KNMI wordt geen verandering van de wind- en golfcondities verwacht. De beleving onder de experts is echter volledig anders. Vrijwel alle experts verwachten meer extreme condities in 2050. De uitgangspunten worden derhalve ter discussie gesteld. Deze kanttekening zal worden meegenomen in het rapport, maar de beoordeling moet plaatsvinden aan de hand van de ongewijzigde wind- en golfcondities. Wel wordt volgens klimaatdeskundigen een verandering verwacht met betrekking tot wind- en waterhoozen. Deze kunnen toenemen van 3 in 2020 tot 9 in 2050. Volgens de deelnemers geeft de site www.klimaatscenario's.nl/scenarios_samengevat/ een ander beeld op de wind- en golfcondities.

Effecten op de scheepvaart

Ook bij ongewijzigde windcondities kunnen de golfcondities veranderen doordat stromingen en waterdieptes veranderen. Hierdoor is volgens de experts wel enig effect te verwachten. Met name de combinatie van golven met andere condities (intensieve buien, onweer en dergelijke) kunnen de nautische risico's meer dan lineair versterken.

Bij sterke wind en golven hebben schepen meer manoeuvreerruimte nodig. Sommige schepen kunnen hun vaartraject niet behouden en wijken uit. Door de toenemende ruimtedruk is hiervoor soms te weinig ruimte (is ruimtelijke ordening-issue, geen klimaatissue) en bij ruimtegebruik neemt de kans op aanvaringen toe.

Golven en wind hebben invloed op de drifters die nabij de ankergebieden wachten (maar niet ten anker liggen). Bij wind- en golven hebben deze schepen meer ruimte nodig, maar door de ruimtedruk is die ruimte beperkt aanwezig. Hierdoor neemt de kans op aanvaringen toe (is ruimtelijke ordening-vraagstuk).

Wind- en golven zijn met name gevaarlijk voor de kleinere recreatievaart en de zeilschepen die bij vlagen gemakkelijk kunnen platslaan.

Impact van de klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van zeespiegelstijging op het totaal ongevallen op de Noordzee. Dit percentage ligt in de orde van 1%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom golven en wind is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal 1 kan toenemen. Veel deelnemers zijn het hiermee eens, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Ten eerste wordt het uitgangspunt dat wind- en golfcondities niet veranderen niet gedeeld. Veel experts hebben een ander beeld. Ook wordt aangegeven dat een verschuiving van stormen naar de zomer extra risicovol zou kunnen zijn vanwege de recreatievaart.

Windhozen kunnen leiden tot ernstige ongevallen, vooral als deze optreden in gebieden met veel recreatievaart. Hierdoor is volgens een expert wel een grotere kans op ongevallen ten gevolge van windhozen te verantwoorden.

Er zijn bij een aantal experts zorgen rondom de platformen. Veel platformen naderen hun ontwerp levensduur en zijn in slechts conditie. Schade kan al ontstaan als de golven de onderzijde van het platform raken. Klimaatveranderingen leiden daarmee tot meer schade, zelfs als daar geen schepen bij betrokken zijn. Zonder scheepsincident is er echter geen sprake van een nautisch risico, het risico hangt samen met de slechte staat van het platform.

Ook hebben de experts aangegeven dat de schade bij een aanvaring groter zal zijn dan bij een nieuw platform. Deze grotere schade hangt wederom samen met de conditie van het platform en niet zozeer met het klimaat. Hier is wel sprake van een nautisch risico, maar de toename van het risico hangt samen met de slechte conditie/leeftijd van het platform. De klimaatverandering heeft daar verder geen positief of negatief effect op.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen	1 (5 %)
2	Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen	1 (0%)

3	Arbo ongevallen op visserijsschepen	1 (1%)
4	Schipbreuk en zinken van visserijsschepen;	3 (0%,1%, 10%)
5	Slagzij maken en zinken van een koopvaardijsschip	
6	Aanvaring van platforms door schepen en objecten	1 (1%)
7	Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij	
8	Aanvaring van windmolens door schepen	3 (1%, 10%, 25%)
9	Brand op een passagierschip	
10	Ongevallen recreatievaart	6 (0%, 1%, 1%, 6%, 10%, 21%)

Niemand van de experts heeft aanleiding gezien zijn beoordeling in de werksessie aan te passen.

Mitigerende maatregelen

Als mitigerende maatregelen zijn genoemd:

- Goede communicatie en informatie;
- Verbeteren meetsystemen (verbeteren informatievoorziening);
- Toepassing van breedband op zee (verbeteren informatievoorziening)

Extra risico's

Door deze klimaatbedreiging wordt een risico geïdentificeerd die mogelijk tot de toprisico's moet worden toegevoegd

- Verlies van lading.

6. **Klimaatbedreiging Extreem Weer (neerslag, mist, hitte, ijs)**

Effecten op de scheepvaart

Bij intensieve buien is vaak ook sprake van sterke wind. Met name de combinatie van deze condities (neerslag/sterke wind) levert extra risico's op voor de scheepvaart.

Het varen op radar levert niet per se extra risico's op. De bemanning is vaak veel meer alert en er wordt meestal een extra uitkijk ingezet. Toch is het algemene beeld wel dat de risico's toenemen bij mist omdat informatie verkeerd kan worden geïnterpreteerd en onverwachte situaties kunnen ontstaan.

Wateroverlast door neerslag op het schip met open luiken komt op de Noordzee niet veel voor, dit is meer waarschijnlijk op het binnenwater.

Neerslag kan het radarbeeld beïnvloeden, net als golven (clutter).

Anders dan in de huiswerkopdracht beschreven mag recreatievaart op de Noordzee wel zonder radar varen.

Net als neerslag kan ook sneeuw tot zichtproblemen leiden. Het KNMI gaat uit van een reductie van het aantal vorstdagen, waardoor die kans zal afnemen.

Impact van de klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van extreem weer op het totaal ongevallen op de Noordzee. Dit percentage ligt in de orde van 1%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom extreem weer is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal

1% kan toenemen. Een aantal condities verbeteren sterk (mist, vorst) en zullen minder vaak plaatsvinden, een aantal condities (neerslag, hitte) zullen vaker en langduriger plaatsvinden. Veel deelnemers zijn het eens met het percentage, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Ten eerste neemt het aantal zomerse dagen flink toe. Deze dagen zijn extra interessant voor recreatievaart. Op de zomerse dagen is meer recreatievaart op het water en op deze dagen is er daardoor een hogere kans op ongevallen. Naarmate het aantal zomerse dagen toeneemt, zal ook het aantal ongevallen op jaarbasis toenemen.

Ook zijn er zorgen over zwemmers en andere recreatieve activiteiten (kite-surfers, jetski's en dergelijk, welke wel als vaartuig worden gezien). Zeker in de afgelopen zomer zijn er veel fatale ongevallen geweest. Overigens worden zwemmers die eenzijdig in de problemen komen niet gezien als nautisch risico. Er is pas sprake van een nautisch risico als de zwemmer door een vaartuig wordt aangevaren of als de zwemmer de controle over zijn vaartuig (jetski, surfboard) is verloren.

IJs speelt niet op de Noordzee, maar kan nog wel een rol spelen op de Waddenzee.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring van twee of meer koopvaardij schepen	2 (-1%, -1%)
2	Brand en explosie van lading bij koopvaardij schepen, tankers en containerschepen	
3	Arbo ongevallen op visserij schepen	1 (11%)
4	Schipbreuk en zinken van visserij schepen;	
5	Slagzij maken en zinken van een koopvaardij schip	
6	Aanvaring van platforms door schepen en objecten	1 (-1%)
7	Brand en explosie van lading bij bulk vervoerende koopvaardij	2 (1%, 1%)
8	Aanvaring van windmolens door schepen	1 (-5%)
9	Brand op een passagierschip	1
10	Ongevallen recreatievaart	4 (0 %, 0%, 1%, 10%, 25%)

Niemand van de experts heeft aanleiding gezien zijn beoordeling in de werksessie aan te passen.

Mitigerende maatregelen

Als mitigerende maatregelen zijn genoemd:

- Extra monitoring en informatie/communicatie.

- Verplichting vaarbewijs (om te voorkomen dat huurders/eigenaren zonder ervaring met varen en de regelgeving daaromtrent, met een gehuurde boot de Noordzee op gaan);
- Promoten van installatie en juist gebruik van AIS, radar en marifoon op recreatieve schepen;
- Onderzoek doen naar het effect van temperatuur op de broei van biomassa;
- Verplicht zwemles.

Extra risico's

- Nvt

Bijlage C Verslag Werksessie Binnenwater

OVERLEGNAAM

MNV Effecten klimaatverandering Noordzee

DATUM VERGADERING

15 oktober 2020

BETROKKEN ORGANISATIES

RWS WVL, RWS VWM, RWS ZN, RWS WNZ, BLN en VDJS

LOCATIE

Virtual Skype

ITEM**1. Inleiding**

In het verleden is onderzoek gedaan naar de nautische veiligheid op het Binnenwater en zijn 10 top risico's benoemd. Bij dit onderzoek en in de 10 top risico's zijn de effecten van klimaatverandering nooit expliciet meegenomen. Vanuit dit perspectief heeft RWS een kwalitatieve verkenning geïnitieerd naar de effecten van klimaatverandering op de nautische veiligheid.

De verkenning bestaat uit:

- een literatuuronderzoek.
- een analyse van te verwachten klimaatbedreigingen op basis van input van Deltares en KNMI.
- de input van nautische experts in een werksessie.

De experts is gevraagd een huiswerkopdracht in te vullen ter voorbereiding van de werksessie. In de huiswerkopdracht zijn eerst klimaatbedreigingen voorgelegd. De experts is vervolgens gevraagd om te beoordelen welke van de top 10 risico's het meest door de klimaatbedreigingen worden beïnvloed en in welke mate. In de werksessie zijn vervolgens de resultaten van de huiswerkopdracht besproken en bediscussieerd.

Hieronder volgt een verslaglegging van de behandelde klimaatbedreigingen met de effecten op de scheepvaart en nautische veiligheid, de argumenten van de experts en de beoordeling.

Uitgangspunten bij het huiswerk en de werksessie

Belangrijk is dat het onderzoek alleen kijkt naar de effecten van de klimaatveranderingen. De klimaatveranderingen in 2050 worden daarom geprojecteerd op de situatie in 2020. Autonome ontwikkelingen en andere ontwikkelingen die de toekomstige nautische veiligheid kunnen beïnvloeden moeten buiten beschouwing worden gelaten.

Ook moet in de overwegingen worden meegenomen dat de beoordeling plaatsvindt ten opzichte van het aantal jaarlijkse ongevallen op het volledige binnenwater. Zoals geïllustreerd in de huiswerkopdracht, zijn veel effecten ten gevolge van het klimaat gebonden aan relatief korte periodes en soms ook aan specifieke locaties. Omdat over het jaar wordt gekeken en over het gehele binnenwater, zal het dit een dempend karakter hebben op de beoordelingen.

In de werksessie zijn alle opmerkingen van de experts besproken en bediscussieerd. De uitkomsten worden benut voor de aanscherping van de rapportage.

2. **Klimaatbedreiging droogte**

De klimaatbedreiging droogte leidt tot een lage rivierafvoer. In aanvulling hierop hebben experts aangegeven dat droogte kan de getijstromen in de riviermondingen, Waddenzee en de Zeeuwse Delta kan beïnvloeden. Als dit leidt tot sterkere stromingen of onvoorspelbare stromingen, dan heeft dat ook invloed hebben op de nautische veiligheid. De exacte gevolgen van droogte op de stroming zijn niet bekend en het is lastig de gevolgen voor de scheepvaart concreet te beschrijven. Dit is wellicht een onderwerp voor nader onderzoek.

Effecten op de scheepvaart

De effecten op de scheepvaart zijn als volgt geïnventariseerd:

- Reductie van de waterdiepte op rivieren ten gevolge van de lagere rivierafvoer.
- Door diepgangbeperkingen zijn meer schepen noodzakelijk om dezelfde lading te kunnen vervoeren. Het wordt drukker op de vaarweg.
- Er is minder ruimte op de vaarweg, meer schepen zijn gebonden aan de geul.
- Sluizen en stuwen worden benut voor peil- en waterbeheer. Het gebruik van de sluizen kan tijdelijk worden beperkt, waardoor mogelijk minder scheepvaart kan passeren. Dit veroorzaakt drukte in de nabijheid van de sluizen.

In de huiswerkopdracht en de werksessie zijn hierbij een aantal kanttekeningen geplaatst.

Door droogte kan minder lading per schip worden vervoerd. Er zijn dus meer schepen nodig om dezelfde lading te vervoeren. De verladers en schippers kunnen daarbij echter ook nog andere keuzes maken:

- Er kan worden gekozen om de lading met andere modaliteiten te sturen (reverse modal shift);
- Er kan worden gekozen voor alternatieve routes, waardoor het op andere vaarwegen drukker kan worden;

Tenslotte kan de lading door de droogte te laat arriveren, waardoor productieprocessen worden verstoord. Alle experts delen echter het beeld dat het drukker wordt op de vaarwegen ten gevolge van droogte.

Er bestaat een belangrijk onderscheid tussen de gestuwde rivieren, zoals de Maas en de ongestuwde rivieren, zoals de Rijn. Met name de ongestuwde rivieren worden geconfronteerd met droogteproblemen. Op de gestuwde rivieren spelen droogteproblemen niet of in veel mindere mate. Op de gestuwde Maas kan het overigens wel drukker worden, enerzijds omdat de schepen op andere delen van de route met dieptebeperkingen kunnen worden geconfronteerd, anderzijds door het gebruik van de Maas als een alternatieve route.

Bij sluizen is eveneens een toename van de intensiteit te verwachten, Hier wordt het drukker met een hogere kans op ongevallen tot gevolg. Dit geldt in het bijzonder voor sluizen die een bottleneck vormen op het vaartraject (bijvoorbeeld Sluis Grave met 1 kolk van beperkte afmetingen).

Tenslotte kan de interactie tussen recreatievaart en beroepsvaart door droogte veranderen. De vaarweg wordt smaller, waardoor de schepen dichter bij elkaar in de buurt komen met een hogere ongevalsrisico tot gevolg. In dit kader zijn ook de snelvaargebieden genoemd op de Maas. Deze zijn in principe uitgelegd voor de reguliere omstandigheden, maar bij droogte wordt de vaarwegbreedte smaller. De afgenomen ruimte kan de kans op aanvaringen doen toenemen.

Impact van de klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van droogte op het totaal aantal ongevallen (ongevalskans) op het binnenwater. Dit percentage ligt in de orde van 10-15%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom droogte is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal 10 tot 15% kan toenemen. Als ook de gevolgen toenemen, kan dit percentage nog verder toenemen. Veel deelnemers zetten hier een kanttekening bij.

Ten eerste is er een kanttekening gezet bij het aangenomen lineaire verband tussen het aantal droogte dagen en het aantal ongevallen. Er zijn meer aspecten die een rol spelen die de ongevalsekans kunnen verhogen, dan wel verlagen. Het genoemde percentage is daarmee niet meer dan een eerste grove inschatting. Met de gepresenteerde percentages is droogte maatgevend ten opzichte van de andere klimaatbedreigingen en dat is niet in lijn met de beleving van een deel van de experts, die vaak de meer extreme weerscondities als maatgevend zien.

Bij droogte kan de schipper minder lading vervoeren, maar hiervoor worden zij vaak financieel gecompenseerd. De meeste schippers zullen zodoende geen extra risico willen lopen en passen zich volgens de experts aan aan de omstandigheden. Dit reduceert het eerder aangenomen percentage van de invloed van droogte op het aantal ongevallen. Een andere expert geeft aan dat er in de droogteperiode van 2018 10 tot 15% meer ongevallen hebben plaatsgevonden, een artikel hieromtrent zal nog worden nageleverd (Timco). Dit betrof een extreem droog jaar met een terugkeertijd van T=60 (dit soort condities worden slechts 1 keer per 60 jaar overschreden). Voor een gemiddeld jaar kan worden aangenomen dat het effect minder groot zal zijn. Daarbij is de kanttekening gezet dat de effecten groter zullen zijn op de rivieren (Rijn) en minder groot op de gestuwde vaarwegen als de Maas.

Bij droogte kan de bediening van sluizen worden beperkt om prioriteit te geven aan het waterbeheer. Dit wordt gecommuniceerd via de berichten aan de scheepvaart. Dit leidt in de praktijk tot ontevredenheid, maar het beeld bestaat dat de negatieve effecten voor de scheepvaart in de praktijk beperkt zijn. De beperking van de bediening is tijdelijk en er wordt voldoende aandacht besteed aan de doorstroming van de scheepvaart.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart	4 (1%, 10%, 21%, 38%)
2	Aanvaring van een brug door beroepsvaart	
3	Eenzijdig ongeval recreatievaart	
4	Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	
5	Ongeval met een veerpont	
6	Ongeval met passagiersschip	2 (21%, 38%)
7	Aanvaring van een sluis	
8	Aanvaring van een zwemmer	1 (56%)
9	Aanvaring tussen recreatievaart onderling	1 (56%)
10	Aanvaring tussen beroepsvaart onderling	4 (0%, 16%, 16%, 21%)
11	Gronding beroepsvaart	5 (1%, 21%, 21%, 31%, 31%)
12	Aanvaring van een stuw	
13	Aanvaring van een kering	1 (6%)
14	Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	1

In de werksessie zijn de volgende aspecten besproken:

- De hoge beoordelingen voor het risico “aanvaring van een zwemmer” en “aanvaring tussen recreatievaart” hangt samen met het gevoel dat er veel incidenten zijn geweest in de afgelopen zomers. Omdat het steeds warmer wordt, komt er ook steeds meer recreatievaart op het water. De gevolgen van de ongevallen kunnen daarbij toenemen omdat er ook steeds meer waterscooters op het water komen. Ongevallen met waterscooters leiden in veel gevallen tot ernstige gevolgen. Met name dit soort verschuivingen in de vlootsamenstelling kan erg bepalend worden in de toekomstige situatie. De genoemde argumenten zijn valide, maar behoren eerder bij de klimaatverandering “extreem weer” (hieronder valt ook hitte/warmte). De warmte is immers de eerste aanjager voor de toename van recreatievaart. Daarnaast is de vlootontwikkeling een autonome ontwikkeling die niet in dit onderzoek mag worden meegenomen. Het is wel een belangrijk punt van zorg onder de experts, dit zal als bijvangst in het rapport worden aangegeven.
- De hoge beoordeling van het risico “aanvaring passagiersvaart” hangt samen met de planning van deze schepen. De schepen zijn geboekt en worden geacht hun routes te doorlopen. Hierdoor bestaat de druk om bij beperkingen door te blijven varen. Aanvaringen van passagiersschepen leiden snel tot ernstige gevolgen. De expert die het hoge percentage (58%) heeft aangegeven, heeft bij nader inzien aangegeven dat een verhoging van de risicoscore door droogte voor het risico “ongeval met een passagierschip” meer in de orde van 20% zou moeten zijn.
- De hoge beoordeling van het risico “gronden” wordt breed gedragen. Door de dieptebepijking en de versmalling van de vaarweg worden marges steeds kleiner en neemt de kans op grondingen toe. Daarbij wordt de definitie van de MGD (minst gepeilde diepte) ook niet altijd juist door de schippers geïnterpreteerd. Sommige beschouwen dit als een minimaal gegarandeerde vaardiepte.

3. **Klimaatbedreiging zeespiegelstijging**

De klimaatbedreiging zeespiegelstijging zal het waterpeil op de Noordzee doen verhogen. In aanvulling hierop hebben experts aangegeven dat de zeespiegelstijging de getijstroom in de riviermondingen, Waddenzee en de Zeeuwse Delta kan beïnvloeden. Als dit leidt tot sterkere stromingen of onvoorspelbare stromingen, dan heeft dat ook invloed hebben op de nautische veiligheid. De exacte gevolgen van de zeespiegelstijging op de stroming zijn niet bekend en het is lastig de gevolgen voor de scheepvaart concreet te beschrijven. Dit is wellicht een onderwerp voor nader onderzoek.

Effecten op de scheepvaart

De 45 cm zeespiegelstijging wordt verwaarloosbaar geacht in vergelijking met de wisselende waterstanden die door de rivierafvoer worden veroorzaakt. Een aantal experts denkt daarom dat het effect van de zeespiegelstijging vrijwel nihil is. Daarnaast is de zeespiegelstijging een geleidelijk proces, waardoor de schippers goed kunnen wennen aan de gewijzigde situatie.

De bruggen in de getijdegebieden zijn vrijwel allemaal voorzien van een beweegbaar deel. Hierdoor kan de scheepvaart altijd passeren. De hoogte van de vaste brugdelen in deze gebieden is bij hoogwater minimaal gelijk aan de Rijnvaartheogte. Met de zeespiegelstijging kan het hoogwater situatie hoger worden, waardoor de brug niet meer volledig aan de Richtlijn Vaarwegen voldoet. Dit kan de kans op aanvaringen voor een beperkt aantal bruggen doen verhogen.

Zoutindringing kan problemen geven en de zeespiegelstijging kan hier zeker in bijdragen. De zout/zoet gradiënt wordt voor de scheepvaart niet als probleem ervaren (scheepvaart komt iets hoger te liggen), maar het betreft vooral een waterkwaliteitsprobleem. Hiervoor zijn inmiddels al veel maatregelen genomen.

Impact van de klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van de zeespiegelstijging op het totaal ongevallen op het binnenwater. Dit percentage ligt in de orde van 1%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom zeespiegelstijging is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal 1% kan toenemen. Een deel van de experts is het hiermee eens, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Ten eerste is aangegeven dat de zeespiegelstijging ook invloed kan hebben op het waterbeheer in het achterland. Om verzilting tegen te gaan zou het noodzakelijk kunnen zijn om het peil van het IJsselmeer te verhogen. Als dat wordt doorgevoerd, dan zal de waterstand op veel andere vaarwegen in het binnenland hoger worden en zou de kans op ongevallen door de toegenomen waterhoogte, naar oordeel van de expert, met 30% kunnen toenemen.

Volgens de experts zullen de schippers bij een lagere doorvaartheogte meer risico nemen bij de passage van bruggen om zo min mogelijk tijd te verliezen op de route. Met een zeespiegelstijging zullen een aantal bruggen in de Zeeuwse Delta niet meer voldoen aan de Rijnvaartheogte bij hoog water, waardoor het mogelijk is dat de kans op ongevallen bij deze bruggen zal toenemen.

Tenslotte is een kenmerkend verschil benoemd tussen zeespiegelstijging en de andere klimaatbedreigingen. De zeespiegelstijging gaat zeer langzaam en structureel, waardoor er geen verrassingseffect bestaat. Bij andere klimaatbedreigingen is de impact minder voorspelbaar, denk aan onweersbuien, mist, hevige neerslag, etc. De schippers kunnen veel makkelijker wennen aan de gevolgen van zeespiegelstijging, waardoor de risico's beter beheersbaar zijn. Als beheerder kun je de voorspellingen meenemen in beheer en onderhoud en in aanleg en renovatie om de effecten van deze klimaatbedreiging te minimaliseren.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart	2 (5%, 11%)
2	Aanvaring van een brug door beroepsvaart	5 (1%, 5%, 5%, 16%)
3	Eenzijdig ongeval recreatievaart	1 (5%)
4	Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	
5	Ongeval met een veerpont	
6	Ongeval met passagiersschip	
7	Aanvaring van een sluis	1 (1%)
8	Aanvaring van een zwemmer	
9	Aanvaring tussen recreatievaart onderling	1 (2%)
10	Aanvaring tussen beroepsvaart onderling	4 (2%, 6%, 6%)
11	Gronding beroepsvaart	1 (5%)
12	Aanvaring van een stuw	
13	Aanvaring van een kering	1 (11%)
14	Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	1

In de werksessie zijn de volgende aspecten besproken:

- De relatief hoge beoordeling van het risico “aanvaringen tussen recreatievaart en beroepsvaart” hangt samen met het feit dat een deel van de scheepvaart gebruik moet gaan maken van het beweegbare deel van de bruggen. Hierdoor wordt het drukker voor de bruggen en verhoogt de kans op aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart. Het genoemde percentage geldt met name voor de bruggen die door zeespiegelstijging worden beïnvloed. Op landelijk niveau is een lager percentage te verwachten.
- Ook is het risico “aanvaringen van bruggen” door een expert relatief hoog beoordeeld. Hier is door de betreffende expert aangegeven dat het percentage bij nader inzien iets te hoog ligt.
- Tenslotte is ook het risico “Aanvaringen van een kering” relatief hoog ingeschat. Door de zeespiegelstijging zullen de keringen wellicht meer frequent gesloten worden en de meeste keringen zijn juist in gesloten toestand extra kwetsbaar voor aanvaringen. De gevolgen kunnen zeer ernstig zijn er derhalve is een verhoging van de risicoscore te verantwoorden.

4. **Klimaatbedreiging Hoge rivierafvoer**

De klimaatbedreiging hoge rivierafvoer leidt tot een hoge waterstanden in de rivieren. In aanvulling hierop hebben experts aangegeven dat de hoge rivierafvoer de getijstroom in de riviermondingen, Waddenzee en de Zeeuwse Delta kan beïnvloeden. Als dit leidt tot sterkere stromingen of onvoorspelbare stromingen, dan heeft dat ook invloed hebben op de nautische veiligheid. De exacte gevolgen van de hoge rivierafvoer op de stroming zijn niet bekend en het

is lastig de gevolgen voor de scheepvaart concreet te beschrijven. Dit is wellicht een onderwerp voor nader onderzoek.

Effecten op de scheepvaart

Voor de scheepvaart heeft dit de volgende effecten:

- Een verhoogde rivierafvoer leidt tot hogere waterstanden en meer manoeuvreerruimte (vaarwegbreedte) op de rivier.
- De afgaande schepen varen sneller door de stroming. De schepen zijn minder goed manoeuvreerbaar, waardoor zij meer ruimte nodig hebben en verder vooruit moeten kijken. Opgaande en kruisende vaart kan deze snelheid mogelijk verkeerd inschatten. (Extra stroming is overigens beperkt).
- Stroming maakt het manoeuvreren moeilijker voor kruisende vaart, voor zwemmers, voor recreatievaart, bij passage van bruggen en het manoeuvreren in de nabijheid van vaste objecten. (Extra stroming is overigens beperkt)
- Sluizen in kanalen en gereguleerde binnenwateren kunnen gebruikt worden als hulpmiddel ten behoeve van het peil- en waterbeheer. Aangezien waterbeheer prioriteit heeft, bestaat de kans dat de bediening voor de scheepvaart tijdelijk wordt beperkt, waardoor de beschikbare schutcapaciteit reduceert en drukte in de voorgebieden van de sluizen kan ontstaan.

Een aantal experts heeft hier kanttekeningen geplaatst.

Door Deltares is aangegeven dat de stroming naar verwachting weinig zal veranderen. Deelnemers hebben in de periode van het Ruimte voor de Rivier programma ervaren dat de stromingseffecten bij fysieke ingrepen groot kunnen zijn. De verwachting van Deltares wordt daarom ter discussie gesteld. Als er wel significante effecten zijn op de stroming, dan kan het alsnog noodzakelijk zijn om aanpassingen te doen aan objecten en/of haveningangen om de effecten ten gevolge van de hogere stroomsnelheden te mitigeren.

Door een hoge waterstand kunnen objecten onder water verdwijnen (kribben), waardoor de kans op ongevallen toeneemt.

Net als bij droogte kan de hoge rivierafvoer de stroming in de benedenrivieren, Zeeuwse Delta en de Waddenzee beïnvloeden. Deze stromingen kunnen een invloed hebben op de nautische veiligheid. De exacte gevolgen hiervan zijn niet bekend en het is lastig de gevolgen voor de scheepvaart concreet te beschrijven. Dit is wellicht een onderwerp voor nader onderzoek. Soortgelijke effecten zijn ook mogelijk bij meestromende nevengeulen. Daarbij gaat het minder om de stroomsnelheid, maar vooral om de situaties waarbij het schip onverwacht wordt verzet.

Door de hogere rivierafvoer zal de doorvaarthoogte van bruggen kleiner worden.

De combinatie van hoog water en zwemmers is minder waarschijnlijk. Hoge rivierafvoer vindt plaats in de winter/voorjaar en dan zijn zwemmers niet waarschijnlijk.

Schepen kunnen last krijgen van (meer) zuiging. Dat speelt vooral bij de passage van stuwen, maar ook bij het indraaien van toegangskanalen en ontmoetingen.

Vervolgens is aangegeven dat de vaarweg bij hoge afvoeren kan worden gestremd. Dat gebeurt op het moment dat de omliggende infrastructuur door de golfslag wordt bedreigd. Met het Ruimte voor de Rivier programma zijn echter al veel maatregelen genomen, waardoor de hoogwaterveiligheid sterk is verbeterd en stremmingen minder snel aan de orde zijn.

Tenslotte is nog de aandacht gevestigd op de gevolgen van drijfvuil. Bij hoogwater komen veel boomtakken en bomen en dergelijke mee, welke kunnen leiden tot schade bij aanvaringen met een schip of aan objecten.

Impact op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van de hoge waterrafvoer op het totaal ongevallen op het Binnenwater. Dit percentage ligt in de orde van 10-15%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom hoge rivierafvoer is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per

jaar met maximaal 10 tot 15% kan toenemen. Een deel van de experts zijn het hiermee eens, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Net als bij droogte is er een kanttekening gezet bij het aangenomen lineaire verband tussen het aantal dagen met hoge rivierafvoer en het aantal ongevallen. Er zijn meer aspecten die een rol spelen die risicoscore kunnen verhogen, dan wel verlagen. Het genoemde percentage is daarmee niet meer dan een eerste grove inschatting.

Het in- en uitvaren van havens aan de rivieren zal lastiger worden ten gevolge van de toegenomen stroming. Het is aannemelijk dat de stromingen zullen toenemen bij hogere afvoeren. Hierbij is door een andere expert aangevuld dat de stroming niet per se afhankelijk is van de rivierafvoer. In het zomerbed gaat het water door een nauw vaarwegprofiel, waardoor de stroming relatief hoog kan zijn. In het winterbed is de rivierafvoer hoger, maar de vaarweg wordt breder en bij zeer hoge afvoeren worden ook de uiterwaarden gevuld. De rivier krijgt dan een grotere doorsnede, waardoor de stroming effectief lager kan zijn.

Op basis van ervaring wordt verwacht dat de ongevalsrisico's bij hoog water minder snel toeneemt dan bij droogte. Daarmee wordt verwacht dat het percentage lager zal liggen in vergelijking met de klimaatbedreiging droogte. Er is wel een verschil te maken tussen de gestuwde kanalen en de ongestuwde rivieren. In relatieve zin zijn meer ongevallen te verwachten op de ongestuwde rivieren.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart	1 (11%)
2	Aanvaring van een brug door beroepsvaart	6 (1%, 2%, 5%, 5%, 6%)
3	Eenzijdig ongeval recreatievaart	
4	Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	
5	Ongeval met een veerpont	1 (6%)
6	Ongeval met passagiersschip	
7	Aanvaring van een sluis	
8	Aanvaring van een zwemmer	
9	Aanvaring tussen recreatievaart onderling	
10	Aanvaring tussen beroepsvaart onderling	3 (5%, 11%)
11	Gronding beroepsvaart	4 (1%, 2%, 2%, 5%)
12	Aanvaring van een stuw	3 (0%, 2%, 16%)
13	Aanvaring van een kering	1 (6%)
14	Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	1

In de werksessie zijn de volgende aspecten besproken:

- De relatief hoge beoordeling van het risico “aanvaringen van een stuw” hangt samen met het feit dat dat niet bekende schippers bijvoorbeeld tegen het stoney deel van de stuw kunnen aanvaren. De gevolgen van een dergelijke aanvaring kunnen zeer groot zijn. Deze risico’s gelden in het bijzonder voor de Maas, maar ook bijvoorbeeld bij Zutphen.

5. **Klimaatbedreiging Golven en wind**

Algemeen

Op basis van de verwachtingen van het KNMI wordt geen verandering van de wind- en golfcondities verwacht. Wel wordt volgens klimaatdeskundigen een verandering verwacht met betrekking tot wind- en waterhoozen. Deze kunnen toenemen van 3 in 2020 tot 9 in 2050.

De beleving onder de experts aangaande deze klimaatbedreiging is anders. Vrijwel alle experts verwachten meer extreme condities in 2050. De uitgangspunten worden derhalve ter discussie gesteld. Deze kanttekening zal worden meegenomen in het rapport, maar de beoordeling moet plaatsvinden aan de hand van de ongewijzigde wind- en golfcondities.

De bedreiging zit volgens de deskundigen vooral in de kortdurende en extreme weersmanifestaties (onweer, waterhoozen, stortbuien), die niet door de schippers worden verwacht. Het verrassingseffect levert een extra verhoging van de risicoscore. Gemiddeld genomen verandert het weer wellicht niet, maar het zou kunnen zijn dat er rekening moet worden gehouden met meer kortdurende en intensieve weersmanifestaties, terwijl de getallen op hoofdlijnen niet veranderen. Dit levert een onzekerheid in de analyse en die moet worden meegenomen in de rapportage.

Effecten op de scheepvaart

De klimaatbedreiging golven en wind leiden tot verschillende effecten voor de scheepvaart:

- Golven leiden tot moeilijke vaaromstandigheden op zee en op grote open wateren. De golven kunnen leiden tot golfoverslag en kunnen leiden tot het vollopen van niet afgesloten ruimtes.
- Golven spelen veel minder op rivieren en kanalen, omdat de wind onvoldoende strijklengte heeft om hoge golven te creëren.
- Wind speelt overal. Schepen komen eerder bij elkaar in de buurt, extra manoeuvreerruimte is wenselijk om gevaarlijke situaties te voorkomen.
- Wind werkt extra complicerend in gebieden met weinig ruimte, zoals bij bruggen en sluizen. Schepen met lage diepgang en grote windvang zijn extra vatbaar. Vooral bij “vlagerige” wind hebben de schepen meer manoeuvreerruimte nodig.
- Wind- en waterhoozen kunnen leiden tot ernstige gevolgen bij de (kleinere) scheepvaart. De kans dat een windhoos een schip treft is overigens erg klein.

In de werksessie is aangegeven dat wind niet alleen gevaarlijk is voor kleinere scheepvaart, maar voor alle scheepvaart. De recreatievaart is wel meer vatbaar voor wind.

De beleving bestaat dat onweersbuien (met wind) meer frequent voorkomen en intensiever worden. Dit is een risico voor de recreatie in al haar vormen. Ook is het de beleving dat het aantal blikseminslagen zal toenemen, hierover is echter geen informatie.

Golven kunnen ook effect hebben op rivieren. Delen van een rivier die relatief recht lopen kunnen bij de juiste windrichting toch voldoende strijklengte hebben om hoge golven te veroorzaken. In het verleden zijn schepen op dergelijke riviersectoren wel degelijk volgelopen en gezonken door golfoverslag. Dit komt dus niet alleen voor op open wateren, maar het kan, als de omstandigheden ernaar zijn, ook voorkomen op rivieren.

Impact klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van golven en wind op het totaal ongevallen op het Binnenwater. Omdat de wind- en golfomstandigheden niet veranderen en de wind- en waterhozen relatief weinig voorkomen, is een maximaal effect ingeschat op de kans van optreden van 1%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom golven en wind is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal 1 % kan toenemen. Veel deelnemers zijn het hiermee eens, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Het idee bestaat dat de windcondities verschuiven in de seizoenen en in 2050 meer frequent voorkomen in het recreatie seizoen. In dat geval is het wel degelijk te verwachten dat het aantal ongevallen met name met recreatievaart zal toenemen.

Met betrekking tot waterhozen is aangegeven dat deze veelal ontstaan boven open wateren die vaak ook aantrekkelijk zijn voor recreatievaart. Omdat er relatief veel recreatievaart aanwezig kan zijn kan dit leiden tot een hogere ongevals kans dan eerder aangenomen. De relatie tussen wind- en golfcondities en het aantal ongevallen hoeft niet lineair te zijn.

Met name het verrassingselement van extreme buien, waterhozen, onweerbuien en dergelijke kunnen leiden tot een hogere kans op ongevallen. Data over het verrassingseffect van het weer is helaas niet voor handen.

Beoordeling

Vanwege de aanname dat de wind- en golfcondities niet veranderen is de experts niet gevraagd om de risico's te beoordelen.

6. **Klimaatbedreiging Extreem Weer**

Onder extreem weer wordt verstaan mist, neerslag, hitte en vorst. De mistcondities zullen in 2050, ook in het meest ongunstige scenario, sterk verbeteren. Neerslag condities blijven gemiddeld gelijk, maar het aantal intensieve buiten neemt toe van 1,7 dagen naar 2,2 dagen per jaar. Het aantal warme dagen zal significant toenemen van 21 dagen naar 34 dagen per jaar in het meest ongunstige scenario. Het aantal vorstdagen zal bij benadering halveren in 2050.

Effecten op de scheepvaart

De klimaatbedreiging extreem weer heeft verschillende effecten op de scheepvaart:

- Extreem weer heeft betrekking op mist, neerslag en hitte en ijs.
- Bij mist wordt op radar gevaren. Visueel zicht is belangrijk als extra confirmatie. Het ontbreken hiervan kan leiden tot interpretatiefouten.
- Recreatievaart zonder radar mag bij mist niet varen. Desondanks kunnen deze door mist worden overvallen, waardoor zij toch zonder radar doorvaren.
- Intensieve neerslag kan leiden tot visuele beperkingen en kan leiden tot wateroverlast in het schip;
- Hitte kan leiden tot het vastlopen van bruggen. Voor de brug kan hierdoor drukte ontstaan.
- Hitte kan leiden tot concentratieproblemen en een verlaagd attentieniveau.
- Ijs kan leiden tot hinder (kolonnevaren) en schade aan vaartuigen.

Een aantal experts hebben hier kanttekeningen bij gezet:

- Ijs kan ook tot langdurige schade aan objecten leiden.
- Er is meer recreatievaart op het water bij hitte, waardoor de intensiteiten toenemen;
- Recreatievaart mag bij mist niet varen op de genoemde vaarwegen in het BPR. Er geldt geen radarplicht op de vaarwegen die hierin niet zijn genoemd.
- De meeste ongevallen gebeuren bij mist op de eerste dag/ dagen dat het voorkomt. Zodra de schippers zijn gewend, neemt de ongevalskans weer af. Naarmate het verrassingseffect toeneemt, zal de ongevalskans ook toenemen.

- Alhoewel het KNMI ook aangeeft dat de buien qua intensiteit heftiger worden, geeft dit het gevoel dat de intensiteit van de buien nog meer toeneemt dan het meest ongunstige klimaatscenario aangeeft. Als voorbeeld wordt de aanpassing van riolering in veel gemeentes aangehaald die daarmee inspelen op de hogere intensiteit van buien.
- Met name de onvoorspelbaarheid van onweersbuien, buien en andere intensieve weersmanifestaties leveren een issue op voor de scheepvaart.

Impact klimaatbedreiging op het aantal ongevallen

In de huiswerkopdracht is een voorschot genomen op de maximale impact van extreem weer op het totaal ongevallen op het binnenwater. Dit percentage ligt in de orde van 1%. Met andere woorden door de meest ongunstige klimaatveranderingen rondom extreem weer is het mogelijk, naar oordeel van de adviseur, dat het totaal aantal ongevallen per jaar met maximaal 1 % kan toenemen. Een aantal condities verbeteren sterk (mist, vorst) en zullen minder vaak plaatsvinden. Een aantal condities (neerslag, hitte) zullen vaker en langduriger plaatsvinden. Veel deelnemers zijn het hiermee eens, alhoewel er ook kritische kanttekeningen zijn geplaatst.

Hitte (meer recreatievaart op het water) in combinatie met onvoorspelbare, extreme buien kan de kans op ongevallen en de gevolgen ervan meer dan evenredig doen verhogen.

Bij mist speelt vooral het verrassingseffect. In de eerste dagen is de kans op ongevallen verhoogt, daarna heeft men ervaring opgedaan en daalt de kans op ongevallen. De experts delen de mening dat routine/ervaring een dempend effect heeft, maar niet iedereen deelt de mening dat bij een daling van de mistcondities van 300 naar 190 uur de kans op ongevallen zal toenemen, zoals aangegeven door één van de experts.

Vrijwel alle schepen zijn voorzien van airco in de stuurhut en daarmee zal het effect van hitte op de fysieke gesteldheid van de schipper beperkt zijn. Bij recreatievaart kan dat anders zijn. De experts zijn verdeeld over de effecten voor schippers van recreatievaart. Sommige verwachten dat ze de warmste uren zullen mijden, anderen denken dat ze juist overdag doorvaren om een windje op te vangen.

Mooi weer kan drankgebruik uitlokken, waardoor de kans op ongevallen kan toenemen. Ook de toename van verhuur (meer vraag bij mooi weer) kan bijdragen aan een toename van de risicoscore ten gevolge van het klimaat.

Beoordeling

De beoordelingen uit de huiswerkopdracht zijn gepresenteerd en opvallende en afwijkende beoordelingen zijn besproken. De bevindingen zijn aangegeven in de volgende tabel. De tabel geeft aan hoe vaak een risico door een expert is geselecteerd als een risico waar droogte een groot effect heeft. Tevens is het risico verhogend effect (kans x gevolg) aangegeven, zoals ingeschat door de experts.

Nr	Risico	Top 3 (3 kruisjes)
1	Aanvaring tussen recreatievaart en beroepsvaart	5 (0%, 1%, 2%, 5%, 11%)
2	Aanvaring van een brug door beroepsvaart	
3	Eenzijdig ongeval recreatievaart	2 (6%, 2%)
4	Ongeval met dienstvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	
5	Ongeval met een veerpont	
6	Ongeval met passagiersschip	1 (2%)
7	Aanvaring van een sluis	
8	Aanvaring van een zwemmer	1 (21%)
9	Aanvaring tussen recreatievaart onderling	4 (2%, 2%, 6%, 12%)
10	Aanvaring tussen beroepsvaart onderling	1 (2%)
11	Gronding beroepsvaart	
12	Aanvaring van een stuw	
13	Aanvaring van een kering	
14	Ongeval met beroepsvaart (zinken/kapseizen/omslaan)	

In de werksessie zijn de volgende aspecten besproken:

- De relatief hoge beoordeling van het risico “aanvaringen zwemmer” hangt samen met de sterke toename van het aantal zomerse dagen. De combinatie van veel recreatievaart (met name jetski’s, speedboten, etc.) in combinatie met zwemmers levert een hoge risicoscore door verhoogde kans op een ongeval en de vaak ernstige gevolgen met name bij letsels.

7. Extra risico’s

Er is gevraagd naar aanvullende risico’s die niet zijn benoemd, maar die wel ten gevolge van de klimaatverandering in ernst kunnen toenemen. Hierbij zijn de volgende risico’s benoemd:

- Algen en plantengroei is een toenemend probleem, bijvoorbeeld in het Veluwemeer, het Markermeer en andere meren. Het leidt tot watervervuiling, vastgelopen (recreatie)schepen en stremmingen.
- In het algemeen nemen intensiteiten toe ten gevolge van de klimaatveranderingen, vooral bij de recreatievaart. De handhavingsorganisatie blijft echter ongewijzigd, waardoor er in relatieve zin sprake is van minder toezicht. Onvoldoende toezicht kan ertoe leiden dat het gedrag van de schippers losser wordt, waardoor de kans op ongevallen toeneemt. Het is op zich geen nautisch risico, maar door het gebrek aan toezicht kunnen de nautische risico’s wel meer frequent optreden. Dit aspect wordt gedeeld door meerdere experts.

8. Rondvraag

Bodemerosie is in de werksessie niet expliciet aan bod gekomen. Er wordt gevraagd of er in de huiswerkopdracht kanttekeningen zijn geplaatst.

Deltares heeft aangegeven dat alle drempels en vaste lagen 1 meter onder de MGD liggen en geen probleem zullen gaan vormen in de toekomst. In de werksessie wordt deze aanname echter niet gedeeld. De vaste laag in Nijmegen ligt hoger en kan wel degelijk uitgroeien tot een probleem. Dat geldt ook voor de drempel bij Weurt.

