



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

SCENARIOPLANNING NAUTISCHE VEILIGHEID

Vier scenario's voor een (on)veilige Noordzee in 2050

Rapport nr. : 77009-1-MO-rev.1.0
Datum : 1 Juni 2026
Versie : 1.0
Definitief rapport

SCENARIOPLANNING NAUTISCHE VEILIGHEID

Vier scenario's voor een (on)veilige Noordzee in 2050

Opdrachtgever : Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Gerapporteerd door :
Met medewerking van :

Externe review :

Met dank aan : alle deelnemers aan het Delphi onderzoek in 2025
alle deelnemers aan de workshops van 9 oktober en 6 november 2025

Paraaf management :

Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.1	1 december 2025	Concept	projectteam + extern
0.2	27 februari 2026	Concept	projectteam
1.0	1 juni 2026	Definitief	

MANAGEMENTSAMENVATTING

Doel en context

De Noordzee ondergaat gelijktijdig meerdere transitie (energie, voedsel, digitalisering, arbeidsmarkt). De ruimteclaim neemt toe terwijl het al één van de drukst bevaren zeeën ter wereld is. Deze studie gebruikt scenarioplanning om mogelijke toekomst te verkennen die significant effect hebben op het nautische veiligheidsniveau. Deze toekomstbeelden helpen om het handelingsperspectief voor de rijksoverheid in beeld te brengen binnen een cyclisch risicomanagementproces

Onderzoeksvraag

De geformuleerde hoofdonderzoeksvraag binnen deze scenarioplanningsstudie luidt: *‘Wat zijn mogelijke toekomstige scenario’s, met een significant effect op het nautische veiligheidsniveau van de Nederlandse Noordzee, op basis waarvan de rijksoverheid kan anticiperen?’*

Methodiek

De voorgestane scenarioplanningsmethodiek sluit aan bij de scenariostroming ‘Intuitive logics’, passend bij complexe risicodomeinen. Er is gebruik gemaakt van een combinatie van morfologische analyse (mengpaneel met kritieke onzekerheden) en een assenkruis gebaseerd op kans × gevolg. Het startpunt is een literatuurstudie aangevuld met een participatief proces bestaande uit enquêtes, consultaties, een Delphi-studie en drie expertworkshops.

De belangrijkste toekomstige ontwikkelingen

De belangrijkste mogelijke toekomstige ontwikkelingen zijn gedefinieerd, deze worden ook wel kritieke onzekerheden genoemd. Deze kritieke onzekerheden zijn ontwikkelingen die gekenmerkt worden door een belangrijke invloed op de scheepvaartveiligheid en een grote mate van onzekerheid. Deze ontwikkelingen zijn verdeeld in schip-externe en schip-interne factoren, waaronder ruimtevraag op zee, ontwikkeling van omgevingscondities, securitydreigingen, technologische trends, en het aanpassingsvermogen van bemanningen.

Per kritieke onzekerheid zijn maximale toenames en afnames beschreven. Enkele kernpunten:

- Ruimtegebruik: variërend van een bijna volgebouwde Noordzee (70 GW wind + diverse functies) tot een invulling met ca. 20–38 GW wind.
- Scheepvaartintensiteit: groei naar sterk gereguleerde, volle corridors vs. sterke afname door geopolitieke en/of economische trends.
- Extreme condities: potentieel vaker extreem weer, onder andere in de vorm van tropische storm(restanten) en toegenomen persistentie van stormen.
- Security: variërend van verre gaande militarisering en cyberdreigingen tot stabiele internationale samenwerking.
- Technologie: van sterk geautomatiseerde, emissieloze, (semi) autonome schepen tot stagnerende innovatie.
- Bemanning: van hooggekwalificeerd en digitaal vaardig tot structureel tekort en afnemende competenties.

Vier scenario’s voor de nautische veiligheid op de Noordzee

Uit deze uiteenlopende onzekerheden zijn vier scenario’s ontstaan die samen de uitersten van de mogelijke nautische veiligheidstoekomst verkennen. Deze uitersten zijn verkend langs twee assen, namelijk op basis van de kans op incidenten (laag/hoog) en op basis van de mogelijke gevolgschade (laag/hoog), zie ook Figuur 0-1. Een meer uitgebreide karakterisering van de inhoud van de scenario’s staat in Tabel 1.



Figuur 0-1 Assenkruis als scenario ordenend principe

Scenario: Veiligste vaart

In 'Veiligste vaart' blijft de Noordzee relatief overzichtelijk. Niet-nautische functies worden beperkt uitgerold en technologie wordt doordacht en veilig ingevoerd. Bemanningen zijn goed opgeleid en computersystemen ondersteunen de navigatie op een betrouwbare manier en er is sprake van een stabiele geopolitieke context. Incidenten komen nauwelijks voor en wanneer ze zich voordoen blijft de schade beperkt.

Scenario: Behouden vaart

Behouden vaart schetst een drukker en dynamischer beeld, waarin veel nieuwe functies op zee en een toename van scheepvaart leiden tot kleine verstoringen, technische uitval en incidentele cyberproblemen. Hoewel de kans op incidenten hoog is, worden de gevolgen dankzij het type incidenten en goede mitigatie meestal beperkt gehouden.

Scenario: Op wacht

In het scenario 'Op wacht' is de situatie omgekeerd: incidenten komen weinig voor, maar wanneer ze gebeuren is de impact aanzienlijk. Dat hangt samen geen toename qua scheepvaart maar wel grotere schepen, gevaarlijke ladingen, toenemende securitydreiging en een beperkte crisisvoorbereiding. Een enkel ongeluk kan daardoor zeer grote ecologische en/of economische schade veroorzaken.

Scenario: Alle hens aan dek

Het meest zorgwekkende toekomstbeeld is 'Alle hens aan dek', waarin de Noordzee vrijwel volledig is volgebouwd, de verkeersdruk enorm is en de regio wordt geconfronteerd met extremere weerscondities en geopolitieke instabiliteit. Vernieuwende technologieën zijn niet altijd betrouwbaar, de bemanning is niet voldoende voorbereid en internationale regelgeving sluit onvoldoende aan. Daardoor ontstaan situaties waarin zowel de kans op incidenten als de gevolgen ervan groot zijn.

Handelingsperspectief

Het handelingsperspectief binnen deze scenariostudie betreft het duiden van de opgave voor het (toekomstig) nautische risicomanagement, bestaande uit:

- Identificeren van kennisleemten over mogelijke toekomstige risico's;
- In beeld brengen in hoeverre bestaande risicoanalyse methoden bestaan dan wel geschikt zijn voor mogelijke toekomstige risico's;
- In beeld brengen van indicatoren (early warning signals) waarmee kritieke onzekerheden kunnen worden gemonitord.

Hiertoe is een eerste aanzet gedaan maar een nadere uitwerking is voorzien in 2026 als aanvulling op deze scenariostudie.

Conclusie

Deze scenariostudie laat zien dat de nautische veiligheid op de Noordzee in de toekomst sterk afhankelijk is van een samenspel van onzekere, maar invloedrijke ontwikkelingen. De vier uitgewerkte scenario's maken duidelijk dat zowel de kans op incidenten als de impact ervan aanzienlijk kan variëren, waarbij vooral de combinatie van toenemende ruimtedruk, technologische veranderingen, securitydreigingen en bemanningscapaciteit bepalend is. Voor de rijksoverheid ligt er daardoor een duidelijke opgave om proactief en adaptief risicomanagement te versterken, gericht op het tijdig signaleren van trends, het dichten van kennisleemten en het toekomstbestendig maken van instrumentarium. Alleen zo kan onder uiteenlopende omstandigheden een robuust niveau van nautische veiligheid worden geborgd.

Tabel 1 Inhoudelijke karakterisering van de vier scenario's voor 2050

Scenario 'Veiligste vaart' lage kans incident - beperkte schade	Scenario 'Behouden vaart' hoge kans incident - beperkte schade	Scenario 'Op wacht' lage kans incident - veel schade	Scenario 'Alle hens aan dek' hoge kans incident - veel schade
<i>Schip extern: niet-nautische functies op zee</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - toename windparken naar circa 20GW - olie en gas platformen grotendeels ontmanteld - geen toename andere functies 	<ul style="list-style-type: none"> - toename windparken naar circa 70GW - gevoelige infrastructuur (trafo, H2, etc) en schip beschermende maatregelen getroffen - toename aquacultuur locaties 	<ul style="list-style-type: none"> - toename windparken naar circa 20GW - sprake van enkele clusters van gevoelige functies zoals H2 opslag 	<ul style="list-style-type: none"> - toename windparken naar circa 70GW - sterke toename niet-nautische activiteiten zoals CO2 opslag, energiehubs, waterstofopslag - versnippering niet-nautische functies
<i>Schip extern: intensiteit scheepvaart</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - intensiteit scheepvaart neemt in totaal licht af - lichte groei werkvaart windparken 	<ul style="list-style-type: none"> - intensiteit scheepvaart neemt in totaal licht toe - verschuiving van mondiale naar regionale handelstromen - afvlakking schaalvergroting schepen - sterke toename werkvaart windparken - toegenomen recreatievaart 	<ul style="list-style-type: none"> - intensiteit scheepvaart neemt in totaal licht af - schaalvergroting heeft doorgezet, oa in de containervaart - lichte groei werkvaart windparken 	<ul style="list-style-type: none"> - intensiteit scheepvaart neemt in totaal licht toe - schaalvergroting heeft doorgezet, oa in de containervaart - sterke toename vervoer mensen (onderhoudspersoneel/cruise/recreatie)
<i>Schip extern: extreme condities</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - golf/wind/stroming condities onveranderd - minder vaak mist 	<ul style="list-style-type: none"> - uitlopers van tropische stormen komen vaker voor - lokale windsnelheid variaties door windparken 	<ul style="list-style-type: none"> - golf/wind/stroming condities anno 2025 - soms wordt bemanning verrast door snelle opkomst en hevigheid storm 	<ul style="list-style-type: none"> - uitlopers van tropische stormen komen vaker voor - stormen zijn persistenter
<i>Schip extern: security dreigingen</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - dreiging op vergelijkbaar niveau als nu - betere veiligheidssamenwerking tussen EU landen 	<ul style="list-style-type: none"> - hybride aanvallen leiden regelmatig tot verstoringen, kleine incidenten en stremmingen - belangrijke assets worden goed beschermd 	<ul style="list-style-type: none"> - toename security dreigingen Noordzee door onrustige geopolitieke verhoudingen en terroristische groepen - economische gevolgen kunnen groot zijn bij blokkering haven door tot zinken gebracht groot schip - milieuschade kan groot zijn bij falen verouderde schepen uit schaduwvloot 	<ul style="list-style-type: none"> - toename security dreigingen Noordzee door onrustige geopolitieke verhoudingen en terroristische groepen - zee is sterk gemilitariseerd waardoor delen van VSS soms worden afgesloten voor scheepvaartverkeer - economische gevolgen kunnen groot zijn bij blokkering haven door tot zinken gebracht groot schip - milieuschade kan groot zijn bij falen verouderde schepen uit schaduwvloot
<i>Schip intern: technologische ontwikkelingen - scheepsontwerp en voortstuwing</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - veel batterij-elektrische systemen voor lokale operaties/werkvaart en regionale vervoersstromen - verbeterde manoeuvreerbaarheid schepen ondanks toename WASP systemen - sterk vernieuwde vloot door IMO eisen en geharmoniseerde regelgeving 	<ul style="list-style-type: none"> - veel verschillen tussen schepen, verouderde schepen, uiteenlopende alternatieve brandstoffen en innovatieve technieken - schepen op alternatieve brandstoffen voldoen aan strenge veiligheidseisen - biobrandstoffen, allerlei refits, schakelen bij bifuel systemen, leiden tot toename ongeplande driftende schepen 	<ul style="list-style-type: none"> - sterke tweedeling verouderde schepen en nieuwe schepen met nieuwe veilige systemen met alternatieve energiedragers - als het mis gaat met relatief veilig systemen zoals kernreactoren kunnen de gevolgen groot zijn 	<ul style="list-style-type: none"> - veel verschillen tussen schepen, verouderde schepen, uiteenlopende alternatieve brandstoffen en innovatieve technieken - nieuwe systemen ontwikkeld t.b.v. efficiëntie en kostenbesparing en niet veiligheid - het lukt organen als de IMO niet tot consensus te komen waardoor regelgeving ontbreekt om de kwaliteit van de vloot te borgen - extreme klimaatcondities overschrijden de ontwerpcriteria van oudere schepen
<i>Schip intern: technologische ontwikkelingen - ontwikkeling hulpsystemen</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - veel hulpsystemen (IoT, digital twin) gericht op voorkomen van uitval van kritieke scheepsystemen - vloeiende overgang naar (deels) autonoom/remote varende schepen door optimale mens-machine integratie - hulpsystemen t.b.v. omgevingsbewustzijn en intentie delen zijn gemeengoed - cyberproof apparatuur 	<ul style="list-style-type: none"> - hulpsystemen helpen in het anticiperen op weerscondities en complexe ontmoetingssituaties - incidenten door uitval of slechte werking apparatuur, oa door cyberaanvallen en niet ondervangen kinderziektes 	<ul style="list-style-type: none"> - redundant uitgevoerde kritieke (geautomatiseerde) systemen 	<ul style="list-style-type: none"> - sprake van veel kinderziektes en niet goed doorontwikkelde systemen - nieuwe systemen ontwikkeld t.b.v. efficiëntie en kostenbesparing en niet veiligheid - onvoldoende aandacht geweest voor mens-machine integratie
<i>Schip intern: aanpassingsvermogen bemanning</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - veel aandacht geweest voor opleiding(seisen) en training van bemanning - mens gericht ontwerp is de industriestandaard - sterke veiligheidscultuur - optimale informatievoorziening / begeleiding t.a.v. lokale omstandigheden Noordzee 	<ul style="list-style-type: none"> - de bemanning is redelijk opgeleid en leunt op de beschikbare hulpsystemen - bemanning getraind in het juist handelen bij incidenten - ondersteuning vanaf wal aanwezig voor bemanning 	<ul style="list-style-type: none"> - de bemanning is redelijk opgeleid en leunt op de beschikbare hulpsystemen - samenloop van omstandigheden door oa slecht weer, security issues en strak vaarschema leidt soms tot verkeerde beslissing 	<ul style="list-style-type: none"> - te veel taken/informatie die afleiden van primaire navigatietaken - nieuwe technologieën vereisen beter en diverser geschoold personeel, opleidingseisen/-niveau is achterhaald - personeel moeilijk vast te houden waardoor totale ervaringsniveau aan boord beperkt wordt

INHOUD**PAGINA**

MANAGEMENTSAMENVATTING	II
1 INLEIDING	3
1.1 Aanleiding, achtergrond en doelstelling	3
1.2 Onderzoeksvragen	3
1.3 Definities en terminologie	4
1.4 Leeswijzer	5
2 SCENARIOPLANNING - METHODIEK EN PROCES	6
2.1 Achtergrond scenarioplanning	6
2.2 Het soort scenario's	6
2.3 Kritieke onzekerheden	7
2.4 Methodiek	9
2.5 Het (participatie) proces	11
3 TOEKOMSTBEELDEN VAN DE BELANGRIJKSTE ONTWIKKELINGEN	13
3.1 Ruimte vraag – niet nautische functies	13
3.2 Ruimte vraag – intensiteit scheepvaart	14
3.3 Extreme condities	15
3.4 Security dreigingen	16
3.5 Technologische ontwikkeling – scheepsontwerp en voortstuwing	18
3.6 Technologische ontwikkeling – hulpsystemen	19
3.7 Staat van de vloot	20
3.8 Aanpassingsvermogen bemanning	20
4 DE NAUTISCHE VEILIGHEID OP DE NOORDZEE – VIER TOEKOMSTBEELDEN	22
4.1 Scenario ‘Veiligste vaart’ (lage kans op incidenten, weinig gevolgschade)	22
4.2 Scenario ‘Behouden vaart’ (hoge kans op incidenten, weinig gevolgschade)	24
4.3 Scenario ‘Op wacht’ (lage kans op incidenten, veel gevolgschade)	26
4.4 Scenario ‘Alle hens aan dek’ (hoge kans op incidenten, veel gevolgschade)	28
5 HANDELINGSPERSPECTIEF	30
6 RESUMÉ EN AANBEVELINGEN	31
6.1 Resumé	31
6.2 Aanbevelingen	32
APPENDICES:	35
APPENDIX 1 RAPPORT RISICO-ONTWIKKELING EN MITIGATIE NOORDZEE	36
APPENDIX 2 GEHANTEERDE SCENARIOPLANNINGSMETHODIEK (UITGEBREID)	37
APPENDIX 3 VERSLAG WORKSHOP HANDELINGSPERSPECTIEF	38

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding, achtergrond en doelstelling

Het gebruik van de Noordzee is aan verandering onderhevig, verschillende transitieën zijn daar gaande. De zeevaart ondergaat een arbeidsmarkt-, energie- en digitaliseringstransitie, de Noordzee biedt ook mogelijkheden voor de energietransitie en voedseltransitie van de Nederlandse samenleving. De druk op de beschikbare ruimte neemt toe en de Noordzee was al een van de drukst bevaren zeeën ter wereld. Wat betekenen deze en andere toekomstige ontwikkelingen voor het nautische veiligheidsniveau? Om dit te verkennen heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) door middel van scenarioplanning verschillende mogelijke toekomstige toestanden verkend.

Scenarioplanning is een middel en instrument dat inzicht kan vergroten in [Ref 1.]:

- Het verloop van toekomstige relevante ontwikkelingen, alsmede hun relaties en hun effecten;
- Mogelijke discontinuïteiten, zoals een economische crisis of een doorbraak van nieuwe technologie, de voorwaarden waaronder deze discontinuïteiten kunnen optreden en hun effecten;
- Verschillende beleidsalternatieven met hun (on)bedoelde effecten;
- Belangrijkste kennisleemten.

Naast het verkrijgen van inzichten kan scenarioplanning de communicatie tussen belanghebbenden ondersteunen en de betrokkenheid van belanghebbenden versterken [Ref 1.].

Door middel van het inzetten van het instrument scenarioplanning binnen het scheepvaartveiligheidsdomein wordt beoogd inzicht te genereren in de bandbreedte van alle relevante toekomstige ontwikkelingen en gebeurtenissen door middel van het genereren van mogelijke toekomstbeelden en de weg daar naar toe.

Het primaire doel hiervan binnen het risicomanagementproces is het identificeren van mogelijke toekomstige bedreigingen en te komen tot een voorlopige risicobeoordeling. Dit dient als opstap naar zowel het identificeren van mogelijke kennisleemtes voor het goed kunnen beoordelen van deze risico's, als naar ontwikkeling van risicomodellen en methoden, als naar het uitvoeren van een uiteindelijke risicoanalyse en het identificeren en beoordelen van mogelijke mitigerende maatregelen. Dit alles te behoeve van een betere beheersing van de scheepvaartveiligheid op de Noordzee.

1.2 Onderzoeksvragen

In lijn met de doelstelling, is de volgende hoofdonderzoeksvraag binnen deze scenarioplanningsstudie geformuleerd:

Wat zijn mogelijke toekomstige scenario's, met een significant effect op het nautische veiligheidsniveau van de Nederlandse Noordzee, op basis waarvan de rijksoverheid kan anticiperen?

Inhoudelijke deelvragen die hierbij zijn geformuleerd:

- *Wat zijn voor de nautische veiligheid relevante toekomstige onzekere ontwikkelingen en/of gebeurtenissen om de toekomstscenario's mee vorm te geven?*
- *Welk handelingsperspectief, bestaande uit opgaven voor het nautische risicomanagement, kunnen op basis van de scenario's worden geformuleerd?*

Deelvragen ten aanzien van respectievelijk de methode, het proces en het uitwerkingsniveau zijn:

- *Welke scenariomethode doet het meest recht aan de complexe nautische context?*
- *Welk proces leidt tot voldoende bruikbare input, betrokkenheid en gedragenheid en is geschikt voor cyclische toepassing?*
- *Welke uitwerking (detailniveau en vorm) van de scenario's dient optimaal het in beeld brengen van het handelingsperspectief van de rijksoverheid?*

Deze studie betreft een eerste toepassing van scenarioplanning binnen het scheepvaartveiligheidsdomein. Het ministerie heeft behoefte aan een cyclisch proces, meer gestuurd vanuit risicomangement en een gesloten Plan-Do-Check-Act cyclus van beleidsvorming, waar scenarioplanning onderdeel van gaat uitmaken. Om deze reden zijn het proces en de methodiek expliciete wenselijke deelresultaten.

1.3 Definities en terminologie

Nautische veiligheids- en risiconiveau

Het nautische veiligheidsniveau, ook wel scheepvaartveiligheid genoemd, is omgekeerd evenredig verbonden met het nautische risiconiveau op de Noordzee. Een risico is het product van de kans op een incident vermenigvuldigd met het gevolg van het incident. Onder nautische risico's worden daarmee alle mogelijke incidenten met drijvende dan wel varende objecten verstaan die kunnen leiden tot letsel, doden, milieuschade en/of materiele/economische schade. Voorbeelden van deze incidenten zijn: aanvaringen, aandrijvingen, brand, explosies, zinken en aan de grond lopen.

Ofwel, het nautische veiligheidsniveau is omgekeerd evenredig aan de gecumuleerde nautische risico's.

Safety vs. security

Scheepvaartveiligheid gaat primair over safety risico's, ofwel onbedoelde risico's waarbij geen sprake is van een kwaadwillende opzet. Security risico's betreft moedwillige bedreigingen en vallen buiten de scope van dit onderzoek. Tweede orde effecten van de security risico's kunnen een effect hebben op het nautische veiligheidsniveau, deze worden wel expliciet belicht in deze studie.

Scenario's

Op basis van de opgestelde scenariodoelen wordt de volgende definitie van scenario's gehanteerd:

Scenario's verkennen mogelijk geachte toekomst en de ontwikkelingen die daar naartoe kunnen leiden.

Deze definitie is ontleend aan de definitie zoals ook door Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) wordt gebruikt [Ref 1.].

Kritieke onzekerheden (ook scenariodriv ers of scenario-ontwikkelingen genoemd)

De scenario's zullen worden vormgegeven door een combinatie van kritieke onzekerheden. Voor een definitie van kritieke onzekerheden, in de literatuur ook wel scenariodriv ers genoemd, wordt aangesloten bij de definitie van Ogilvy [Ref 3.]. Ogilvy onderscheidt:

- Sleutelfactoren: lange lijst van factoren die van invloed zijn op het thema, in dit geval scheepvaartveiligheid;
- Externe krachten: de meer op afstand staande krachten die werkzaam zijn op grotere schaal, bijv. geopolitieke, economische, sociale en technologische krachten;
- Kritieke onzekerheden: een beknopte lijst van gecombineerde sleutelfactoren met externe krachten, zijnde prioriteiten die gekenmerkt worden door een grote onzekerheid en een significante invloed op de scheepvaartveiligheid.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methodiek beknopt toegelicht, een uitgebreide toelichting op de methodiek is opgenomen als APPENDIX 2. De uitwerking van de belangrijkste toekomstige ontwikkelingen wordt uiteengezet in hoofdstuk 3. De uitwerking van vier nautische veiligheidsscenario's, zijnde verschillende uitingsvormen van deze toekomstige ontwikkelingen, gebeurt in hoofdstuk 4. Het handelingsperspectief als gevolg van de gedefinieerde scenario's volgt in hoofdstuk 5. In het laatste hoofdstuk wordt afgesloten met de resume en aanbevelingen.

2 SCENARIOPLANNING - METHODIEK EN PROCES

Een uitgebreide toelichting en onderbouwing van de methodiek is opgenomen als APPENDIX 2. Voorliggend hoofdstuk is een beknopte representatie waarbij achtereenvolgens wordt ingegaan op de achtergrond van scenarioplanning, de gekozen vorm van scenarioplanning en het doorlopen proces om te komen tot de scenario's.

2.1 Achtergrond scenarioplanning

Zoals in het reviewartikel van Amer e.a. uiteen wordt gezet [Ref 2.], is scenarioplanning ontstaan in de jaren '60 van de vorige eeuw waarbij Herman Kahn als grondlegger wordt gezien. Op bedrijfsniveau is Shell een bekende/toonaangevende gebruiker van scenarioplanning. Scenarioplanning heeft Shell onder andere geholpen om het hoofd te bieden aan de oliecrisis en ander onzekerheden in de jaren '70 van de vorige eeuw. Papers van Shell medewerker Pierre Wack worden het meest geciteerd binnen de scenarioplanning-literatuur. Binnen scenarioplanning zijn grofweg drie scholen/stromingen te onderscheiden. Kahn en Wack behoren tot de 'Intuitive logics school' waarbij de toekomstbeelden met name kwalitatief worden benaderd met als achterliggende aanname dat besluiten/gebeurtenissen zijn gebaseerd op een complexe set aan verbanden tussen economische, politieke, technologische, sociale en andere aspecten. Een andere stroming betreft 'Probabilistic modified trends (PMT)' wat een vooral kwantitatieve benadering van de toekomst is met behulp van matrixtechnieken en statistische benaderingen. De Franse school 'La Prospective' wordt ook wel gezien als combinatie van de twee eerder genoemde scholen.

In deze studie is gekozen voor de 'Intuitive logics school' wat aansluit bij de toepassing van scenarioplanning binnen een risicomanagement proces [Ref 4.], wat nader wordt toegelicht in de paragraaf 2.2.

2.2 Het soort scenario's

Het Ruimtelijk Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), dat al decennialang scenarioplanning gebruikt als vast onderdeel van zijn strategische beleidsadviezen, voorziet ook de toepassing van scenarioplanning binnen risicomanagementprocessen. De door het PBL gegeven kenmerken van scenario's die worden gebruikt binnen risicomanagementprocessen zijn [Ref 4.]:

- Matig of sterk verkennend: verkennende scenario's zijn nodig om een overzicht te geven van het brede scala aan mogelijke toekomstige risico's en de verschillende manieren waarop deze kunnen manifesteren.
- Kwantitatief of kwalitatief: Kwantitatieve scenario's zijn belangrijk voor de wetenschappelijke analyses die deel uitmaken van risicoschattingen. Deze scenario's geven ordes van grootte aan, wat vooral relevant is in het geval van eenvoudige en complexe risico's. In het geval van onzekere en ambigue risico's zijn kwalitatieve scenario's belangrijker. De cognitieve en normatieve onzekerheden die met deze risico's gepaard gaan, zijn zo groot dat de mogelijkheden voor kwantificering beperkt zijn. In deze studie zijn kwalitatieve scenario's gemaakt waarbij het kwantificeren van onderdelen van risico's wordt gezien als mogelijke vervolgstap in het risicomanagement proces.
- Beschrijvend of normatief: De literatuur over risicobeheer richt zich voornamelijk op de rol van beschrijvende scenario's (contextuele scenario's), d.w.z. scenario's die mogelijke toekomstige gebeurtenissen en ontwikkelingen en de risico's die deze met zich mee kunnen brengen, onderzoeken. Normatieve scenario's (beleidsscenario's) kunnen echter een belangrijke rol spelen bij het identificeren van verschillende risicobeheersscenario's. In deze studie ligt de focus op het maken van beschrijvende scenario's om een beeld te krijgen welke ontwikkelingen op ons afkomen die van invloed zijn op het nautische veiligheidsniveau van de Nederlandse Noordzee (Exclusief Economische Zone (EEZ) en territoriale wateren). Dit sluit aan bij de toepassing van scenarioplanning binnen een risicomanagementproces waarbij

scenarioplanning onder andere wordt gebruikt om mogelijke toekomstige bedreigingen te identificeren. Beleidsopties zijn wel verkend maar dit heeft een nadere uitwerking.

- Participatief: Deelname van belanghebbenden speelt een belangrijke rol in risicobeheer, vooral bij risico's die worden gekenmerkt door allerlei onzekerheden. Door belanghebbenden die betrokken zijn bij risicobeheer te laten deelnemen aan de ontwikkeling van scenario's, kunnen zij persoonlijke inzichten en verwachtingen met betrekking tot mogelijke risico's aan de scenario's toevoegen. Bovendien raken zij vertrouwd met de scenario's en krijgen zij een gevoel van eigenaarschap, waardoor zij later meer openstaan voor het gebruik van de scenario's. In deze studie is gebruik gemaakt van drie workshops met belanghebbenden om te komen tot de scenario's, deze te toetsen en na te denken over beleidsopties.

Bij aanvang van de studie waren deze scenario criteria, Figuur 2-1, reeds bepaald door het projectteam en deze zijn niet meer gewijzigd gedurende de studie. Deze combinatie van scenario kenmerken maakt dat de gemaakte scenario's met name aansluiten bij de 'Intuitive logics school' zoals kort uiteengezet in de vorige paragraaf 2.1.



Figuur 2-1 Beoogde soort scenario's, uitgedrukt in drie criteria

2.3 Kritieke onzekerheden

Kritieke onzekerheden zijn ontwikkelingen die gekenmerkt worden door een grote onzekerheid en een significante invloed op de scheepvaartveiligheid. De kritieke onzekerheden kunnen worden gezien als de bouwstenen waarmee de scenario's zijn gemaakt.

In 2024 heeft Maritiem onderzoeksinstituut in Nederland (MARIN) een verkenning uitgevoerd naar alle actuele ontwikkelingen die (mogelijk) van invloed zijn op het nautisch veiligheidsniveau van de Noordzee [[Ref 8.]. Deze ontwikkelingen zijn in beeld gebracht door middel van consultaties met experts, enquêtes onder verschillende onderscheiden gebruikersgroepen en belanghebbenden van de Noordzee en aanvullend literatuuronderzoek. Hieruit volgen deze globale trends met een (mogelijk) effect op de nautische situatie op de Noordzee:

- Trends in politieke en economische orde:
 - Wereldwijde/regionale/lokale conflicten;
 - De-globalisatie en protectionisme;
 - Groei Azië en Afrika.
- Milieu trends:
 - CO₂ reductie:
 - Verlaging CO₂ uitstoot en verhoging CO₂ opslag;
 - Hernieuwbare energie vanaf zee;
 - Nieuwe (scheeps-)brandstoffen.
 - Effecten klimaatverandering;
 - Voedseltransitie.

- Technologische trends:
 - Gebruik van AI;
 - Meer integratie van Metaverse en AR/VR/MR technologieën;
 - Toename gebruik 'Internet of Things' (IoT);
 - Automatisering.
- Sociale trends:
 - Komst kenniseconomie;
 - Efficiënt werken;
 - Migratie.

In het verlengde hiervan worden door nautische experts de volgende ontwikkelingen benoemd die het meest van invloed zijn op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee:

- Bouw van windparken op zee;
- Bouw overige infrastructuur/functies op zee (zijnde geen windparken);
- Kwaliteit van bemanning;
- Extremere omgevingscondities;
- Alternatieve brandstoffen;
- Schaalvergroting schepen;
- Toenemende automatisering (autonome) schepen;
- Internationale spanningen;
- (gedeeltelijke) Windvoortstuwing;
- Toenemende elektrificatie;
- Verandering gedrag/routing scheepsbewegingen over het verkeersscheidingsstelsel (VSS).

Bovenstaande ontwikkelingen betreffen geaggregeerde ontwikkelingen omdat veel ontwikkelingen allerlei relevante subontwikkelingen als gevolg hebben. Een voorbeeld hiervan is de bouw van infrastructuur op zee. Dit is op zichzelf relevant voor de nautische veiligheid omdat allerlei objecten worden gerealiseerd die kunnen worden aangevaren door schepen en in meer of mindere mate de ruimte voor scheepvaart beperken. Daarnaast heeft deze infrastructuur vaak tot gevolg dat kabels en leidingen naar wal worden aangelegd, wat de ankermogelijkheden van schepen beperkt. Een ander gevolg is het benodigde extra (bouw en onderhoud) verkeer dat van en naar de infrastructuur vaart. Hierdoor nemen het aantal interacties met route-gebonden scheepvaartverkeer toe en daarmee de kans op incidenten. Door de bouw en onderhoud van infrastructuur zijn er ook meer mensen op zee die worden blootgesteld aan de gevaren van de zee, bijvoorbeeld bij het overstappen van schip naar turbine.

Het totaaloverzicht aan trends en ontwikkelingen vanuit dit eerdere onderzoek [Ref 8.] is de basis geweest voor een keuze van de initiële kritieke onzekerheden. De criteria om te komen tot kritieke onzekerheden zijn de volgende:

- Relevant: de kritieke onzekerheden dienen een zeker effect te hebben op de nautische veiligheid van de Noordzee.
- Compleetheid: er dient voorkomen te worden dat een relevante kritieke onzekerheid wordt gemist. Hierbij is enerzijds afgepeld wat op scheepsniveau de voor de nautische veiligheid relevante aspecten zijn. Anderzijds is de DESTEP-formule (Demografische, Economische, Sociaal-culturele, Technologische, Ecologische en Politieke ontwikkelingen) gebruikt om te controleren in hoeverre alle domeinen voorkomen.
- Onderscheidenheid: onderscheid de kritieke onzekerheid zich voldoende van de andere kritieke onzekerheden. Bij voorkeur komen de domeinen uit de DESTEP-formule niet meerdere keren voor tenzij daar een duidelijk argumentatie voor bestaat.

- Balans aggregatieniveau: zo hoog mogelijk aggregatieniveau versus voldoende voor zichzelf sprekende ontwikkelingen die handvatten bieden voor een nautische risicobeoordeling. Zoals in de alinea hierboven is geschetst voor 'bouw infrastructuur op zee' kunnen ontwikkelingen allerlei gevolgen hebben die op zichzelf ook relevante ontwikkelingen zijn. Een te hoog aggregatieniveau biedt echter onvoldoende handvatten voor interpretatie en risicobeoordeling, een voorbeeld hiervan is 'effecten klimaatakkoord' wat zowel kan worden ingevuld met de bouw van windparken op zee, als de bouw van CO₂ platformen, als alternatieve scheepsbrandstoffen en gebruik van windvoortstuwing.

Uiteindelijk zijn de volgende acht kritieke onzekerheden gebruikt bij het maken van de scenario's waarbij onderscheid is gemaakt tussen vier schip interne en vier schip externe kritieke onzekerheden:

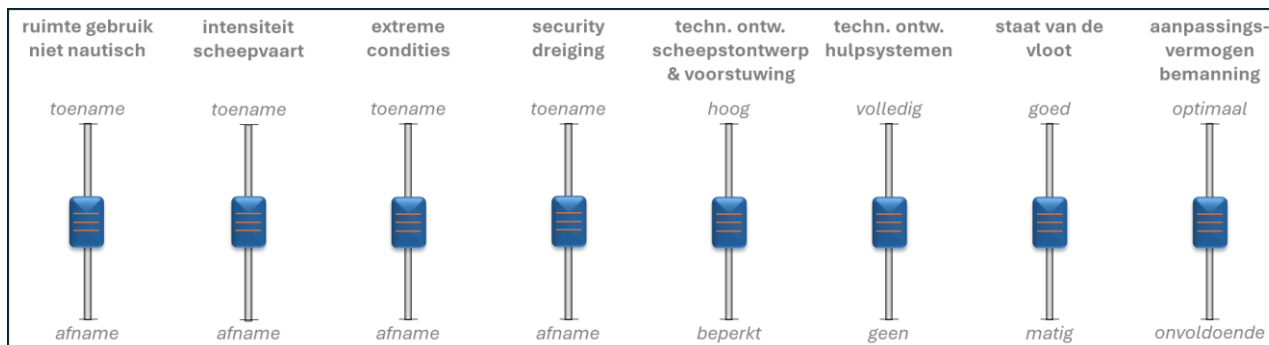
- Schip externe kritieke onzekerheden:
 - Ruimte vraag op zee, bestaande uit twee onzekerheden:
 - Bouw van niet-nautische functies op zee
 - Intensiteit scheepvaart (tonnages: combinatie van aantal + grootte van schepen)
 - Ontwikkeling omgevingscondities (wind, golven, stroming, zicht)
 - Security dreigingen
- Schip interne kritieke onzekerheden:
 - Technologische ontwikkelingen, bestaande uit twee onzekerheden:
 - Ontwikkeling scheepsontwerp & voortstuwing (o.a. windvoortstuwing, draagvleugeltoepassingen en alternatieve brandstoffen)
 - Ontwikkeling hulpsystemen (o.a. autonoom varen, AI, IoT, navigatie, decision support)
 - Staat van de vloot (veroudering, onderhoud)
 - Aanpassingsvermogen bemanning

De mate van onzekerheid voor elk van de kritieke onzekerheden is onderdeel geweest van het later uitgevoerde Delphi onderzoek. Op basis van de uitkomsten van dit Delphi onderzoek zijn de kritieke onzekerheden aangescherpt en bleek bijvoorbeeld de 'staat van de vloot' minder relevant als gevolg van beperkte onzekerheid. De onzekerheden die hierbij bestaan worden reeds ondervangen door de kritieke onzekerheden 'ontwikkeling scheepsontwerp & voorstuwing' en 'security dreigingen'. Om deze reden is de 'staat van de vloot' niet expliciet onderdeel geworden van de toekomstscenario's.

2.4 Methodiek

Om te komen tot gedragen scenario's is gebruikt gemaakt van een combinatie van een morfologische methode en een assenkruis methode, welke door middel van een participatieproces met experts en belanghebbenden zijn toegepast.

De morfologische methode biedt ruimte om meerdere kritieke onzekerheden mee te nemen en biedt tevens ruimte om in te gaan op de complexe samenhang tussen de verschillende ontwikkelingen. De morfologische methode kan gerepresenteerd worden als zijnde een mengpaneel, zie Figuur 2-2 met de acht kritieke onzekerheden. De posities waarin de schuifknoppen kunnen staan, zijn de waarden/uitingsvormen die de kritieke onzekerheden kunnen aannemen. Een scenario is dan de specifieke combinatie van de posities van de schuifknoppen op het mengpaneel.



Figuur 2-2 Mengpaneel representatie van de morfologische analyse

De morfologische methode biedt in zichzelf geen handvatten om te komen tot een beperkte selectie van scenario's. Met acht kritieke onzekerheden en de brede range aan mogelijke posities van de schuifknoppen, maakt dat er veel mogelijke scenario's te onderscheiden zijn.

Om deze reden is een assenkruis toegepast als ordenend principe bij de morfologie methode. Het assenkruis maakt het mogelijk om per kwadrant te komen tot een beoordeling van een consistente samenstelling van gecombineerde kritieke onzekerheden, en wordt om deze reden als ordenend principe aangemerkt.

In de hoofdonderzoeksvraag wordt gesproken van 'om het verkennen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen met een grote impact op de nautische veiligheid m.b.v. scenario's'. Of wel de scenario's dienen veelzeggend te zijn voor het nautische veiligheidsniveau. Op basis daarvan is de keuze gemaakt om scheepvaartveiligheid-scenario's te maken aan hand van het begrip risico, zijnde kans maal gevolg. Het assenkruis ontstaat in dit geval door het begrip risico, zijnde kans maal gevolg, uit te zetten op twee assen waardoor vier risico-scenario's ontstaan, zie Figuur 2-3.



Figuur 2-3 Assenkruis o.b.v. het begrip risico (risico = kans * gevolg)

Vanuit een absolute benadering hebben de assen veel/weinig en lage/hoge kans een subjectief karakter en zouden daarmee om een normering vragen. Daarmee ontstaat echter een absolute risicobeoordeling en dat is niet wat met deze kwalitatieve exploratieve scenario's wordt beoogd. Wat wordt beoogd is een relatieve benadering van de verschillende kritieke onzekerheden ten opzichte van de geschetste uitersten en ten opzichte van elkaar. Daarmee worden de grenzen van de toekomstige nautische veiligheidsniveau op de Noordzee verkend.

2.5 Het (participatie) proces

Het doorlopen proces kan grofweg in de volgende chronologische fasen worden onderscheiden:

- Verkennende studie naar risico-ontwikkeling en mitigatie op de Noordzee door middel van literatuuronderzoek, consultaties en enquêtes.
- Delphi onderzoek naar de kritieke onzekerheden, zijnde de bouwstenen waarmee de uiteindelijke scenario's zijn opgebouwd.
- Twee workshop met (nautische veiligheid) experts om te komen tot initiële scenarioverhalen op basis van de uitgewerkte kritieke onzekerheden en de voorgestelde scenariomethodieken.
- Een workshop met dezelfde groep experts om de scenarioverhalen te beoordelen en een verkenning naar het handelingsperspectief.

Elk van deze fasen wordt hieronder beknopt toegelicht.

Verkennende studie naar risico-ontwikkeling en mitigatie op de Noordzee

In 2024 is deze verkenning uitgevoerd om een beeld te krijgen van huidige en toekomstige ontwikkelingen die mogelijk van invloed zijn op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee. Deze ontwikkelingen zijn in beeld gebracht door middel van consultaties met experts, enquêtes onder achttien verschillende onderscheiden gebruikersgroepen en belanghebbenden van de Noordzee en door middel van aanvullend literatuuronderzoek. Deze studie vormt de basis voor de initiële selectie van kritieke onzekerheden zoals reeds toegelicht in paragraaf 2.3. De mate van invloed van ontwikkelingen op het nautische veiligheidsniveau is uitgevraagd in de uitgezette enquêtes. De volledige rapportage van deze verkennende studie is opgenomen bij dit rapport als APPENDIX 1.

Delphi onderzoek naar kritieke onzekerheden

De Delphi methode is een bekende methode binnen toekomstonderzoek. Het doel is een nauwkeurige toekomstvoorspelling te doen op basis van deskundigenoordelen. Het onderzoek heeft anoniem plaatsgevonden in twee ronden van digitale vragenlijsten. De resultaten waar geen consensus over was in de eerste ronde, zijn in een tweede ronde aan dezelfde deskundigen gepresenteerd met de vraag of zij hun oordeel willen toelichten of bijstellen. De resultaten geven een indicatie van de uitersten van een ontwikkeling en hoe groot de impact zal zijn.

Voor elk van de acht kritieke onzekerheden is een groep experts samengesteld met kennis van het betreffende onderwerp. Waar de respons minimaal was zijn er nog aanvullende gesprekken met experts gevoerd over de uitkomst van de Delphi.

Binnen het Delphi onderzoek is nautische veiligheid geen thema, het onderzoek richt zich op het in beeld krijgen van de mogelijke toekomstige ontwikkelingen op de Noordzee. De vertaling van ontwikkelingen naar nautische veiligheidsimplicaties heeft later in het proces plaatsgevonden, namelijk bij het op stellen van de scenarioverhalen.

Twee workshops ten behoeve van de scenarioverhalen

Voor definiëring van de scenario's in workshops zijn ruim 30 experts uit het scheepvaartveiligheidsdomein benaderd, veelal werkende bij een organisatie die belang heeft bij scheepvaartveiligheid. De hoofdzakelijke reden achter de keuze voor personen uit het scheepvaartveiligheidsdomein is dat deze personen gewend zijn na te denken over de vertaling van veranderingen in de nautische situatie naar effecten op het nautische veiligheidsniveau. De redenen om met name experts te benaderen die een organisatie vertegenwoordigen met een belang bij scheepvaartveiligheid is enerzijds omdat daardoor een intrinsieke motivatie bestaat om aan dit onderwerp bij te dragen. Anderzijds wordt door middel van scenarioplanning beoogd de communicatie tussen belanghebbenden in het scheepvaartveiligheidsdomein te ondersteunen en de betrokkenheid van deze belanghebbenden te versterken. Personen die hebben meegewerkt aan het opstellen van de scenario's vertegenwoordigen de volgende organisaties:

- Deltares;
- Dienst der Hydrografie;
- Divers koopvaardij - (ex) kapiteins;
- Havenbedrijf Amsterdam;
- Havenbedrijf Rotterdam;
- Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij (KNRM);
- Kustwacht;
- MARIN;
- Maritiem Instituut Willem Barentsz
- Ministerie I&W – Directoraat-Generaal Luchtvaart en Maritieme Zaken;
- Nederlandse Vereniging van Koopvaardij Kapiteins (NVKK);
- Loodswezen;
- Rijkswaterstaat;
- Scheepvaart Adviesgroep Noordzee (SAN).

De eerste workshop bestond uit twee delen, namelijk scenario's maken en scenario's uitwerken. Tijdens het eerste deel 'scenario's maken' hebben de deelnemers in groepjes de parameters in het morfologisch veld besproken en ingevuld per kwadrant in het assenkruis. Op deze manier komen de hoofdlijnen van de scenario's op papier te staan. Het doel van het tweede deel is om de scenario's meer verhalend en toekomstgericht te maken door middel van de implicatieboom methode. Hierbij wordt het basisscenario in het midden gezet en worden vervolgens de implicaties verkend van deze configuratie van parameters.

Dit tweede deel is later nog eens herhaald met het projectteam en een kleine afvaardiging van de groep experts. De reden hiervoor was dat tijdens de workshop uiteindelijk onvoldoende ruimte was, qua tijd en qua voldoende interpretatie van de resultaten uit het eerste deel, om de implicaties voldoende uit te werken.

Workshop ten behoeve van het toetsen van de scenario's en verkenning van het handelingsperspectief

Met dezelfde vertegenwoordiging van experts als bij de eerste workshop is een laatste workshop vormgegeven. Het doel van het eerste deel van de workshop is om de scenario's te toetsen bij de experts. Het doel van het tweede deel van de workshop is het in beeld brengen van het handelingsperspectief.

3 TOEKOMSTBEELDEN VAN DE BELANGRIJKSTE ONTWIKKELINGEN

Voorliggend hoofdstuk betreft de beschrijving van de belangrijkste onzekere ontwikkelingen die van invloed zijn op de scheepvaartveiligheid, zijnde de gekozen kritieke onzekerheden zoals toegelicht in paragraaf 2.3. Dit hoofdstuk betreft de beschrijvingen van deze belangrijkste ontwikkelingen zonder daarbij aandacht te geven aan scheepvaartveiligheid. De invloed van deze ontwikkelingen op de scheepvaartveiligheid wordt in het volgende Hoofdstuk 4 nader uiteengezet.

Dit hoofdstuk is hoofdzakelijk het resultaat van literatuuronderzoek, consultaties, enquêtes en het Delphi onderzoek. Achtereenvolgens worden per ontwikkeling een algemene beschrijving gegeven, de externe krachten benoemd die van invloed zijn op deze ontwikkeling, een beschrijving gegeven van de ontwikkeling als deze maximaal toeneemt en een beschrijving gegeven van de ontwikkeling als deze maximaal afneemt.

3.1 Ruimte vraag – niet nautische functies

Algemene beschrijving

Het gebruik van de Noordzee verandert in hoog tempo. In het Programma Noordzee 2022–2027 wordt naast nautisch verkeer ook ruimte geboden aan een groeiend aantal niet-nautische functies, zoals de aanleg van windparken, andere vormen van hernieuwbare energie, voedselvoorziening, olie- en gaswinning, CO₂-opslag in de zeebodem, natuurbehoud en -herstel, kustbescherming en locaties voor waterstofproductie. Tegelijkertijd zijn er nieuwe functies denkbaar waarvoor nog geen beleid bestaat, zoals datacenters op zee, de uitbreiding van havens of nieuwe bunkerfaciliteiten voor schepen, evenals andere activiteiten die op land minder gewenst zijn. Hiermee ontwikkelt de Noordzee zich tot een veelzijdig en dynamisch gebruiksgebied.

Externe krachten

De ontwikkeling van deze niet-nautische functies wordt beïnvloed door verschillende externe krachten. De energietransitie is hierbij een belangrijke drijfveer, omdat de vraag naar duurzame energie en bijbehorende infrastructuur blijft groeien. Daarnaast speelt het maatschappelijk draagvlak voor natuurbehoud en natuurherstel een grote rol, omdat een intensiever ruimtegebruik voortdurend moet worden afgewogen tegen ecologische belangen. Veiligheids- en geopolitieke dreigingen kunnen de verdere ontwikkeling van offshore activiteiten belemmeren, bijvoorbeeld wanneer kritieke infrastructuur kwetsbaar blijkt of wanneer landen streven naar meer autonomie in hun energievoorziening. Tot slot bepaalt ook de markt in hoge mate hoe functies zoals voedselproductie, CO₂-opslag en andere innovatieve toepassingen zich ontwikkelen, afhankelijk van de economische haalbaarheid en het verdienmodel.

Maximale toename niet-nautische functies

Wanneer niet-nautische functies maximaal worden ontwikkeld, verandert de Noordzee tegen 2050 in een druk en vrijwel volledig benut gebied waarin nauwelijks nog ruimte is voor uitbreiding. Het gebied wordt dan streng gereguleerd door de omliggende landen en intensief technologisch gemonitord. Digital twins en AI-gestuurde systemen helpen om het beheer en de logistiek in goede banen te leiden. Binnen de Nederlandse EEZ verrijzen grote hoeveelheden windturbines, mogelijk goed voor circa 70 gigawatt aan vermogen, aangevuld met energiehubbs, waterstofelektrolyzers en andere ondersteunende infrastructuur. Ook het aantal beschermde natuurgebieden en defensie-oefenzones groeit, terwijl functies zoals zandwinning, onderhoud, veiligheid en bunkering verder worden uitgebreid.

Tegelijkertijd ontwikkelt CO₂-opslag zich tot een volwassen sector, waarbij bestaande projecten zoals Porthos en Aramis samen met nieuwe initiatieven een uitgebreid netwerk vormen dat jaarlijks tientallen megatonnen CO₂ kan verwerken. Aquacultuur wordt in deze situatie grootschalig toegepast, vooral in de kustzones en in beperkte mate binnen windparken. De traditionele olie- en gaswinning is dan grotendeels beëindigd, maar een deel van de bestaande platforms blijft aanwezig doordat ze worden

hergebruikt voor waterstofproductie of CO₂-opslag. Verder krijgen nieuwe vormen van hernieuwbare energie, zoals drijvende zonneparken en getijden- of golfenergie, een belangrijke plek en worden ze geïntegreerd met de bestaande infrastructuur.

Hoewel sommige experts verwachten dat dit zal leiden tot een intensief en multifunctioneel gebruik van de zee, waarschuwen anderen dat de ecologische draagkracht mogelijk te veel wordt belast. Daardoor bestaat het risico dat de schaal van bijvoorbeeld aquacultuur en andere vormen van medegebruik moet worden beperkt of anderszins moet worden ingericht.

Maximale afname niet-nautische functies

In een scenario waarin de ontwikkeling van niet-nautische functies sterk afneemt, ziet de Noordzee er in 2050 veel rustiger uit. Er worden aanzienlijk minder windparken gerealiseerd dan nu gepland, waarbij de verwachte capaciteit uiteenloopt van circa 20 tot 38 gigawatt. Sommige deskundigen voorzien dat de Noordzee dan weer grotendeels leeg zal zijn doordat huidige infrastructuur, zoals windturbines, zijn ontmanteld, terwijl anderen juist verwachten dat het beeld vergelijkbaar is met dat van nu. Ook is het denkbaar dat er efficiëntere keuzes worden gemaakt, waardoor functies beter op elkaar zijn afgestemd en slimmer worden gecombineerd.

CO₂-opslag blijft in dit scenario beperkt tot bestaande projecten zoals Porthos en Aramis, zonder noemenswaardige uitbreiding. Alternatieve vormen van energieopwekking op zee, zoals drijvende zonneparken, getijdenenergie of grootschalige waterstofproductie, kennen geen doorbraak. De olie- en gasproductie op het Nederlandse deel van de Noordzee is dan vrijwel volledig beëindigd; slechts een klein aantal platforms blijft over, voornamelijk voor kleinschalige experimenten of beperkte CO₂-opslag. Aquacultuur weet in dit beeld geen structurele rol te verwerven. Hoewel er aanvankelijk enkele kleine initiatieven verschijnen, blijken deze economisch niet rendabel en vindt er geen opschaling plaats.

3.2 Ruimte vraag – intensiteit scheepvaart

Algemene beschrijving

De Noordzee behoort tot de drukst bevaren zeeën ter wereld. Dagelijks vindt er een breed scala aan scheepvaartactiviteiten plaats, variërend van internationaal goederen- en grondstoffenvervoer tot regionaal en lokaal vaarverkeer. Grote containerschepen, tankers en bulkcarriers doorkruisen het gebied op weg naar Europese of intercontinentale bestemmingen, terwijl tegelijkertijd visserijvaartuigen, bevoorradingsschepen voor olie- en gasplatforms, werk- en onderhoudsschepen voor windparken, zandwinningschepen en recreatievaart zich in dezelfde wateren bevinden. De intensiteit van de scheepvaart—zowel in aantallen als in scheepsgrootte—en de spreiding van vaarroutes bepalen gezamenlijk de ruimte vraag op zee.

Externe krachten

De ontwikkeling van de scheepvaartintensiteit wordt beïnvloed door enkele belangrijke externe factoren. Economische trends hebben een directe impact op de omvang van het goederenvervoer: groeiende economieën stimuleren handelsstromen, terwijl recessies juist tot afname kunnen leiden. Ook internationale handelsontwikkelingen spelen een centrale rol, omdat veranderende handelsroutes, verschuivingen in productieketens en nieuwe marktdynamieken de vraag naar maritiem transport beïnvloeden. Tegelijkertijd kunnen geopolitieke spanningen de stabiliteit van handelsstromen onder druk zetten, bijvoorbeeld wanneer internationale verhoudingen verslechteren of wanneer de veiligheid op zee in het geding komt.

Maximale toename intensiteit scheepvaart

In een toekomstbeeld waarin de scheepvaartintensiteit maximaal toeneemt, verandert de Noordzee tegen 2050 in een gebied met zeer drukke en continue verkeersstromen. Grote containerschepen, tankers en bulkcarriers varen vrijwel onafgebroken richting Nederlandse en andere Europese havens. Door de toenemende druk op de beschikbare ruimte worden vaarroutes sterk gereguleerd en geconcentreerd in een beperkt aantal corridors die verder uit de kust worden gelegd om ruimte te maken voor andere functies zoals windenergie, natuurgebieden en defensieactiviteiten. Nederland ontwikkelt zich in dit scenario tot een belangrijke Europese containerhub, waar jaarlijks tot wel 200 miljoen ton aan containers wordt verwerkt.

Hoewel het totale volume van natte en droge bulk relatief stabiel blijft, verandert de samenstelling ervan aanzienlijk. De vervoerstromen verschuiven van kolen en olie naar nieuwe goederen zoals ammoniak, biobrandstoffen en duurzame grondstoffen die aansluiten bij de energietransitie. Daarnaast neemt het aantal (semi)autonome vrachtschepen toe, net als schepen die CO₂ naar opslaglocaties transporteren. Ook het aantal vaartuigen dat nodig is voor de aanleg, het onderhoud en de bevoorrading van offshore-installaties groeit sterk, evenals het gebruik van sleepboten en snelle onderhoudsschepen.

Het passagiersvervoer kan eveneens toenemen, afhankelijk van de demografische ontwikkeling, en de recreatievaart groeit door een stijgende welvaart en door technologische innovaties die het eenvoudiger maken om op zee te varen. De visserijvloot blijft in omvang stabiel, terwijl de zandwinning fors toeneemt door de voortdurende vraag naar zand voor bouw-, kust- en infrastructurele projecten.

Maximale afname intensiteit scheepvaart

In een toekomst waarin de scheepvaartintensiteit juist sterk afneemt, wordt de Noordzee in 2050 een aanzienlijk rustiger vaargebied. Op de hoofdvaarroutes neemt het aantal schepen af, waarbij grote intercontinentale schepen nog maar sporadisch voorkomen. In plaats daarvan is het verkeer meer verspreid over verschillende havens, doordat grote concentraties van goederenstromen afnemen. Het containervervoer van en naar Nederlandse zeehavens blijft dan op een redelijk stabiel niveau, maar kan licht teruglopen door veranderde consumptiepatronen, regionale productie en efficiëntere logistieke ketens.

De bulkstromen dalen sterk, vooral onder invloed van de energietransitie en digitalisering, waardoor de vraag naar traditionele bulkgoederen afneemt. De natte bulk krimpt van ruim 500 miljoen ton momenteel naar circa 200 tot 270 miljoen ton in 2050. Het aantal passagiersschepen halveert en ook de recreatievaart neemt sterk af, bijvoorbeeld doordat economische omstandigheden veranderen..

De visserij ontwikkelt zich in dit scenario richting kleinere, duurzamere vlootsegmenten. Hoewel er nog altijd kustvaarders rondvaren en er veel onderhoudsschepen nodig blijven voor windparken, wordt de zee in het algemeen veel rustiger en overzichtelijker dan vandaag.

3.3 Extreme condities

Algemene beschrijving

Uit de KNMI-klimaatscenario's van 2023 blijkt dat Nederland richting het einde van deze eeuw te maken krijgt met toenemende temperaturen, nattere winters, frequentere en heviger zomerbuien, langere perioden van droogte en een sterke zeespiegelstijging. Uit deze scenario's blijkt niet direct dat omstandigheden zoals harde wind, hoge golven of ijsvorming zullen veranderen richting 2050. Relevant voor scenario ontwikkeling is in hoeverre nog abrupte systeemveranderingen kunnen optreden. Een voorbeeld hiervan is het mogelijk stilvallen van de Atlantische Meridionale Overturning Circulatie (AMOC), beter bekend als de warme golfstroom. Naar huidige inzichten niet relevant voor de periode tot 2050 maar mocht dit eenmaal gebeuren, dan kan dat in Noordwest-Europa leiden tot extreem lagere wintertemperaturen. Relevantere ontwikkelingen echter zijn de persistentie van stormen op de Noordzee en de mate waarin restanten van orkanen de Noordzee bereiken.

Externe krachten

De ontwikkeling van extreme weersomstandigheden wordt beïnvloed door twee belangrijke externe krachten. Allereerst speelt de wereldwijde klimaatverandering een centrale rol, omdat de mate waarin temperaturen, neerslagpatronen en zeespiegels veranderen, invloed kunnen hebben op hoe de condities op de Noordzee zich ontwikkelen. Daarnaast is van belang hoeveel prioriteit overheden en samenlevingen geven aan het tegengaan van klimaatverandering. Beleidskeuzes, internationale afspraken en investeringen in mitigatie bepalen hoe sterk en hoe snel de opwarming en de daarmee samenhangende extremen toenemen of juist worden afgeremd.

Maximale toename extreme condities

Wanneer extreme condities zich maximaal ontwikkelen verandert het karakter van de Noordzee. In dit toekomstbeeld komen sterkere stormen vaker voor, vooral doordat orkanen hun invloed verder naar het noorden uitbreiden en tropische stormen de Noordzee vaker bereiken. De extreme weersomstandigheden die optreden, zoals intense hitteperioden en zware stormen, zijn bovendien persistenter. Een hogere waarschijnlijke verandering is de stijging van de zeespiegel, die bij maximale toename minimaal dertig centimeter hoger kan staan. Hierdoor worden stormvloedden gevaarlijker.

Maximale afname extreme condities

In een scenario waarin extreme omstandigheden juist afnemen, ziet de Noordzee er in 2050 veel milder uit. De winters zijn zachter dan nu, met minder koude periodes en minder kans op extreme winterse omstandigheden. Het klimaatbeeld komt in dit geval sterk overeen met de gematigder KNMI-scenario's, en kan zelfs dichter liggen bij het huidige klimaat dan bij een sterk veranderd toekomstbeeld. De zeespiegelstijging blijft dan beperkt tot hooguit 10 à 20 centimeter. Het toenemende gevaar van stormvloedden is daarmee relevant. Stormen, golven en stromingen vertonen weinig afwijkingen ten opzichte van de huidige situatie. Daarnaast neemt de aanwezigheid van mist af. De naast de zeespiegelstijging meest prominente veranderingen op de Noordzee zouden in dit scenario niet door het klimaat worden veroorzaakt, maar door lokale menselijke activiteiten zoals de verdere uitrol van windparken.

3.4 Security dreigingen

Algemene beschrijving

Geopolitieke spanningen, hybride oorlogsvoering en terreurdreiging zijn actuele security uitdagingen en hebben direct impact op de situatie op de Noordzee. Deze dreigingen kunnen het scheepvaartverkeer hinderen of zelfs in gevaar brengen. Zo varen schepen uit de schaduwvloot steeds vaker zonder 'Automatic Identification System' (AIS), waardoor ze slecht zichtbaar zijn en een risico vormen voor navigatie en veiligheid. De toenemende digitalisering en connectiviteit van schepen creëert daarnaast nieuwe kwetsbaarheden: kwaadwillende actoren kunnen proberen toegang te krijgen tot boordcomputers, sensoren of communicatiesystemen. Er kunnen incidenten plaatsvinden waarbij jamming of spoofing plaatsvindt en regulier scheepvaartverkeer tijdelijk zijn navigatiemiddelen verliest.

Externe krachten

De mate waarin security-dreigingen zich ontwikkelen wordt vooral bepaald door geopolitieke verhoudingen, internationale regelgeving en de wijze waarop incidenten de agenda beïnvloeden. Als geopolitieke spanningen toenemen, groeit ook de kans dat statelijke of niet-statale actoren de maritieme infrastructuur of scheepvaart willen ontregelen. Sterke internationale afspraken kunnen dergelijke dreigingen beperken, terwijl onduidelijkheid of gebrek aan toezicht juist ruimte voor misbruik creëert. Incidentele veiligheidsvoorvallen—zoals cyberaanvallen, spionage-pogingen of fysieke sabotagedaden—kunnen bovendien een schokeffect hebben, waardoor landen gedwongen worden om beleid en toezicht aan te scherpen.

Maximale toename security dreigingen

Wanneer security-dreigingen maximaal toenemen, ontstaat tegen 2050 een onzekere en potentieel gevaarlijke situatie op de Noordzee. Het uitblijven van effectieve regulering vergroot de kans op ongelukken met schepen uit de schaduwvloot die door technisch falen of opzettelijk onvoorspelbaar gedrag risico's veroorzaken. Schepen afkomstig uit vijandige landen nemen dan niet langer deel aan reguliere communicatie via AIS of marifoon, wat de veiligheid op zee ondermijnt. Het is denkbaar dat dergelijke schepen incidenteel vaarwegen blokkeren of vrije doorvaart opeisen om druk uit te oefenen of verwarring te zaaien.

In deze context nemen zowel hybride als klassieke dreigingen toe. Cyberaanvallen, sabotage en spionage worden mogelijk afgewisseld met militaire confrontaties, blokkades of onderzeese aanvallen. De inzet van drones op, boven en onder water wordt hierbij een serieuze factor, omdat ze moeilijk te detecteren zijn en relatief eenvoudig kunnen worden ingezet voor verstoring of sabotage.

Door de verhoogde risico's groeit de behoefte aan beveiliging en patrouilles, wat leidt tot een sterk gemilitariseerde Noordzee. Private beveiligingsdiensten spelen mogelijk een grotere rol, maar vormen tegelijkertijd een risico als het toezicht op hun activiteiten onvoldoende is. Toegang tot vitale zones zoals kabelcorridors, windparken en energiehubs wordt strenger gereguleerd en kan zelfs worden afgesloten wanneer verdachte activiteiten worden gesignaleerd.

Ook onshore nemen maatregelen intensief toe, vooral op het gebied van ICT-beveiliging en cyberhygiëne. Commerciële schepen krijgen te maken met strikte cybersecurity- en monitoring-eisen. Ondanks deze maatregelen kunnen digitale aanvallen regelmatig tot verstoringen leiden. Economisch gezien heeft dit scenario grote gevolgen: verzekeringspremies stijgen fors en voor de gehele maritieme keten is sprake van hoge kosten om beveiligingsniveaus op peil te houden.

Maximale afname security dreigingen

In een scenario waarin security-dreigingen sterk afnemen, ontstaat tegen 2050 een relatief ordelijke en stabiele situatie op de Noordzee. Betere internationale afspraken, vooral binnen de Europese Unie, zorgen ervoor dat regulering en veiligheidsnormen goed op elkaar zijn afgestemd, waardoor de kans op incidenten kleiner wordt. Ondanks deze verbeteringen blijft er een zekere mate van risico bestaan, doordat de Noordzee nog steeds een cruciaal gebied is voor energie- en communicatie-infrastructuur en daarmee een aantrekkelijk doelwit blijft.

Deze situatie rust en het lage risicoprofiel zorgen voor een voorspelbare logistieke keten, waardoor belangrijke Noordzeehavens zoals Rotterdam hun positie als stabiele en betrouwbare knooppunten verder kunnen versterken. Hierdoor ontstaat een klimaat waarin handel, scheepvaart en energie-infrastructuur zich in een relatief veilige omgeving kunnen ontwikkelen.

3.5 Technologische ontwikkeling – scheepsontwerp en voortstuwing

Algemene beschrijving

De Internationale Maritieme Organisatie (IMO) streeft ernaar dat de mondiale zeescheepvaart rond 2050 netto geen broeikasgassen meer uitstoot. Naast het reduceren van CO₂-emissies wordt verwacht dat ook het onderwater uitgestraalde geluid van schepen aan strengere regels zal worden gebonden, waarbij de huidige vrijwillige IMO-richtlijnen waarschijnlijk verder worden aangescherpt. Deze ambities stimuleren tal van technologische innovaties. Nieuwe vormen van voortstuwing ontstaan, waaronder technieken die gebruikmaken van wind, zoals rotorzuilen, en systemen die de waterweerstand van schepen verminderen, bijvoorbeeld draagvleugeltoepassingen of luchtsmering. Ook alternatieve brandstoffen zoals waterstof en methanol, evenals nucleaire voortstuwing, behoren tot de mogelijkheden waarmee de sector experimenteert in de zoektocht naar emissieloze en efficiëntere schepen.

Externe krachten

De mate waarin deze technologische vernieuwingen worden doorgevoerd, wordt bepaald door verschillende externe factoren. Klimaatverandering en internationale ambities om emissies terug te dringen spelen daarbij een centrale rol, aangezien strengere regels directe innovatieprikkel creëren. Regelgeving vormt hierbij zowel een katalysator als een rem, afhankelijk van hoe ambitieus landen en organisaties optreden. Daarnaast beïnvloeden economische omstandigheden en de ontwikkeling van de wereldhandel de investeringsruimte van rederijen. Innovaties zijn kapitaalintensief, waardoor financiële stabiliteit essentieel is. Tot slot dragen toenemende rekenkracht, verbeterde materiaalkunde en nieuwe ontwerpstechnieken bij aan de snelheid waarmee radicale veranderingen in de scheepsbouw kunnen worden ontwikkeld en toegepast.

Maximale toename ontwikkelingen in scheepsontwerp en voortstuwing

Wanneer technologische ontwikkelingen in scheepsontwerp en voortstuwing zich maximaal versnellen, ziet de Noordzee er in 2050 aanzienlijk anders uit dan vandaag. In dat toekomstbeeld bestaat het merendeel van de scheepsvloot uit klimaatneutrale of emissieloze schepen, waarbij ongeveer zeventig procent van alle vaartuigen geen CO₂ meer uitstoot. De vloot is dan een mix van schepen die volledig klimaatneutraal opereren en schepen die nog deels conventionele technologie gebruiken, maar ook van vaartuigen die volledig emissieloos zijn door de inzet van brandstofceltechnologie, nucleaire installaties of hybride aandrijflijnen. De toepassing van alternatieve energiedragers zoals methanol, ammoniak of hernieuwbare brandstoffen is wijdverbreid en vormt een standaardonderdeel van de sector.

Daarnaast wordt CO₂ steeds vaker direct aan boord afgevangen en opgeslagen, waardoor zelfs schepen die nog niet volledig emissieloos varen toch een aanzienlijke bijdrage leveren aan emissiereductie. De toepassing van windondersteunde voortstuwing wordt de norm; rotorzuilen, vleugelzeilen of andere windtechnieken helpen schepen om aan de steeds strengere emissie-eisen te voldoen. Ook het ontwerp van schepen verandert sterk. Een groeiend aantal vaartuigen gebruikt draagvleugels of geavanceerde luchtsmeringssystemen om de weerstand aanzienlijk te verminderen, waardoor de efficiëntie en snelheid van de vloot toenemen. De snelheid waarmee al deze innovaties worden ingevoerd, blijft afhankelijk van de mate waarin regelgeving internationaal wordt afgestemd en gehandhaafd.

Maximale afname ontwikkelingen in scheepsontwerp en voortstuwing

Wanneer technologische ontwikkelingen juist stagneren, verandert er tegen 2050 veel minder in de scheepsvaartsector op de Noordzee. In dat scenario blijft de vloot grotendeels afhankelijk van fossiele brandstoffen. Hoewel er wel enkele emissievrije en zuinigere schepen rondvaren, domineren conventioneel voortgestuwde vaartuigen nog steeds het beeld. Nieuwe milieuwetgeving blijft uit; de regels die in 2025 golden, zijn in 2050 nog steeds van kracht en er is geen verdere aanscherping doorgevoerd.

Tegelijkertijd vergroot klimaatverandering de kwetsbaarheid van schepen en systemen, terwijl gebrek aan innovatie beperkte mogelijkheden biedt om die risico's op te vangen. Het uitblijven van uniforme kwaliteits- en veiligheidsstandaarden op het gebied van alternatieve brandstoffen zorgt er bovendien voor dat nieuwe installaties storingsgevoelig zijn en een hoger risico op ongelukken met zich meebrengen. De regulering vanuit de IMO komt vrijwel geheel tot stilstand, waardoor de sector sterk afhankelijk blijft van bestaande conventies en er weinig prikkels zijn om te verduurzamen of te moderniseren.

3.6 Technologische ontwikkeling – hulpsystemen

Algemene beschrijving

Op het gebied van maritieme hulpsystemen vindt momenteel een brede en snelle ontwikkeling plaats. Een van de belangrijkste bewegingen is de opkomst van algoritmen die (semi)autonoom varen mogelijk maken, evenals systemen waarmee schepen hun intenties met elkaar kunnen delen om zo veiliger en efficiënter te manoeuvreren. Daarnaast worden steeds vaker op Artificial Intelligence (AI) gebaseerde beslissingsondersteunende systemen ingezet voor uiteenlopende toepassingen, zoals ladingplanning, routing, verkeersafhandeling en optimalisatie van boordprocessen. Ook Extended Reality-technologieën, waaronder augmented reality, virtual reality en mixed reality, vinden hun weg naar de scheepsbrug. Deze technologieën combineren realtime gegevens van boordinstrumenten en sensoren met informatie uit walgebaseerde systemen zoals 'Vessel Traffic Services' (VTS) diensten, waardoor bemanningen beter geïnformeerd en ondersteund worden. Internet of Things-toepassingen maken het bovendien mogelijk om apparatuur op afstand uit te lezen of aan te sturen, wat zowel het onderhoud als de operationele veiligheid ten goede komt.

Externe krachten

De ontwikkeling en toepassing van hulpsystemen wordt bepaald door verschillende externe factoren. Regelgeving speelt een belangrijke rol, omdat internationale kaders bepalen in hoeverre autonome of hoog-geautomatiseerde systemen zijn toegestaan. Daarnaast is de beschikbaarheid en betaalbaarheid van technologie essentieel om innovaties breed door te voeren in de sector. Efficiëntieverbeteringen en kostenbesparingen stimuleren eveneens de adoptie van nieuwe systemen, zeker wanneer rederijen onder druk staan om duurzamer, veiliger en economisch rendabeler te opereren. De toenemende rekenkracht maakt complexere algoritmen en realtime analyses mogelijk, terwijl economische omstandigheden en de ontwikkeling van de wereldhandel bepalen hoeveel ruimte er is voor investeringen in nieuwe technologie.

Maximale toename ontwikkelingen in hulpsystemen

Wanneer de technologische vernieuwingen op het gebied van hulpsystemen zich maximaal ontwikkelen, verandert de Noordzee tegen 2050 in een hoogwaardig digitaal en deels autonoom vaargebied. In dat scenario wordt een groot deel van de vloot bestuurd door autonome of op afstand bediende vaartuigen die grotendeels zonder bemanning opereren. Offshore-activiteiten, zoals inspecties, reparaties en logistieke operaties, verlopen dan in hoge mate datagedreven en vrijwel onbemand. Schepen beschikken over digital twins, waarmee de technische staat van het vaartuig continu in kaart wordt gebracht. Voorspellend onderhoud voorkomt storingen, terwijl sensoren realtime informatie leveren om kritieke functies te bewaken.

Routeplanning wordt in dit toekomstbeeld dynamisch en volledig geautomatiseerd. Schepen delen continu hun intenties en passen hun koers zelfstandig aan op basis van weersverwachtingen, drukte op het water of operationele risico's. Aan boord fungeert een AI-assistent als ondersteuning van de bemanning. Deze digitale assistent helpt onder meer bij communicatie met havens, het opstellen van documenten en het verwerken van informatie die nodig is voor havenafhandeling of personeelsmanagement.

Maximale afname ontwikkelingen in hulpsystemen

In een situatie waarin technologische ontwikkelingen juist stagneren, verandert er tegen 2050 weinig aan de ondersteunende systemen aan boord van schepen. De hulpsystemen blijven vergelijkbaar met die van vandaag en nieuwe technologie wordt slechts beperkt toegepast. Autonoom varen komt niet van de grond, waardoor vrijwel alle operaties bemand blijven en onderhoud nog steeds aan boord plaatsvindt. De veiligheid blijft sterk afhankelijk van menselijke beslissingen en vaardigheden, wat tegelijkertijd de kwetsbaarheid in extreme omstandigheden vergroot.

Onbemande vaartuigen bestaan mogelijk wel, maar alleen in zeer beperkte aantallen en voornamelijk in eenvoudige toepassingsgebieden waarbij ze op afstand worden bestuurd. De bredere adoptie van geavanceerde hulpsystemen blijft uit door gebrek aan regelgeving, onvoldoende investeringsruimte of het ontbreken van robuuste technologische doorbraken.

3.7 Staat van de vloot

Algemene beschrijving

De staat van de vloot verwijst naar de mate waarin schepen in staat zijn om veilig en betrouwbaar te functioneren, ook wanneer zij worden blootgesteld aan zware of afwijkende omstandigheden of wanneer zij een hoge leeftijd bereiken. Dit wordt in sterke mate bepaald door de kwaliteit van het onderhoud, maar ook door de manier waarop schepen oorspronkelijk zijn ontworpen. De geldigheid en actualiteit van de onderliggende regelgeving spelen daarbij een grote rol. Zo is de “ontwerpstorm” waarop schepen worden gedimensioneerd een belangrijke parameter die bepaalt hoe goed een schip bestand is tegen extreme omstandigheden. Wanneer regelgeving verouderd of onvoldoende aansluit op nieuwe klimaateisen of technologische mogelijkheden, kan dat directe gevolgen hebben voor de robuustheid van de vloot.

Alle mogelijke naar voren gekomen ontwikkelingen die van invloed zijn op de staat van de vloot in 2050 worden reeds beschreven onder ‘Security dreigingen’ dan wel ‘Technologische ontwikkelingen’. De staat van de vloot wordt daarom niet verder separaat onderscheiden in deze studie.

3.8 Aanpassingsvermogen bemanning

Algemene beschrijving

Het aanpassingsvermogen van de bemanning verwijst naar de mate waarin maritiem personeel kan meegroeien met een sector die voortdurend verandert. Door demografische trends en aanhoudende tekorten op de westerse arbeidsmarkt verandert de samenstelling van de bemanning, terwijl tegelijkertijd de operationele omgeving ingrijpend transformeert. Schepen worden steeds verder geautomatiseerd, werken vaker met nieuwe brandstoffen en geavanceerde technische systemen, en bemanningen worden geconfronteerd met hogere administratieve lasten en complexere operationele eisen. Op de Noordzee komt daar nog bij dat het gebied wordt gekenmerkt door zogenaamde “exposed waters”, waar de combinatie van niet-nautische functies zoals windparken en zware omgevingscondities/stormen uitdagend kunnen zijn. De centrale vraag is of de toekomstige, veelal internationale bemanning voldoende voorbereid is op deze veranderingen en de daarbij horende technische, operationele en veiligheidsuitdagingen.

Externe krachten

Meerdere factoren bepalen hoe goed bemanningen kunnen inspelen op veranderingen. Organisatorische ontwikkelingen, zoals de manier waarop verantwoordelijkheden aan boord en binnen rederijen worden verdeeld, spelen hierbij een belangrijke rol. Demografische trends beïnvloeden de beschikbaarheid van personeel, terwijl technologische innovaties bepalen welke nieuwe vaardigheden maritieme professionals moeten ontwikkelen om veilig en effectief te kunnen werken.

Daarnaast is het niveau van reisvoorbereiding van groot belang: bemanning die goed is geïnformeerd over risico's, systemen en operationele bijzonderheden, kan beter reageren op onverwachte situaties. Een andere cruciale factor is het bestaan van internationaal overeengekomen minimale opleidingseisen, zoals vastgelegd in mondiale maritieme certificeringsstandaarden. Deze normen bepalen het basisniveau van kennis en vaardigheden dat bemanningsleden moeten hebben, en vormen daarmee een fundament onder de veiligheid en professionaliteit van de sector. Naarmate de scheepvaart technologisch geavanceerder wordt, wordt de actualiteit en relevantie van deze internationale opleidingseisen steeds belangrijker.

Maximale toename aanpassingsvermogen

Wanneer het aanpassingsvermogen van de bemanning zich maximaal ontwikkelt, ontstaat in 2050 een professionele maritieme beroepsgroep die hooggekwalificeerd, adaptief en goed geïnformeerd is over nieuwe ontwikkelingen. Bemanningsleden zijn dan goed op de hoogte van technologische, operationele en logistieke ontwikkelingen en maken intensief gebruik van data die op efficiënte wijze wordt verzameld, gedeeld en geïnterpreteerd. Besluitvorming gebeurt steeds vaker op basis van hoogwaardige datamodellen, waarbij zowel technologie als mens een rol spelen en er een breed geaccepteerde samenwerking ontstaat tussen geautomatiseerde systemen en menselijke expertise.

Training en opleiding zijn in dit toekomstbeeld flexibel en modulair ingericht. Virtuele leermethoden en simulaties stellen bemanningen in staat om op afstand te trainen en voortdurend nieuwe vaardigheden bij te leren. De toegang tot dergelijke opleidingen verschilt nog steeds per herkomstland en budget, maar het aanbod is aanzienlijk uitgebreider dan nu. Bemanningsleden beschikken bovendien over uitgebreide digitale en technische vaardigheden, zijn in staat om AI-gestuurde systemen te bedienen en kunnen effectief samenwerken binnen internationale en multidisciplinaire teams. Hierdoor ontstaat een robuuste en toekomstbestendige beroepsgroep die goed kan omgaan met de complexiteit van moderne scheepvaart.

Maximale afname aanpassingsvermogen

In een scenario waarin het aanpassingsvermogen juist afneemt, wordt de situatie op de Noordzee in 2050 aanzienlijk kwetsbaarder. Bemanningsleden zijn dan minder competent en minder zelfstandig dan nodig is, waardoor zij vaker hulp moeten inroepen bij operationele taken. Een gebrek aan kennis over nieuwe technologieën en alternatieve brandstoffen vergroot de kans op operationele fouten, terwijl onvoldoende cyberbewustzijn maritieme systemen blootstelt aan digitale aanvallen. In noodsituaties of extreme weersomstandigheden kunnen tekortschietende vaardigheden de risico's verder verhogen.

Het ontbreken van loopbaanperspectief leidt in dit scenario tot lage motivatie en een hoog verloop. Talent wordt moeilijk aangetrokken en behouden, omdat hoogopgeleide professionals vaker kiezen voor banen aan wal. De sector krijgt daardoor te maken met structurele personeelstekorten, terwijl aan boord steeds meer complexiteit ontstaat die juist vraagt om goed gekwalificeerde mensen. Dit leidt uiteindelijk tot een kwetsbare scheepvaartsector waarin veiligheid en continuïteit onder druk staan.

4 DE NAUTISCHE VEILIGHEID OP DE NOORDZEE – VIER TOEKOMSTBEELDEN

Voorliggende hoofdstuk beschrijft de verhaallijnen van de vier scenario's, zijnde het resultaat van de interactieve workshops die hieraan vooraf zijn gegaan. Alle vier de scenario's zijn opgebouwd langs de acht kritieke onzekerheden maar de uitingsvorm van deze onzekerheden verschilt per scenario. Ook kunnen er specifieke mogelijke gebeurtenissen worden genoemd om het scenario meer te laten spreken. Het kan voorkomen dat een mate van risicomitigatie wel wordt aangestipt om het scenario mogelijk te maken, dit is echter zonder nadere invulling hiervan omdat de invulling van de mitigerende maatregelen geen onderdeel is van deze scenariostudie.

4.1 Scenario 'Veiligste vaart' (lage kans op incidenten, weinig gevolgschade)

Niet-nautische functies

In 2050 is de ruimte op zee voor scheepvaart zo min mogelijk ingeperkt. De geplande windmolenparken (tot circa 20 GW) zijn grotendeels wel gebouwd, maar daarna zijn er geen nieuwe parken meer gepland. Ruimte voor scheepvaart is tot prioriteit gemaakt. Daarom zijn er naast windparken amper andere niet-nautische functies op zee te vinden. Olie- en gaswinningsinstallaties zijn ontmanteld en er zijn geen andere functies voor in de plaats gekomen. Door de toename van windparken is er meer kruisend werkverkeer maar dat leidt niet tot meer incidenten. Ook is personeel op zee goed getraind op omgaan met de omstandigheden op zee. Bij te realiseren windparken wordt Search and Rescue (SAR) optimaal gefaciliteerd om de effectiviteit van noodhulp te vergroten. Daarnaast zijn maatregelen getroffen om te voorkomen dat de gondel van windturbines na een aandrijving/-varing op een schip kan vallen. Ondanks de toename van kabels en leidingen als gevolg van de windparken is ruimte voor noodankeren voldoende geborgd. Ook is er voldoende ruimte voor geplande drift (kort onderhoud) en worden niet-geplande driften van schepen snel opgemerkt zodat zo tijdig mogelijk kan worden geassisteerd. Er worden goede informatie en aanwijzingen verstrekt rondom het gebruik en doorvaart van windenergiegebieden en veiligheidszones rondom andere niet-nautische functies. De ruimtelijke ordening van niet-nautische functies en risico mitigerende maatregelen rondom deze niet-nautische functies zijn Europees afgestemd.

Intensiteit scheepvaart

Door verschillende geopolitieke en economische oorzaken is de wereldhandel en dus de intensiteit van containervervoer op de Noordzee licht afgenomen. Bulkstromen nemen door de steeds meer lokale energievoorziening en besparingen af. De schaalvergroting van schepen is afgevlakt. De visserij is verder gekrompen. De intensiteit van passagiers- en recreatievaart is niet toegenomen. De werkvaart van/naar windparken is licht gestegen maar als gevolg van de in totaliteit afgenomen intensiteit en de verbeterde informatievoorziening blijft het aantal incidenten tussen schepen beperkt.

Extreme weerscondities

In 2050 lijken de klimaatomstandigheden op de Noordzee nog behoorlijk op die van 2025. De kans op zware stormen verandert niet aantoonbaar, maar kan beter worden voorspeld. Mist komt minder vaak voor waardoor er vaker beter zicht is.

Security dreigingen

Het aantal security dreigingen is hetzelfde gebleven. De impact van de dreigingen is wel lager door betere veiligheidssamenwerking tussen de Noordzeelanden waardoor dreigingen snel kunnen worden opgespoord en de invoering van belastende preventieve maatregelen kan worden beperkt.

Schepen

Schepen gebruiken steeds vaker nieuwe typen brandstoffen. De invoering daarvan gaat met hoge kwaliteitseisen gepaard. Manoeuvreeigenschappen worden niet beïnvloed door de emissie-eisen. Er wordt veel gebruik gemaakt van batterij-elektrische systemen voor lokale operaties op zee en regionale vervoersstromen. Bij de implementatie van nieuwe technologieën blijven kinderziekten achterwege

omdat dit wordt geborgd door wetgeving in combinatie met een van tevoren aangetoond robuustheidsniveau. Nieuwe technologische ontwikkelingen op het gebied van hulpsystemen aan boord zorgen voor meer veiligheid en ondersteuning bij de besturing. In de voorafgaande jaren is er flink druk gezet op het vernieuwen van schepen, onder andere door nieuwe IMO-eisen en geharmoniseerde regelgeving. Zo is de vloot sterk vernieuwd, met betrouwbare, dubbelwandige schepen die over geavanceerde, cyberproof apparatuur beschikken. Schepen hebben een goed omgevingsverkeersbeeld met dynamische routeplanning en intentiedeling of worden goed van informatie voorzien. Het onderhoud van schepen wordt ook meer ondersteund door o.a. IoT en digital twins waardoor de vloot in betere staat is. Ook zijn er meer autonome en/of remote controlled vaartuigen. Er varen echter nog steeds verouderde schepen rond, simpelweg doordat grootschalige vernieuwing tijd kost.

Bemanning

Voor zowel de kwaliteit van de bemanning als voor een optimale mens-machine interface is de laatste jaren veel aandacht geweest. Human centered design is de ontwerpstandaard voor de systemen aan boord en de (controle)centra aan wal. De bemanning (off- en onshore) is goed opgeleid en heeft een goede kennis van veiligheidssystemen en hulpsystemen zodat ze die optimaal kunnen gebruiken. De veiligheidscultuur is hoog en de bemanning is goed getraind en bekend met de lokale informatievoorziening op de Noordzee. Loodsen varen met eigen cyberproof navigatiesystemen die o.a. bestand zijn tegen spoofing en jamming.

Gevolgen

Omdat de kans op incidenten beperkt is en de incidenten beperkte gevolgschade hebben, is de Noordzee een veilige werkomgeving. Ook op economisch en ecologisch vlak zijn er allerlei positieve effecten. Denk aan florerende havens en stabiele ecosystemen.

4.2 Scenario 'Behouden vaart' (hoge kans op incidenten, weinig gevolgschade)

Niet-nautische functies

In 2050 heeft een toename van niet-nautische functies op de Noordzee plaatsgevonden ten opzichte van 2025: de ruimte voor scheepvaart is afgenomen. Er zijn toch infrastructuur beschermende maatregelen gevonden rondom o.a. trafoplatformen en waterstofopslaglocaties om incidenten met grote gevolgschade te voorkomen. Daarnaast zijn maatregelen getroffen om de kans dat een windturbinegondel op een schip valt, als gevolg van een aanvaring/aandrijving, significant te reduceren. Het aantal nieuwe windparken is gegroeid, tot een capaciteit van circa 70 GW. Daarmee zijn er meer kabels en leidingen, wat regelmatig voor kleine incidenten met (nood)ankeren zorgt. Windparken bieden veel ruimte voor visserij en naast windmolenparken zijn er ook veel andere, minder kritieke, niet-nautische functies op zee, zoals aquacultuurlocaties, viskwekerijen en natuurgebieden. Als gevolg van alle niet-nautische functies zijn er veel mensen op zee en daardoor zijn er regelmatig kleine incidenten met onderhoudsschepen. De diverse toegevoegde infrastructuur op zee is optimaal benut voor het plaatsen van allerlei apparatuur/sensoren om de communicatie op zee en de detecteerbaarheid/zichtbaarheid vanaf wal te optimaliseren.

Intensiteit scheepvaart

Door de verschuiving van mondiale handelsstromen naar meer regionale handelsstromen is de schaalvergroting van schepen afgevlakt maar het aantal schepen dat de Noordzee bevaart is toegenomen. Zo is er, naast de onderhoudsschepen voor de niet-nautische functies, veel (feeder) containervaart. De krimp van de visserijvloot is tot stilstand gekomen en bevindt zich al enige tijd op een stabiel niveau. De hogere intensiteit van de scheepvaart zorgt voor een toegenomen kans op incidenten maar door technologische hulpmiddelen, routeringsmaatregelen en adequaat handelen van de bemanning blijft de gevolgschade beperkt. De toegenomen hoeveelheid recreatieverkeer zorgt ook vaker voor kleine incidenten.

Extreme weerscondities

Door wereldwijde klimaatveranderingen ontstaan er in 2050 vaker tropische stormen, welke verder naar het noorden kunnen trekken. Hierdoor bereiken restanten van deze stormen vaker de Noordzee. Deze tropische stormen zullen vaker aanleiding geven tot het sluiten van havens en daarmee tot buitengaats gaande houden van schepen. Lokaal kunnen ook windparken ook beperkt effect hebben op windsnelheid variaties (windstoten). Dit laatste is mogelijk een aandachtspunt voor windgevoelige schepen zoals o.a. schepen met WASP-systemen en containerschepen. Voor nieuwe schepen geldt dat ze hier goed mee kunnen omgaan door ondersteunende technologie.

Security dreigingen

Er zijn nog steeds security dreigingen van statelijke en niet-statale actoren. Er zijn met name hybride aanvallen (cyber, spionage, sabotage). Deze zorgen regelmatig voor verstoringen van systemen. Dit leidt tot kleine incidenten met fysieke gevolgschade en tot economische gevolgschade, als gevolg van stremmingen. De impact van sabotage acties kan vaak worden beperkt door goed toezicht, door het beschermen van de belangrijkste assets en dubbel uitgevoerde en alternatieve (communicatie) systemen voorkomen uitval.

Schepen

Er zijn grote verschillen tussen schepen: er varen nog veel verouderde schepen rond maar er zijn ook schepen met veel innovaties aan boord zoals schepen die varen op schone brandstoffen. Beide kunnen potentieel voor gevaar zorgen. Voor de nieuwe brandstoffen is de opslag en distributie aan boord dusdanig ontworpen dat bij aanvaringen/incidenten het vrijkomen van de stoffen tot een minimum wordt beperkt. De kans op uitval van systemen en daarmee ongeplande drift van schepen is groot door verschillende ontwikkelingen: gebruik van biobrandstof, hybride systemen die schakelen tussen energiedragers, het langer blijven gebruiken van verouderde systemen/software en allerlei refits van bestaande schepen naar een schonere aandrijving.

Bemanning & hulpsystemen

Door hulpsystemen kunnen schepen tijdig anticiperen op veranderende weerscondities en het drukke verkeer. Er zijn vooral incidenten door uitvallen of slecht werkende apparatuur en systemen. Cyberaanvallen kunnen daar een oorzaak van zijn, net als dat kinderziektes van nieuwe technologieën onvoldoende worden ondervangen. De kans op incidenten neemt toe maar de gevolgschade blijft meestal beperkt door goed anticiperen van de bemanning. Een goed aangepaste en getrainde bemanning kan na een incident adequaat optreden en de gevolgen van een incident beperken, eventueel ondersteund met advies van de wal.

Gevolgen

Ondanks de grote kans op incidenten blijft de gevolgschade in dit scenario beperkt. De dreiging voor ecosystemen is beperkt, als er schadelijke stoffen bij incidenten vrijkomen dan is dat in een mate waarbij ecosystemen zich snel volledig weten te herstellen. Er is sprake van adequate bestrijding bij incidenten met oude schepen waarbij sprake is van olieverontreiniging. Er vallen eigenlijk zelden doden op zee bij incidenten, alleen licht gewonden. Ook blijft de materiële en economische schade bij incidenten beperkt.

4.3 Scenario 'Op wacht' (lage kans op incidenten, veel gevolgschade)

Niet-nautische functies

In 2050 zien we in dit scenario een zeer beperkte toename van niet-nautische functies op zee. De al geplande windmolenparken zijn gebouwd maar er zijn geen nieuwe gepland, waardoor windenergie groeit tot maximaal 21 GW. Hierdoor bestaat een kleine kans dat een gondel op een schip valt. Naast windmolenparken zijn er kleine locaties met andere functies. Dit zijn met name veel goed beveiligde maar ook gevoelige functies zoals waterstofopslag. De kans op incidenten is klein, maar als het misgaat kunnen de gevolgen groot zijn. De diverse toegevoegde infrastructuur op zee is optimaal benut voor het plaatsen van allerlei apparatuur ten behoeve van communicatie maar ook sensoren voor zichtbaarheid en detecteerbaarheid vanaf de wal ten behoeve van de nautische veiligheid.

Intensiteit scheepvaart

Er is een lichte afname in de totale intensiteit van de scheepvaart over de gehele Noordzee maar de schaalvergroting heeft doorgezet. Het aantal grote containerschepen neemt toe. Door hoog efficiënte vervoersstromen met kleine marges is sterk ingezet op het strak gepland vervoeren. De grote minder goed manoeuvreerbare schepen varen daarom 'just in time' zonder veel speling. Zij vervoeren vaker gevaarlijke stoffen, mogelijk als bunkerbrandstof maar ook als lading. Omdat er minder schepen varen is het risico op aanvaring klein, maar de gevolgschade kan groot zijn: sommige brandstoffen hebben een groot explosiegevaar of zijn bij het vrijkomen erg schadelijk voor mensen en het mariene leven.

Extreme weerscondities

In 2050 lijken de klimaatomstandigheden op de Noordzee nog behoorlijk op die van 2025. De kans op stormen verandert niet. Mist komt minder vaak voor waardoor er vaker beter zicht is. Wel wordt men soms verrast door de snelheid en hevigheid van een doorkomende kanaalrat.

Security dreigingen

Door onrustige geopolitieke verhoudingen en de aanwezigheid van geweldsbereide statelijke en niet-statale actoren, nemen security dreigingen op de Noordzee toe. Het gaat hierbij om conventionele en hybride dreigingen en bijvoorbeeld vijandige schepen die ongeregistreerd de vrije doorvaart opeisen. Grote schepen met gevaarlijke lading vormen een kwetsbaar doelwit voor kwaadwillende. Ook de nog bestaande verouderde schaduwvloot brengt een (kleine) kans op significante milieuschade met zich mee, doordat het eigen zichtbaarheid verkleint door o.a. het uitzetten van AIS-systemen en het een grote faalkans heeft door de slechte staat van de schepen. Een mogelijk gevolg is dat kusten sterk vervuild raken. Daarnaast zijn er flinke economische gevolgen. Bijvoorbeeld door een groot containerschip dat tot zinken wordt gebracht voor de kust waardoor een haven als Rotterdam of Antwerpen geblokkeerd wordt.

Schepen

De invoering van nieuwe ontwerpen en voortstuwingssystemen zorgt vanwege de gebruikte brandstoffen voor een verhoogde gevolgschade bij een incident. Hoewel veel systemen doorgaans erg veilig zijn, zoals schepen met een nucleaire voorstuwing, zijn de gevolgen groot als het toch mis gaat. Daarnaast zorgen juist verouderde schepen met fossiele brandstoffen voor grote milieuschade door bijvoorbeeld optreden van metaalmoeheid van de romp of (landing)tanks. Dit betreft niet alleen de schaduwvloot maar ook rederijen die lang wachten met vernieuwing van de vloot.

Bemanning & hulpsystemen

Door de implementatie van nieuwe moderne hulpsystemen neemt de kans op incidenten af. Er zijn redundant uitgevoerde kritieke (geautomatiseerde) systemen aan boord waardoor de kans op falen afneemt. De combinatie van hulpsystemen en een redelijk goed aangepaste bemanning maakt dat veel incidenten kunnen worden voorkomen. Soms is echter de samenloop van omstandigheden te complex door o.a. slecht weer, security issues en een complexe verkeerssituatie waardoor een verkeerde beslissing wordt genomen.

Gevolgen

Hoewel de kans op incidenten klein is, kunnen de gevolgen aanzienlijk zijn. Hier is de crisisorganisatie onvoldoende op voorbereid. Als het mis gaat dan kost het mensenlevens of is sprake van schade aan flora en fauna in een groot gebied waarbij herstel jaren gaat duren.

4.4 Scenario 'Alle hens aan dek' (hoge kans op incidenten, veel gevolgschade)

Niet-nautische functies

In 2050 is bijna alle ruimte naast de vaarbanen op de Noordzee benut voor niet-nautische functies. Er is een toename van allerlei functies, zoals veel windparken, maar ook Natura 2000- gebieden, meer defensie-oefenzones, meer zandwinning, CO₂-opslag en hubs op zee voor security, bunkering en energie (onderhoud, opslag en waterstofproductie). Bij de aanleg van al deze functies is onvoldoende rekening gehouden met de gevolgen voor scheepvaart. Als gevolg is er veel versnippering van functies met allemaal hun eigen, soms hoge risico's (LNG en waterstofopslag). Windparken aan het einde van hun levensduur worden deels ontmanteld en deels niet om de ontstane mariene habitat niet te verstoren. Voor de scheepvaart is beperkt ruimte. Dit leidt, samen met een groei in intensiteit van de scheepvaart, bij kruisingen snel tot vertragende en onoverzichtelijke verkeerssituaties: het wordt steeds lastiger om door tijdige koerswijziging ongewenste complexe verkeerssituaties met meerdere schepen te vermijden. Als gevolg zijn er meer schip-object aanvaringen en aandrijvingen. Deze gevaren hebben onvoldoende prioriteit gekregen binnen de besluitvorming rondom niet-nautische activiteiten op zee. Bovendien zijn zowel de ruimtelijke ordening van niet-nautische functies, als de preventieve maatregelen hieromtrent, niet Europees afgestemd.

Intensiteit scheepvaart

Er is een toename in het aantal schepen, tegelijkertijd neemt de diversiteit in scheepstypen toe. Tussen sommige schepen zijn grote snelheidsverschillen. Andere schepen zijn windgevoelig of minder manoeuvreerbaar, bijvoorbeeld door toename in grootte. Door meer kruisend verkeer, onder andere door werkverkeer, neemt de kans op incidenten toe. De gevolgschade van incidenten is groot: een incident heeft potentieel veel impact op andere schepen door het drukke verkeer en er zijn meer hoge risicoschepen, die bijvoorbeeld een explosieve of toxische lading vervoeren. Ook is er een toename van crew tenders, passagiersschepen en pleziervaart wat meer kans op verlies van mensenlevens bij incidenten betekent.

Extreme weerscondities

Door wereldwijde klimaatveranderingen ontstaan er in 2050 vaker tropische stormen, welke verder naar het noorden kunnen trekken. Hierdoor bereiken restanten van deze stormen vaker de Noordzee. Door deze uitlopers van tropische stormen (ook wel 'kanaalratten' genoemd vanwege de richting en snelheid van verplaatsen) komt het vaker voor dat het niet veilig is voor schepen om de haven binnen te komen. Hierdoor komen schepen buitengaats vaker in de problemen, ze raken van anker of ze kunnen hun koers niet houden. Dit treft niet alleen windgevoelige schepen maar alle schepen die om een bepaalde reden beperkt vermogen of beperkt roerdruk hebben. Daarnaast zijn de voorkomende stormen op de Noordzee persistenter en heftiger. Lokaal kunnen windparken ook enig effect hebben op windsnelheid variaties (windstoten). Dit laatste is mogelijk een aandachtspunt voor windgevoelige schepen zoals o.a. schepen met WASP-systemen.

Security dreigingen

De security dreiging is aanzienlijk en wordt nog vergroot door de hogere exposure door het grote aantal schepen. Er zijn met enige regelmaat ernstige cyberincidenten zoals verstoren van navigatie- en communicatiesystemen en het hacken van besturings- en veiligheidssystemen. Ook aanvallen met drones en opzettelijke ongelukken komen voor. Veel van de dreigingen zijn nauwelijks te beïnvloeden en te voorspellen, waardoor er lastig tegen op te treden is. Zo kan de toegang tot havens niet altijd gewaarborgd worden. Een ander gevolg is dat de zee sterk gemilitariseerd wordt en gebieden rondom vitale infrastructuur soms uit veiligheidsoverwegingen worden gevrijwaard van scheepvaartverkeer. De economische gevolgen zijn groot: verzekeringspremies stijgen, vertrouwen in leveringszekerheid daalt, en rederijen en de samenleving zijn veel geld kwijt aan beveiliging.

Schepen

Er zijn in 2050 meer schepen die varen op nieuwe brandstoffen. Deze zorgen voor minder milieubelasting maar ongelukken met sommige brandstoffen kunnen grote gevolgen hebben. Veel schepen beschikken ook over allerlei nieuwe technologische ontwikkelingen die niet altijd zorgen voor meer veiligheid. Veel van de nieuwe systemen zijn namelijk niet ontwikkeld vanuit een veiligheidsdoelstelling maar vanuit efficiëntieverbetering en kostenbesparing. Er is sprake van een disbalans tussen nieuwe technologie (voortstuwning, hulpsystemen en de handling van nieuwe brandstoffen) en het aanpassingsvermogen van de bemanning. De bemanning kan vaak niet goed overweg met de nieuwe (hulp)systemen, bijvoorbeeld doordat er teveel informatie is die afleidt van de primaire navigatietask. Ook wordt soms teveel vertrouwd op systemen die falen. Een ander aspect is betreft falende systemen die niet door de bemanning zelf kunnen worden gerepareerd. Met de implementatie van veel nieuwe technieken is ook sprake van veel kinderziekten en niet goed doorontwikkelde systemen. De druk om nieuwe systemen aan boord te introduceren en te gebruiken werkt problemen in de hand. Er varen zowel oude schepen als hypermoderne, (semi)autonome schepen op de Noordzee. De interactie tussen bemande en onbemande schepen zorgt voor een hogere ongevalskans. Internationale regulering/regelgeving blijft achter. Het lukt organen als de IMO niet tot consensus te komen, met als gevolg gebrek aan regelgeving die de kwaliteit van de vloot borgt. Daarmee neemt ook de invloed van havenstaatcontrole (het Paris MoU) af. Tegelijkertijd overschrijden extreme klimaatcondities de ontwerpcriteria van oudere schepen. Dit alles zorgt voor een grotere kans op incidenten met grote gevolgschade.

Bemanning

Het aanpassingsvermogen van de bemanning wordt negatief beïnvloed door de beperkte beschikbaarheid van goed personeel. De nieuwe technologieën vereisen beter geschoold personeel, met een groot oplossingsvermogen. Dit personeel is echter beperkt beschikbaar en lastig vast te houden. Arbeidsomstandigheden van zeelieden, zoals het lang van huis zijn en security risico's, blijven achter ten opzichte van veel banen aan wal. Hierdoor blijft de populariteit van banen aan boord laag. Het gevolg is dat er onvoldoende personeel is dat goed en bewust kan omgaan met nieuwe en soms falende de systemen en ook weet wat het moet doen in moeilijke omstandigheden zoals extreme weerscondities. Net als bij de nieuwe systemen wordt de bemanning (aan boord of aan wal) beïnvloed door externe druk waarbij de prioriteit meer ligt bij efficiëntie en winststreven dan bij de veiligheid.

Gevolgen

De gevolgen van de toename in aantal en ernst van incidenten is groot. Er vallen meer slachtoffers op zee, waardoor er een hogere belasting van de reddingsdiensten is. Er is meer milieuschade door de incidenten, met als gevolg vervuilde stranden, hoge opruimkosten en langdurig aangetaste ecosystemen. Door de incidenten en door mogelijke belemmering of obstructie van vaarwegen kan ook economische schade optreden als schepen de Nederlandse havens gaan mijden. Tot slot is er meer schade aan infrastructuur, bijvoorbeeld aan windturbines als grote schepen aandrijven bij storm.

5 HANDELINGSPERSPECTIEF

De scenario's bieden richting voor toekomstige beleidsvorming. De belangrijkste functie van deze toekomstscenario's is het identificeren van toekomstige bedreigingen. Identificeren van bedreigingen is een eerste stap binnen een risicomanagement proces. Op basis van deze eerste identificatie van bedreigingen kunnen de opgaven voor het nautische risicomanagement worden geformuleerd.

Om deze opgaven voor het nautische risicomanagement in beeld te brengen is het tweede deel van de laatste workshop gebruikt. Het doel van dit deel van de workshop was om een eerste inventarisatie te houden onder alle betrokken partijen bij het scenarioproces. Dit resulteerde vooral in een gesprek over mitigerende maatregelen, wat vanuit de scenarioplanningsmethodiek verdedigbaar is. Zoals ook in paragraaf 2.2 uiteengezet, kunnen normatieve scenario's worden opgesteld, zijnde toekomstige wensbeelden en de weg om daar te komen. Vanuit een risicomanagement optiek is de sprong van het identificeren van bedreigingen naar mitigerende maatregelen te groot. Idealiter wordt de fase 'identificeren van bedreigingen' opgevolgd door een 'risico analyse' fase, om vervolgens het risiconiveau te evalueren en indien nodig mitigerende maatregelen te overwegen. Een ander argument om de toekomstscenario's niet direct te gebruiken voor het nadenken over gewenste mitigerende maatregelen is dat de effectiviteit van veel maatregelen momenteel nog onvoldoende goed in beeld is gebracht. Dat maakt dat in het gesprek over mitigerende maatregelen een zeer divers palet aan maatregelen worden voorgesteld en besproken. Dit palet bestaat uit zowel vroege innovaties als uitgewerkte detail maatregelen, maatregelen voor zeer specifieke risico's als maatregelen die voor verscheidene risico's nuttig kunnen zijn. Een overzicht van de uitkomst van dit deel van de workshop is weergegeven in **Error! Reference source not found.** Hier zijn tevens verschillende op basis van de toekomstscenario's geïdentificeerde kennisleemten benoemd.

Een van de opgaven voor het nautisch risicomanagement is het in beeld brengen van de kennisleemten omtrent toekomstige risico's. Tijdens de workshop zijn kennisleemten geïdentificeerd op onderwerpen zoals VTS-innovaties, effecten van alternatieve energiedragers, spill-forecasting, driftdetectie, cybersecurity-risico's en bestrijding van complexe incidenten. Voor elk toekomstscenario geldt dat het dichten van deze kennisleemten noodzakelijk is om passende maatregelen te kunnen onderbouwen.

Ook van belang voor het nautisch risicomanagement is het inventariseren in hoeverre huidige risicoanalyse methoden volstaan voor mogelijke toekomstige risico's.

Het laatste gewenste deelresultaat zijn zogenaamde indicatoren. Indicatoren, ofwel early warning signals, helpen te duiden hoe kritieke onzekerheden zich ontwikkelen om daarmee te kunnen duiden richting welk scheepvaartveiligheid-toekomstscenario we bewegen qua waarschijnlijkheid.

Kortom het handelingsperspectief binnen deze scenariostudie betreft het duiden van de opgave voor het (toekomstig) nautische risicomanagement, bestaande uit:

- Identificeren van kennisleemten over mogelijke toekomstige risico's;
- In beeld brengen in hoeverre bestaande risico analyse methoden geschikt zijn voor mogelijke toekomstige risico's;
- In beeld brengen van indicatoren (early warning signals) waarmee kritieke onzekerheden kunnen worden gemonitord.

Hiertoe is een eerste aanzet gedaan maar dat vraagt een nadere uitwerking.

6 RESUMÉ EN AANBEVELINGEN

6.1 Resumé

Het doel en onderzoeksvragen

Dit onderzoek verkent hoe toekomstige ontwikkelingen op de Nederlandse Noordzee het nautische veiligheidsniveau kunnen beïnvloeden. Door de snelle veranderingen in energie-, voedsel-, digitaliserings- en maritieme transitie neemt de druk op de ruimte toe en groeit de behoefte aan inzicht in toekomstige risico's. Scenarioplanning wordt ingezet als instrument om mogelijke toekomst te verkennen, bedreigingen en kennisleemten te identificeren, en beleidsalternatieven te ondersteunen.

Het primaire doel is het identificeren van mogelijke toekomstige scenario's die een significante impact hebben op de nautische veiligheid, om de rijksoverheid handelingsperspectief te bieden. Centrale vragen richten zich op:

- Relevante onzekere ontwikkelingen en gebeurtenissen voor nautische veiligheid.
- Te onderscheiden scenariotypen, methodiek en gewenste mate van detaillering.
- Mogelijk handelingsperspectief, welke opgave ligt er voor het nautisch risicomanagement qua leemte in kennis en/of methodiek en trendindicatoren.

Het onderzoek vormt de eerste toepassing van scenarioplanning binnen het scheepvaartveiligheidsdomein en is bedoeld als onderdeel van een cyclisch risicomanagementproces.

Methodiek

De studie sluit aan bij de scenariostroming 'Intuitive logics', passend bij complexe risicodomeinen. Er is qua methoden gebruik gemaakt van een combinatie van morfologische analyse (mengpaneel met kritieke onzekerheden) en een assenkruis gebaseerd op kans × gevolg. Het startpunt is een literatuurstudie aangevuld met een participatief proces met, enquêtes, consultaties, een Delphi-studie en drie expertworkshops.

Belangrijkste toekomstige ontwikkelingen

Hierbij zijn acht kritieke onzekerheden gedefinieerd, verdeeld in schip-externe en schip-interne factoren, waaronder ruimtevraag op zee, ontwikkeling van omgevingscondities, securitydreigingen, technologische trends, en het aanpassingsvermogen van bemanningen.

Per kritieke onzekerheid zijn maximale toenames en afnames beschreven. Enkele kernpunten:

- Ruimtegebruik: variërend van een bijna volgebouwde Noordzee (70 GW wind + diverse functies) tot een soberder invulling met ca. 20–38 GW wind.
- Scheepvaartintensiteit: groei naar sterk gereguleerde, volle corridors vs. sterke afname door geopolitieke of economische trends.
- Extreme condities: potentieel vaker tropische storm(restanten) en toegenomen persistentie van stormen.
- Security: variërend van verre gaande militarisering en cyberdreigingen tot stabiele internationale samenwerking.
- Technologie: van sterk geautomatiseerde, emissieloze, AI-gedreven schepen tot stagnerende innovatie.
- Bemanning: van hooggekwalificeerd en digitaal vaardig tot structureel tekort en afnemende competenties.

Vier scenario's voor de nautische veiligheid op de Noordzee

Op basis van kans op incidenten (laag/hoog) en gevolgschade (laag/hoog) zijn vier toekomstbeelden uitgewerkt:

Veiligste Vaart – lage kans, lage gevolgschade

Relatief rustige Noordzee, beperkte ruimtevraag door niet-nautische functies, sterke technologische adoptie, goed opgeleide bemanningen en stabiele geopolitieke context.

Behouden Vaart – hoge kans, lage gevolgschade

Drukker vaargebied met veel nieuwe functies; meer kleine incidenten door technische storingen, cyberaanvallen of verkeer, maar weinig zware gevolgen dankzij goede mitigatie.

Op Wacht – lage kans, hoge gevolgschade

Minder schepen maar grotere kwetsbaarheden; bij incidenten grote impact door gevaarlijke ladingen, securitydreigingen en beperkte crisisvoorbereiding.

Alle Hens aan Dek – hoge kans, hoge gevolgschade

Volgebouwde Noordzee, extreme verkeersdruk, veel nieuwe technologieën met kinderziektes, slecht afgestemde regelgeving, vaker voorkomende persistentere stormen en hoge securitydreiging; zowel incidentkans als impact aanzienlijk.

Handelingsperspectief

Het handelingsperspectief binnen deze scenariostudie betreft het duiden van de opgave voor het (toekomstig) nautische risicomanagement, bestaande uit:

- Identificeren van kennisleemten over mogelijke toekomstige risico's;
- In beeld brengen in hoeverre bestaande risicoanalyse methoden geschikt zijn voor mogelijke toekomstige risico's;
- In beeld brengen van indicatoren (early warning signals) waarmee kritieke onzekerheden kunnen worden gemonitord.

Hier toe is een eerste aanzet gedaan maar een nadere uitwerking is gewenst. Mitigerende maatregelen zijn expliciet geen onderdeel (meer) van het handelingsperspectief. Vanuit een risicomanagement perspectief is dit te vroeg: eerst zouden een risicoanalyse en evaluatie moeten plaatsvinden voordat maatregelen worden overwogen. Daarnaast is de effectiviteit van veel maatregelen nog onvoldoende duidelijk.

6.2 Aanbevelingen

De toekomstscenario's bestaan momenteel uit vier essays, ofwel vier verhaallijnen zonder ondersteunend beeldmateriaal. Door middel van scenarioplanning wordt echter ook beoogd de communicatie en betrokkenheid tussen belanghebbenden in het scheepvaartveiligheidsdomein te ondersteunen en te versterken. Om de toekomstscenario's toegankelijk te maken voor een breed publiek geldt de aanbeveling om de toekomstscenario's ook visueel te maken.

In deze studie is een eerste aanzet gedaan om het handelingsperspectief in beeld te brengen naar aanleiding van deze toekomstscenario's. Voor de rijksoverheid ligt er een duidelijke opgave om proactief en adaptief risicomanagement te versterken, gericht op het tijdig signaleren van trends, het dichten van kennisleemten en het toekomstbestendig maken van instrumentarium. De aanbeveling is om deze opgave nader uit te werken.

De opgestelde scenario's zijn sterk exploratief en kwalitatief van aard. Voor de beschouwde schip-externe kritieke onzekerheden geldt dat de verschillende scenario's ook kwantitatief benaderd kunnen worden voor een nadere duiding van de nautische risicobandbreedte. Dit kan bijvoorbeeld door een

gevoeligheidsanalyse uit te voeren met SAMSON (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore North sea). Een aantal kritieke onzekerheden, vooral de schip externe onzekerheden, lenen zich voor verschillende variaties qua verkeersintensiteiten, niet-nautische functies, VSS/haven afsluitingen en veranderde weerpatronen.

Deze studie richt zich op het nautische veiligheidsniveau van de Nederlandse Noordzee en heeft geen aandacht voor regionale verschillen. De verschillende uitingsvormen van de gedefinieerde kritieke onzekerheden en de bijbehorende impact op het nautische veiligheidsniveau zal echter niet uniform verdeelt zijn. Als bijvoorbeeld sprake is van een toegenomen intensiteit van containerschepen dan betreft dat bepaalde routes, bijvoorbeeld de aansluiting op de steeds toegankelijker Noordelijke IJzee route richting China. Daarmee kennen ook de (cumulatieve) risico's per regio grote verschillen. Bijvoorbeeld bij het aanloopgebied van IJmuiden kan een kleine inschattingfout van bemanning genoeg zijn om een significant incident te veroorzaken vanwege de vele omliggende windparken en de hoge verkeersintensiteit, wat veel minder nauw komt in het noordelijke deel van de Nederlandse Exclusief Economische Zone (EEZ). In een later stadium van het risicomanagementproces wanneer risico's worden gekwantificeerd dan wel gekwalificeerd, en wanneer wordt nagedacht over mitigatie van risico's, dient er wel aandacht te zijn voor deze regionale verschillen.

LITERATUURLIJST

- [Ref 1.] E. Dammers, S. van 't Klooster, B. de Wit, H. Hilderink, A. Petersen & W. Tuinstra
Scenario's maken voor milieu, natuur en ruimte: een handreiking
PBL, PBL-publicatienummer: 713, 2013
- [Ref 2.] M. Amer, T.U. Daim & A. Jetter
A review of scenario planning
Futures 46, 2013
- [Ref 3.] J. Oligvy
Scenario Planning and Strategic Forecasting
Stratfor, januari 2015
- [Ref 4.] E. Dammers, S. van 't Klooster, B. de Wit, H. Hilderink, A. Petersen & W. Tuinstra
Building scenarios for environmental, nature and spatial planning policy: Guidance Document
PBL, PBL-publicatienummer: 3434, 2019
- [Ref 5.] J. Nekkers
Wijzer in de toekomst – werken met toekomstscenario's
Februari 2020
- [Ref 6.] T. H. van der Meulen, T. Bastein, S. K. Swamy , N. Saraswati, J. Joustra (TU Delft)
Offshore windpark decommissioning – een oriëntatie van mogelijke economische activiteit in de regio zuid-holland en het havengebied van Rotterdam
TNO, oktober 2020
- [Ref 7.] The Economist Group
Global Maritime Trends 2050
Lloyds Register, 2023
- [Ref 8.] N. Neuman, C. Jackson & A. Nap
Risico-ontwikkelingen en mitigatie
MARIN, 77000-2-MO-rev.0.2, december 2024
- [Ref 9.] G. Geilenkirchen, J. Harmsen, R. Verbeek, J. Faber, E. van den Toorn
KLIMAATNEUTRALE ZEESCHEEPVAART IN 2050 - Een verkenning van beelden en paden daar naartoe
PBL i.s.m. TNO en CE Delft, PBL-publicatienummer: 5221, maart 2024

APPENDICES

APPENDIX 1 RAPPORT RISICO-ONTWIKKELING EN MITIGATIE NOORDZEE



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

RISICO-ONTWIKKELING EN MITIGATIE NOORDZEE

Een verkenning naar ontwikkelingen die van invloed zijn op het nautisch veiligheidsniveau van de Noordzee

Rapport nr. : 77000-2-MO-rev.1.0
Datum : 19 juni 2025
Versie : 1.0
Eindrapport

INHOUD
PAGINA

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling en onderzoeksvragen	1
1.3	Opbouw onderzoek	2
1.4	Leeswijzer	2
2	METHODIEK.....	4
2.1	Initiële lijst van Noordzee gebruikers en mitigerende maatregelen (fase 1)	4
2.1.1	Noordzee gebruikers	4
2.1.2	Mitigerende maatregelen	4
2.2	Consultaties MARIN intern (fase 2).....	4
2.2.1	De markten.....	4
2.2.2	Interview	5
2.2.3	Verwerking resultaten	5
2.3	Desktopstudie naar bestaande bronnen (fase 3)	5
2.4	Consultaties extern (fase 4).....	5
2.5	Enquête extern (fase 4).....	5
2.5.1	Keuze organisaties per gebruikersgroep	6
2.5.2	Opzet enquête.....	10
2.6	Aandachtspunten bij consultaties en enquête	11
3	RISICO-ONTWIKKELINGEN – GLOBALE TRENDS.....	13
3.1	Trends politieke en economische orde: wereldwijde/regionale/lokale conflicten	13
3.1.1	Trends 2050: wereldwijde/regionale/lokale conflicten [Ref 31.].....	13
3.1.2	Trends 2020-2030: wereldwijde/regionale/lokale conflicten [Ref 32.]	13
3.1.3	Wereldwijde/regionale/lokale conflicten, verbanden met ontwikkelingen Noordzee ..	14
3.2	Trends politieke en economische orde: de-globalisatie en protectionisme.....	14
3.2.1	Trends 2050: de-globalisatie en protectionisme [Ref 31.]	14
3.2.2	Trends 2020-2030: de-globalisatie en protectionisme [Ref 32.]	14
3.2.3	De-globalisatie en protectionisme, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	15
3.3	Trends politieke en economische orde: groei Azië en Afrika	15
3.3.1	Trends 2050: groei Azië en Afrika [Ref 31.].....	15
3.3.2	Trends 2020-2030: groei Azië en Afrika [Ref 32.].....	15
3.3.3	Groei Azië en Afrika, verbanden met ontwikkelingen Noordzee.....	16
3.4	Milieu trends: CO ₂ -reductie: verlaging CO ₂ -uitstoot en verhoging CO ₂ opslag	16
3.4.1	Trends 2050: CO ₂ -reductie [Ref 31.].....	16
3.4.2	Trends 2020-2030: CO ₂ -reductie [Ref 32.]	16
3.4.3	CO ₂ -reductie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	16
3.5	Milieu trends: CO ₂ -reductie: hernieuwbare energie vanaf zee.....	16
3.5.1	Trends 2050: hernieuwbare energie vanaf zee [Ref 31.].....	16
3.5.2	Trends 2020-2030: hernieuwbare energie vanaf zee [Ref 32.]	17
3.5.3	Hernieuwbare energie vanaf zee, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	17
3.6	Milieu trends: CO ₂ -reductie: nieuwe (scheeps)brandstoffen	17
3.6.1	Trends 2050: nieuwe (scheeps)brandstoffen [Ref 31.].....	17
3.6.2	Trends 2020-2030: nieuwe (scheeps)brandstoffen [Ref 32.].....	17
3.6.3	Nieuwe (scheeps)brandstoffen, verbanden met ontwikkelingen Noordzee.....	17

3.7	Milieu trends: effecten klimaatverandering	18
3.7.1	Trends 2050: effecten klimaatverandering [Ref 31.]	18
3.7.2	Trends 2020-2030: effecten klimaatverandering [Ref 32.]	18
3.7.3	Effecten klimaatverandering, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	18
3.8	Milieu trends: voedseltransitie	18
3.8.1	Trends 2050: voedseltransitie [Ref 31.]	18
3.8.2	Trends 2020-2030: voedseltransitie [Ref 32.]	18
3.8.3	Voedseltransitie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	18
3.9	Technologische trends: gebruik van AI	19
3.9.1	Trends 2050: gebruik van AI [Ref 31.]	19
3.9.2	Trends 2020-2030: gebruik van AI [Ref 32.]	19
3.9.3	Gebruik van AI, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	19
3.10	Technologische trends: meer integratie metaverse en AR/VR/MR technologieën	19
3.10.1	Trends 2050: metaverse en XR [Ref 31.]	19
3.10.2	Trends 2020-2030: metaverse en XR [Ref 32.]	20
3.10.3	Metaverse en XR, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	20
3.11	Technologische trends: toename gebruik 'Internet of Things'	20
3.11.1	Trends 2050: Internet of Things [Ref 31.]	20
3.11.2	Trends 2020-2030: Internet of Things [Ref 32.]	20
3.11.3	Internet of Things, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	20
3.12	Technologische trends: automatisering	21
3.12.1	Trends 2050: automatisering [Ref 31.]	21
3.12.2	Trends 2020-2030: automatisering [Ref 32.]	21
3.12.3	Automatisering, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	21
3.13	Sociale trends: komst kenniseconomie	21
3.13.1	Trends 2050: komst kenniseconomie [Ref 31.]	21
3.13.2	Trends 2020-2030: komst kenniseconomie [Ref 32.]	21
3.13.3	Komst kenniseconomie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	22
3.14	Sociale trends: efficiënt werken	22
3.14.1	Trends 2050: efficiënt werken [Ref 31.]	22
3.14.2	Trends 2020-2030: efficiënt werken [Ref 32.]	22
3.14.3	Efficiënt werken, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	22
3.15	Sociale trends: migratie	22
3.15.1	Trends 2050: migratie [Ref 31.]	22
3.15.2	Trends 2020-2030: migratie [Ref 32.]	23
3.15.3	Migratie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee	23
4	RISICO-ONTWIKKELINGEN – ONTWIKKELINGEN NOORDZEE	24
4.1	Inleiding	24
4.2	Algemene ontwikkeling: bouw windparken op zee	24
4.2.1	Nautische context	25
4.2.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	26
4.2.3	Mate van autonomie en risicomitigatie	29
4.2.4	Kennisleemten	30
4.2.5	Resume	30
4.3	Ontwikkeling: Extra infrastructuur/functies Noordzee (zijnde geen windparken)	31
4.3.1	Nautische context	31
4.3.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	32
4.3.3	Mate van autonomie en risicomitigatie	32
4.3.4	Kennisleemten	32
4.3.5	Resume	32

4.4	Ontwikkeling: kwaliteit bemanning.....	33
4.4.1	Nautische context.....	33
4.4.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	34
4.4.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	34
4.4.4	Kennisleemten	34
4.4.5	Resume	35
4.5	Ontwikkeling: extremere omgevingscondities	35
4.5.1	Nautische context.....	35
4.5.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	35
4.5.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	36
4.5.4	Kennisleemten	36
4.5.5	Resume	36
4.6	Ontwikkeling: beperking CO2 uitstoot schepen – alternatieve brandstoffen.....	36
4.6.1	Nautische context.....	36
4.6.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	37
4.6.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	38
4.6.4	Kennisleemten	38
4.6.5	Resume	38
4.7	Ontwikkeling: beperking CO2 uitstoot schepen – (gedeeltelijke) windvoortstuwing	38
4.7.1	Nautische context.....	38
4.7.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	39
4.7.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	40
4.7.4	Kennisleemten	40
4.7.5	Resume	40
4.8	Ontwikkeling: schaalvergroting schepen	40
4.8.1	Nautische context.....	40
4.8.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	41
4.8.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	41
4.8.4	Kennisleemten	41
4.8.5	Resume	41
4.9	Ontwikkeling: toenemende automatisering (autonome) schepen	41
4.9.1	Nautische context.....	41
4.9.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	42
4.9.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	42
4.9.4	Kennisleemten	42
4.9.5	Resume	43
4.10	Ontwikkeling: toenemende elektrificatie	43
4.10.1	Nautische context.....	43
4.10.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	43
4.10.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	43
4.10.4	Kennisleemten	44
4.10.5	Resume	44
4.11	Ontwikkeling: internationale spanningen & terrorisme	44
4.11.1	Nautische context.....	44
4.11.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	45
4.11.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	45
4.11.4	Kennisleemten	45
4.11.5	Resume	45
4.12	Ontwikkeling: verandering gedrag/routing scheepsbewegingen over VSS (incl. ankeren) ..	45
4.12.1	Nautische context.....	46
4.12.2	(mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	46
4.12.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	47

4.12.4	Kennisleemten	47
4.12.5	Resume	47
4.13	Weging belangrijkste (risico)ontwikkelingen & gevoeligheidsanalyse.....	47
4.13.1	Weging belangrijkste (risico)ontwikkelingen	47
4.13.2	Gevoeligheidsanalyse algemeen belanghebbenden	47
4.13.3	Weging alle respondenten	48
4.14	Niet uitgewerkte ontwikkelingen	48
4.15	Elkaar beïnvloedende ontwikkelingen	50
4.15.1	Schematisering ontwikkelingen (globaal naar lokaal).....	50
4.15.2	Toenemend aantal objecten op zee.....	52
4.15.3	Complexe techniek/systemen	52
4.15.4	Manoeuvrereikbaarheid van schepen	52
4.15.5	Gedrag en routing.....	52
4.15.6	Extreme omgevingscondities	52
4.15.7	Toenemende uitdagingen bemanning	52
5	RISICO-ONTWIKKELINGEN – PER GEBRUIKERSGROEP	53
5.1	Inleiding	53
5.2	Gebruikersgroep: aquacultuur (mossel- en zeewierkweek binnen windparken).....	53
5.2.1	Nautische context.....	53
5.2.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	53
5.2.3	Mate van autonomie en risicomitigatie.....	54
5.2.4	Kennisleemten	54
5.2.5	Resume	54
5.3	Gebruikersgroep: visserij.....	54
5.3.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	54
5.3.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	55
5.3.3	Resume	56
5.4	Gebruikersgroep: containervaart.....	56
5.4.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	56
5.4.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	57
5.4.3	Resume	57
5.5	Gebruikersgroep: recreatievaart.....	57
5.5.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	57
5.5.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	58
5.5.3	Resume	59
5.6	Gebruikersgroep: hernieuwbare energiebronnen.....	59
5.7	Gebruikersgroep: tankers (olie, gas, chemicaliën en CO2)	59
5.7.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	59
5.7.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	60
5.7.3	Resume	60
5.8	Gebruikersgroep: werkvaart - crewing	61
5.8.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	61
5.8.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	61
5.8.3	Resume	61
5.9	Gebruikersgroep: werkvaart – offshore installatie	61
5.9.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	61
5.9.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee	62
5.9.3	Resume	62
5.10	Gebruikersgroep: baggerindustrie	62

5.11	Gebruikersgroep: RoRo / Ferry's.....	62
5.11.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	63
5.11.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee.....	63
5.11.3	Resume.....	64
5.12	Gebruikersgroep: Cruise.....	64
5.12.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	64
5.12.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee.....	64
5.12.3	Resume.....	64
5.13	Gebruikersgroep: General cargo en bulk schepen.....	64
5.13.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	64
5.13.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee.....	65
5.13.3	Resume.....	65
5.14	Gebruikersgroep: Onderzoekschepen.....	65
5.15	Gebruikersgroep: Jachten.....	65
5.15.1	Nautische context & vlootontwikkeling.....	66
5.15.2	(mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee.....	66
5.15.3	Resume.....	66
6	MITIGERENDE MAATREGELEN.....	67
6.1	Inleiding.....	67
6.2	Emergency Response and Towing Vessel (ERTV).....	67
6.3	Vessel Traffic Monitoring (VTMon).....	67
6.4	Vessel Traffic Service (VTS) Noordzee (VTMon+).....	67
6.5	Schepen eerder in operationele status brengen.....	68
6.6	'Vangrails op zee'.....	68
6.7	Noordzeeloods (verplichting).....	68
6.8	Human Centered Design – effectieve informatiesystemen aan boord.....	68
6.9	Creëren van omgevingsbewustzijn van bemanning.....	69
6.10	Toerusting Kustwacht en KNRM in veiligheidstaken (incl. SAR).....	69
6.11	Anomalie en/of drifter detectie.....	70
6.12	Port State Control (PSC).....	70
6.13	Maritieme ruimtelijk planning.....	70
6.14	Voorstellen indienen bij IMO of EU ten bate van scheepvaartveiligheid.....	71
6.15	Data en informatiesystemen Noordzee.....	71
6.16	Aandacht voor recreatievaart Noordzee.....	72
6.17	Overzicht overige mitigerende maatregelen.....	72
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	73
	LITERATUURLIJST.....	75
	APPENDICES:.....	81
APPENDIX 1	LIJST NOORDZEE GEBRUIKERS.....	82
APPENDIX 2	INTERVIEW VRAGEN INTERNE CONSULTATIES.....	85
APPENDIX 3	UITKOMSTEN INTERNE CONSULTATIES.....	86
APPENDIX 4	UITKOMSTEN CONSULTATIE KLANKBORDGROEP.....	93
APPENDIX 5	ENQUETE ALGEMEEN BELANGHEBBENDEN.....	95

APPENDIX 6	ENQUETE 'TANKERS' + 'OLIE, GAS CHEMICALIEN EN CO2 OPSLAG'	100
APPENDIX 7	UITKOMSTEN ENQUETE ALGEMEEN BELANGHEBBENDEN.....	111
APPENDIX 8	UITKOMSTEN ENQUETE VISSERIJ	114
APPENDIX 9	UITKOMSTEN ENQUETE CONTAINERVAART	116
APPENDIX 10	UITKOMSTEN ENQUETE RECREATIEVAART	118
APPENDIX 11	UITKOMSTEN ENQUETE ALTERNATIEVE ENERGIEBRONNEN	121
APPENDIX 12	UITKOMSTEN ENQUETE TANKERS, OLIE, GAS, CHEM., CO2.....	123
APPENDIX 13	UITKOMSTEN ENQUETE WERKVAART CREWING.....	127
APPENDIX 14	UITKOMSTEN ENQUETE WERKVAART OFFSHORE SUPPORT	129
APPENDIX 15	OVERZICHT ALTERNATIEVE BRANDSTOFFEN I.R.T. VEILIGHEID	131

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en MARIN zijn een samenwerking aangegaan met als doel kennis te ontwikkelen voor een risico gestuurde aanpak voor maritieme veiligheid, hierna genoemd als 'onderzoeksprogramma scheepvaartveiligheid'. Dit onderzoeksprogramma scheepvaartveiligheid is voor het eerste jaar (2024) in hoofdlijnen uitgewerkt in een aantal deelonderzoeken.

Voorliggend onderzoek betreft het deelonderzoek naar 'Risico-ontwikkeling en mitigatie' en is gebaseerd op de volgende met het ministerie van I&W afgestemde inhoud: *"In dit onderzoek wordt door overheid en MARIN gezamenlijk geanalyseerd welke (autonome en niet-autonome) ontwikkelingen zijn er te verwachten op de Noordzee en hoe die het nautische veiligheidsniveau kunnen beïnvloeden. Op basis van deze inschatting kan geduid worden waar de grootste nieuwe risico's ontstaan. Op basis van dit onderzoek volgt een analyse van mogelijke mitigerende maatregelen. Welk effect wordt beoogd en hoe wordt dat effect behaald? Deze studie schetst kaders voor latere kwantitatieve studies over specifieke oplossingen."*

Deze scope is breed geformuleerd, met name met betrekking tot het deel (niet)autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op het veiligheidsniveau op de Noordzee. Dit vraagt een meer concrete onderzoeksvraag en een definitie en kadering van '(niet)autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op het veiligheidsniveau', zie voor de uitwerking hiervan paragraaf 1.2.

1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Het doel van het onderzoek is inzicht krijgen in mogelijke risico-ontwikkelingen (positief en negatief) op de Noordzee. Dit inzicht is de basis voor vervolg onderzoek naar nodige aanvullende mitigatie van relevante risico's.

Om te komen tot dit inzicht zijn de volgende drie te beantwoorden onderzoeksvragen opgesteld:

1. "Welke autonome en niet-autonome ontwikkelingen zijn van invloed op het veiligheidsniveau van de huidige en toekomstige gebruikers van de Noordzee (Nederlandse territoriale wateren en Exclusief Economische Zone (EEZ))?"
2. Wat is de ordegrrootte (laag/midden/hoog) van deze risico-ontwikkelingen op de korte (~1 jaar), middellange (~5 jaar) en lange termijn (> 10 jaar)?
3. Welke mitigerende maatregelen zijn nu bekend en wat is de daarvan beoogde werking?

De definitie van 'gebruikers' in de eerste onderzoeksvraag is: 'een ieder die gebruik maakt van de Noordzee door middel van een bemand of onbemand object dat vaart of drijft, of een vast object dat tot interactie kan komen met een ander object dat vaart of drijft, waarbij schade aan het object tot ongevallen, doden, milieuschade en/of economische schade kan leiden'.

Door de introductie van gebruikers in de onderzoeksvraag wordt het onderzoek gelimiteerd. Immers, zonder gebruikers is geen sprake van risico's en het aantal typen gebruikers is eindig. In de definitie van gebruikers wordt expliciet gemaakt dat het gaat om varen, drijven en/of interactie met varende/drijvende objecten, ofwel nautische risico's. Daaronder valt o.a. brand en/of explosies aan boord, zinken, aan de grond lopen en aanvaringen.

Door autonome en niet-autonoom ontwikkelingen apart te noemen in de onderzoeksvraag wordt geborgd dat alle ontwikkelingen worden meegenomen en niet alleen de niet-autonome ontwikkelingen als gevolg van bijvoorbeeld beleidsmatige keuzes. Een niet-autonome ontwikkeling betreft in deze

context een ontwikkeling die enigszins valt te sturen door o.a. beleid/keuzes in Nederland door onder andere overheid en bedrijfsleven. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van windparken op zee, die mogelijk wordt gemaakt door Nederlands beleid en vergunningverlening. Autonome ontwikkelingen in deze context kunnen niet of zeer gering worden beïnvloed vanuit Nederland. Een voorbeeld hiervan zijn de steeds groter wordende (container)schepen die gebruik maken van de Noordzee.

In de aanleiding staat dat 'geduid kan worden waar de risico's ontstaan'. Dit kan de indruk wekken dat risico's geografisch dienen te worden geduid. Echter, geografische duiding is niet altijd mogelijk, althans de mogelijkheid bestaat dat een risico zich overal op de Noordzee kan voordoen. Een voorbeeld hiervan is vaker voorkomende extreme wind en golfcondities als gevolg van klimaatverandering, waardoor het risiconiveau voor een grote groep gebruikers kan worden beïnvloed. Waar het mogelijk en relevant is zal geografische duiding wel worden gegeven.

1.3 Opbouw onderzoek

Het onderzoek is opgebouwd uit een aantal fases die meer in detail worden toegelicht in Hoofdstuk 2.

Fase 1: Initiële lijst van gebruikers en mitigerende maatregelen

Er is gestart met het opstellen van een initiële lijst van gebruikers van de Noordzee. Deze is gebruikt om de (risico)ontwikkelingen per gebruiker in kaart te brengen. Ook wordt direct gestart met het in beeld brengen van de bekende mitigerende maatregelen.

Fase 2: Ophalen kennis binnen MARIN

Binnen MARIN worden negen markten onderscheiden waarbinnen MARIN met name actief is. Elke markt wordt binnen MARIN vertegenwoordigd door een markt coördinator die verantwoordelijk is voor het rapporteren over de ontwikkelingen binnen deze markt en voor het schrijven van beleidsvoorstellen over hoe MARIN zich verhoudt tot deze ontwikkelingen. Het ophalen van deze kennis en dit relateren aan de gebruikers van de Noordzee en de mogelijke risico's van ontwikkelingen is onderdeel van deze fase.

Fase 3: Gebruik maken van bestaande monitoren/onderzoeken/databases

Omdat al verschillende bruikbare bronnen bestaan ten aanzien van ontwikkelingen op de Noordzee kunnen deze worden opgehaald met als doel de ontwikkelingen te selecteren die van invloed zijn op het risiconiveau van de Noordzee. De contacten vanuit fase 2 en 4 worden gebruikt om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van bestaande informatie.

Fase 4: Ophalen kennis buiten MARIN

Waar fase 3 een desktopstudie betreft naar bestaande informatie is fase 4 gericht op het ophalen van kennis bij mensen. Dit is gedaan door het uitzetten van een enquête onder zowel algemeen belanghebbenden (rijksoverheid, kustwacht, brancheorganisaties, kennisinstututen, etc.), als specifieke gebruikersgroepen van de Noordzee. Ook is de klankbordgroep van de IenW/MARIN samenwerking gebruikt om informatie op te halen

Fase 5: Rapportage

De rapportage is meegegroeid met de verschillende fasen van het onderzoekstraject waarbij het zwaartepunt qua schrijven ligt na het verkrijgen van de respons op de uitgezette externe enquête.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methodiek nader toegelicht. De verschillende globale trends zoals volgen uit de literatuur worden beschreven in hoofdstuk 3. Hier wordt tevens al de relatie gelegd met hoofdstuk 4 waarin de risico-ontwikkelingen op de Noordzee worden toegelicht. Hoofdstuk 5 betreft een beschrijving van de ontwikkelingen per Noordzee-gebruikersgroep. De mitigerende maatregelen en de beoogde

werking hiervan worden toegelicht in hoofdstuk 6. In het laatste hoofdstuk wordt afgesloten met de meest relevante risico-ontwikkelingen en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

2 METHODIEK

In dit hoofdstuk wordt de gehanteerde methodiek gedetailleerd toegelicht, waar mogelijk opgehangen aan de fases zoals omschreven in de inleiding.

2.1 Initiële lijst van Noordzee gebruikers en mitigerende maatregelen (fase 1)

2.1.1 Noordzee gebruikers

De nautische gebruikers van de Noordzee zijn relevant wanneer risico ontwikkelingen in beeld worden gebracht. Immers, zonder gebruikers van de Noordzee is sprake van een optimaal veiligheidsniveau en bestaan er geen nautische risico's. Elke gebruiker voegt een zeker risico toe, waarbij ontwikkelingen ten aanzien van elke gebruiker mogelijk ook invloed heeft op dat risico.

Om een beeld te krijgen van alle nautische gebruikers van de Noordzee is gebruik gemaakt van AIS data. De categorisering binnen de AIS data is beperkt maar voldoende voor de aard van voorliggend onderzoek. Alle gebruikers zijn verdeeld over gebruikersgroepen (APPENDIX 1). Deze groepen worden in dit onderzoek gebruikt om extra detailniveau toe te voegen aan de algehele trends en ontwikkelingen op de Noordzee.

2.1.2 Mitigerende maatregelen

Als onderdeel van de literatuurstudie (paragraaf 2.3) is op basis van eerder MARIN onderzoek een lijst van mitigerende maatregelen opgesteld. Deze lijst is aangevuld met de uitkomsten van de consultaties en enquête.

2.2 Consultaties MARIN intern (fase 2)

Het doel van de interne consultaties is de binnen MARIN beschikbare kennis ophalen. Dit betreft kennis van de ontwikkelingen binnen de verschillende markten maar ook kennis over de belangrijkste stakeholders binnen de markt en bestaande onderzoeken en monitoren. Het ophalen van deze kennis en dit relateren aan de gebruikers van de Noordzee en de mogelijke risico's van ontwikkelingen is onderdeel van deze fase.

2.2.1 De markten

Binnen MARIN worden negen markten onderscheiden waarbinnen MARIN met name actief is. Zoals beschreven in de inleiding (paragraaf 1.3) wordt elke markt binnen MARIN vertegenwoordigd door een marktcoördinator

Niet elke markt representeert direct een gebruikersgroep van de Noordzee. De markten die zijn geconsulteerd zijn de volgende:

- 'Oil & gas' --> alle functies gerelateerd aan de olie en gas industrie waarbij geen sprake is van varen (offshore gasplatformen, laden en afladen van LNG carrier, etc.);
- 'Transport & Shipping' --> schepen die gebruikt worden voor de wereldhandel in producten;
- 'Defense' --> schepen en materieel dat gebruikt wordt voor het bevorderen van veiligheid en vrije doorvaart op zee;
- 'Renewables' --> oplossingen voor duurzame energiewinning zoals onder andere (drijvende) windenergie, drijvende zonnepanelen, energiewinning uit getijdestroming en/of golven;
- 'Passengers and yachting' --> schepen gericht op het vervoer van mensen;
- 'Authorities and regulators' --> samenwerkingen met overheid, klasse bureaus, reders en andere bedrijven in de maritieme sector, om operaties op zee veiliger te maken;

- 'Life at sea' --> omvat alle functies op zee die gerelateerd zijn aan eten uit zee (vis, zeewier, etc.) of drijvende woon-werk ruimtes (wooneilanden, vliegvelden, drijvende havens op zee, energie-eilanden, etc.).

2.2.2 Interview

De initiële lijst met interviewvragen is opgenomen als APPENDIX 2. Deze vragen zijn schriftelijke voorgelegd aan de markt coördinatoren en de reacties zijn ook schriftelijk ontvangen. In een daarop volgend gesprek zijn deze reacties nader besproken en aangevuld.

2.2.3 Verwerking resultaten

Vanuit de ontvangen reacties zijn per gebruiker de volgende aspecten gefilterd:

- de huidige en toekomstige risico-ontwikkelingen en voor zover bekend relevante mitigerende maatregelen en mogelijke kennisleemten;
- relevante mensen/organisaties voor vervolgonderzoek;
- relevante bronnen voor de desktopstudie.

Een beknopt overzicht van de geanonimiseerde reacties is opgenomen als APPENDIX 3.

2.3 Desktopstudie naar bestaande bronnen (fase 3)

Het doel van de desktopstudie is om op basis van literatuur antwoorden te vinden op de onderzoeksvragen als genoemd onder paragraaf 1.2. Eerdere onderzoeken naar nautische risico's en mitigerende maatregelen op de Noordzee zijn hierbij meegenomen maar ook periodieke rapporten over algemene of specifieke trends en ontwikkelingen gerelateerd aan de nautische sector. Een hierbij gehanteerde aanname is dat globale nautische trends ook van toepassing kunnen zijn op Noordzee. Een overzicht van alle geraadpleegde literatuur volgt na hoofdstuk 7 waarin de conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen.

2.4 Consultaties extern (fase 4)

Een onderdeel van het onderzoeksprogramma scheepvaartveiligheid is een zogenaamde klankbordgroep. Dit betreft een geselecteerde groep mensen die de nautische sector vertegenwoordigen en kritisch meekijken bij de diverse onderzoeken die binnen de samenwerking worden uitgevoerd. De klankbordgroep is in juni 2024 geïnformeerd over de opgestelde onderzoeksvragen en methodiek binnen voorliggend onderzoek. Daarnaast is de klankbordgroep geraadpleegd ten aanzien van:

- de huidige en toekomstige risico-ontwikkelingen;
- mogelijke mitigerende maatregelen;
- mensen/organisaties voor vervolgonderzoek;
- bronnen voor de desktopstudie;
- open suggesties voor het onderzoek.

De resultaten van deze raadpleging zijn opgenomen in APPENDIX 4.

2.5 Enquête extern (fase 4)

Het doel van de externe enquête was om een zo compleet mogelijk beeld te verkrijgen van de ontwikkelingen die op de Noordzee gaande zijn. Dit betreft alle ontwikkelingen, dus ook ontwikkelingen waarbij niet direct een verband tussen de ontwikkeling en het nautische veiligheidsniveau duidelijk is. Niet iedereen die is benaderd voor de enquête zal namelijk in staat zijn geweest om een risico-inschatting bij een ontwikkeling te maken. Het in beeld hebben van een ontwikkeling zonder informatie

over het effect op het nautische veiligheidsniveau maakte het mogelijk om kennisleemten te identificeren.

In totaal zijn er 17 groepen van mensen/organisaties benaderd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen algemeen belanghebbenden en de geïdentificeerde gebruikersgroepen (paragraaf 2.1.1). Elk van deze groepen heeft een eigen vragenlijst ontvangen die in opzet hetzelfde is maar is toegespitst op de betreffende groep.

De groep algemeen belanghebbenden is een diverse groep nautische experts waarbij het overgrote deel (79%) wekelijks nadenkt over scheepvaartveiligheid. Vanuit deze groep is een goede respons gekregen welke representatief verdeeld is over de verschillende achtergronden van de deelnemers. De respons vanuit deze groep is gebruikt om de orde grootte te duiden van effecten van ontwikkelingen op het nautische veiligheidsniveau.

In paragraaf 2.5.1 wordt toegelicht met welke overwegingen is gekomen tot de betrokken organisaties per gebruikersgroep. Om de anonimiteit van de deelnemers te borgen worden geen individuele organisaties bij naam genoemd. In paragraaf 2.5.2 wordt de opzet van de enquête toegelicht.

Ten behoeve van een hoge respons is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van persoonlijke mailadressen naast de algemene mailadressen van organisaties. Daarnaast zijn minimaal twee herinneringsmails verstuurd om de enquête onder de aandacht te brengen. Desondanks is de respons bij enkele gebruikersgroepen laag tot nihil. Een lage respons is teleurstellend en beperkend, zie ook de aandachtspunten in paragraaf 2.6. Voorliggend onderzoek heeft tot doel een zo compleet mogelijk beeld te verkrijgen van alle mogelijke ontwikkelingen maar beoogt niet de gedragenheid van bepaalde ontwikkelingen statistisch te toetsen.

In totaal zijn er van 173 mensen reacties ontvangen op de verstuurdde enquêtes, waarvan 77 dezelfde gebruikersgroep vertegenwoordigen, namelijk 'Recreatievaart'. De exacte respons per gebruikersgroep is weergegeven in paragraaf 2.5.1.

2.5.1 Keuze organisaties per gebruikersgroep

Voor elk van de benaderde groepen wordt hieronder toegelicht wat de overwegingen zijn om te komen tot een keuze van organisaties per gebruikersgroep.

Algemeen belanghebbenden

De meeste algemeen belanghebbenden zijn geen directe gebruikers van de Noordzee maar hebben wel kennis en expertise ten aanzien van de nautische situatie op de Noordzee. In totaal zijn 40 diverse organisaties benaderd. Benaderde organisaties zijn:

- Universiteiten, onderzoekers naar gebruik van havens en vaarwegen;
- Kennisinstituten, onderzoekers en experts t.a.v. schepen, scheepvaartverkeer, energietransitie;
- Rijksoverheid instanties, nautische beleidsadviseurs;
- Belangenverenigingen, experts t.a.v. betreffende sector;
- Natuurorganisaties;
- Havenbedrijven;
- Loodsen;
- Leden van internationale organisaties als PIANC, EMSA, IALA;
- Leden van de Scheepvaart Adviesgroep Noordzee (SAN);
- Partijen met verantwoordelijkheid voor de veiligheid op de Noordzee;
- Enkele overige diverse organisaties.

Uiteindelijk hebben minimaal 41 (en maximaal 53) mensen op de enquête gereageerd en daarmee zijn 22 verschillende organisaties vertegenwoordigd (hierbij worden de Noordzeelodsen en kapiteins als twee organisaties meegerekend). De reden dat niet een exact aantal respondenten wordt genoemd is dat de vraag naar 'met hoeveel collega's heeft u de enquête ingevuld?' door enkele respondenten met '1' is ingevuld ondanks dat geen collega's waren betrokken. Om die reden wordt een minimum en maximum aantal respondenten vermeld. De spreiding qua respons over de verschillende organisaties en een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 7.

Aquacultuur

Voor de Noordzee gebruikersgroep aquacultuur (kweek van zeewier en mosselen) wordt gebruik gemaakt van een recente door MARIN uitgevoerde studie naar risico's omtrent medegebruik van windparken op zee [Ref 15.]. Deze studie betreft een literatuurstudie gecombineerd met consultatie van diverse betrokken partijen.

Visserij

De visserij bestaat uit veelal kleine bedrijfjes die worden vertegenwoordigd door Producentenorganisaties (PO's). Deze PO's zijn vaak coöperatieve verenigingen die een groep van visserijondernemingen vertegenwoordigen. Deze PO's zijn benaderd waarbij een grote PO de enquête ook heeft uitgezet onder de individuele leden. Daarnaast zijn ook enkele charter en trawler bedrijven en een kottervisser direct benaderd. Ook zijn onderzoekers op het vlak van visserij gevraagd mee te werken aan de enquête.

In totaal zijn voor de gebruikersgroep visserij 13 Nederlandse organisaties benaderd, waarbij 7 organisaties de enquête hebben ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 8.

Olie, gas en CO₂ opslag

De olie en gas industrie maakt al decennia lang gebruik van de Noordzee. Enerzijds door het gebruik van platforms voor winning en transportatie, en anderzijds door het gebruik van tankers en overige typen schepen voor onderhoud en dergelijke. Actueel is dat deze traditionele olie en gas partijen oplossingen zoeken voor reductie van CO₂ waarbij opslag van CO₂ in de (zee)bodem een financieel aantrekkelijke optie is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van bestaande en nieuwe infrastructuur.

Omdat de olie en gas industrie een sterke binding met de tankermarkt heeft, is eenzelfde enquête uitgegaan als naar de gebruikersgroep 'Tankers'. Hierbij wordt de organisatie zowel bevestigd naar de ontwikkelingen qua platformen als naar ontwikkelingen qua olie-, gas-, chemicaliën- en CO₂-tankers.

Alle in de Nederlandse EEZ actieve olie en gas bedrijven zijn benaderd. In totaal zijn er 18 aan de olie en gas industrie gerelateerde bedrijven benaderd en 18 bedrijven gerelateerd aan de tankerindustrie. Hierbij hebben 9 personen verdeeld over 5 organisaties de enquête ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 6.

Hernieuwbare energie (zon/wind/golven/stroming)

De benaderde organisaties voor duurzame energiewinning op zee zijn met name de internationale exploitanten van windparken. Daarnaast enkele Nederlandse brancheorganisaties en enkele partijen die actief zijn op het vlak van drijvende zonnecellen. Ook experts van Nederlandse kennisinstellingen zijn benaderd.

In totaal zijn voor de gebruikersgroep duurzame energieproductie 21 organisaties benaderd, waarbij 8 personen verdeeld over 4 organisaties de enquête hebben ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 11.

Bulkvervoer

Samen met 'Tankers', 'Algemene lading' en 'Containervervoer' vertegenwoordigd deze gebruikersgroep de overgrote meerderheid van de koopvaardijvloot die actief is op de Nederlandse Noordzee. Binnen deze groepen is het belangrijk om een goede steekproef te krijgen van de verschillende bedrijfsgroottes en de rollen die de verschillende bedrijven spelen.

De scheepseigenaren en -exploitanten variëren in grootte van eigenaren van één schip tot eigenaren van grote vloten schepen van verschillende grootte en type. Elk van hen heeft zijn eigen ervaringen en meningen, die deze studie wil begrijpen.

Naast de scheepseigenaren zijn er de vrachtterminalexploitanten, van verschillende grootte en met verschillende faciliteiten.

Bij de keuze van de te benaderen organisaties zijn bedrijven benaderd uit de volgende categorieën:

- Grote scheepsexploitanten/eigenaars met meerdere schepen
- Kleinere exploitanten/eigenaars met één of twee schepen
- Exploitanten van vrachtterminals en scheepswerven, die een goed inzicht hebben in de huidige en toekomstige situatie op de Noordzee met betrekking tot veranderend scheepsverkeer, scheepstypen, afmetingen en soorten ladingen.

In totaal zijn voor de gebruikersgroep bulkvervoer 18 organisaties benaderd, waarbij uiteindelijk 1 respons is verkregen.

Tankers (olie, gas, chemicaliën)

Ook hier geldt dat samen met 'Bulkvervoer', 'Algemene lading' en 'Containervervoer' deze gebruikersgroep de overgrote meerderheid van de koopvaardijvloot vertegenwoordigd die actief is op de Nederlandse Noordzee.

Daarnaast geldt voor tankers ook een sterke verwevenheid met de olie, gas en chemicaliën industrie. Deze industrieën zijn de belangrijkste klant van de tankermarkt. Om deze reden is eenzelfde enquête uitgegaan als naar de gebruikersgroep 'Olie, gas en CO₂ opslag'. In de enquête wordt zowel gevraagd naar de ontwikkelingen binnen de industrie zelf qua infrastructuur (platformen) als naar de ontwikkelingen qua tankers voor de diverse toepassingen.

In totaal zijn er 18 aan de olie en gas industrie gerelateerde bedrijven benaderd en 18 bedrijven gerelateerd aan de tankerindustrie. Hierbij hebben 9 personen verdeeld over 5 organisaties de enquête ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 6.

Containervervoer

Voor containervervoer gelden dezelfde overwegingen als vermeldt onder de gebruikersgroep 'Bulkvervoer'.

In totaal zijn voor de gebruikersgroep containervervoer 15 internationale organisaties benaderd, waarbij 7 personen verdeeld over 4 organisaties de enquête hebben ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 9.

Algemene lading vervoer

Voor algemene lading vervoer gelden dezelfde overwegingen als vermeldt onder de gebruikersgroep 'Bulkvervoer'.

In totaal zijn voor de gebruikersgroep algemene lading vervoer 13 organisaties benaderd en helaas heeft geen van deze organisaties meegewerkt.

Varend onderzoek

Er zijn diverse partijen die varend onderzoek uitvoeren op zee. Voorbeelden zijn seismologisch onderzoek naar aardlagen ten behoeve van CO₂ opslag en onderzoek naar bodemgesteldheid voor de aanleg van windparken.

In totaal zijn voor deze gebruikersgroep 7 Nederlandse organisaties benaderd en helaas heeft geen van deze organisaties meegewerkt.

Cruiseschepen

De internationale markt van cruiseschepen is beperkt tot enkele grote eigenaren/exploitanten en enkele Europese scheepswerven.

In totaal zijn voor deze gebruikersgroep 9 internationale organisaties benaderd en helaas heeft geen van deze organisaties meegewerkt.

Jachten

Separaat van de gebruikersgroep 'recreatievaart' zijn ook Nederlandse jachtenbouwers benaderd om inzicht te krijgen in de actuele ontwikkelingen. In totaal zijn 11 organisaties benaderd en helaas heeft geen van deze bedrijven meegewerkt.

Veerboten

Het aantal veerboot bedrijven dat vanuit Nederland gebruikt maakt van de Noordzee is beperkt. In totaal zijn 3 organisaties benaderd en helaas heeft geen van deze bedrijven meegewerkt.

RoRo

Het gebruik van 'roll-on-roll-off' schepen is bijvoorbeeld kenmerkend voor de auto-industrie. In totaal zijn 7 exploitanten van dit type schepen benaderd en helaas heeft geen van deze bedrijven meegewerkt.

Werkvaart (vervoer mensen)

Dit betreft het vervoeren van personeel van/naar offshore werkplaatsen, bijvoorbeeld een gasplatform, een windturbine of een drijvende zonnecellenpark. Verschillende van de in deze paragraaf gedefinieerde gebruikersgroepen van de Noordzee maken gebruik van crewing diensten die gespecialiseerde partijen aanbieden. Met het toenemende aantal te installeren en te onderhouden windturbines op de Noordzee betreft dit een gebruikersgroep waar de nodige ontwikkelingen te verwachten zijn.

In totaal zijn 8 Europese bedrijven benaderd die crewing diensten aanbieden op de Noordzee. Hierbij hebben 9 personen verdeeld over 3 organisaties de enquête ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 13.

Werkvaart (installaties op zee)

Het vervoeren, installeren en ontmantelen van installaties op zee vraagt om specifieke schepen. Bijvoorbeeld zware lading schepen, kraanschepen en jack-up schepen. Er zijn verschillende van oorsprong Nederlandse partijen die hiermee naamsbekendheid hebben opgebouwd. In totaal zijn 13 Nederlandse eigenaren van werkschepen benaderd. Hierbij hebben 6 personen verdeeld over 2 organisaties de enquête ingevuld. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 14.

Recreatievaart

Schepen in de groep recreatievaart zijn privébezit, dus het is moeilijk om de eigenaars rechtstreeks te identificeren. De sportverenigingen en clubs zijn echter een gecentraliseerd contactpunt. Op deze manier kunnen alle delen van de sector worden gedekt, van de kleine zeiljachten tot de grotere wedstrijdjachten en speedboten.

In totaal zijn er 5 verenigingen benaderd, waarbij de enquête ook is uitgezet onder de leden waardoor uiteindelijk 77 reacties op de enquête zijn ontvangen. Een samenvatting van de respons is gepresenteerd in APPENDIX 10.

Baggerindustrie

Onder andere ten behoeve van de kustbescherming vinden op de Noordzee nog regelmatig bagger gerelateerde activiteiten plaats. Om die reden zijn de Nederlandse baggeraars benaderd om te horen wat ontwikkelingen zijn bij dit type gebruik van de Noordzee.

In totaal zijn 8 Nederlandse baggerbedrijven benaderd, helaas heeft geen van deze bedrijven meegewerkt.

2.5.2 Opzet enquête

De opzet van de gebruikte enquête kent twee hoofdvormen:

- Een generieke enquête voor de diverse algemeen belanghebbenden;
- Een meer specifieke enquête voor de betreffende Noordzee gebruikersgroep.

Beide hoofdvormen worden hieronder nader toegelicht.

Voor beide typen enquêtes geldt dat een aantal mogelijkheden wordt gegeven om een ontwikkeling te benoemen, waarbij voor elke ontwikkeling een aantal vervolgvragen worden gesteld. De vervolgvragen richten zich op het duiden van de termijn waarop de ontwikkeling wordt verwacht, de mogelijke impact op het nautische veiligheidsniveau en de motivatie achter eerder gegeven antwoorden.

De termijn kan worden geduid met:

- Korte termijn, binnen 1 jaar;
- Middellange termijn, over 5 jaar;
- Lange termijn, na 10 jaar;
- Onbekend.

De mogelijke impact op het nautische veiligheidsniveau kan worden geduid met:

- 1: Sterk positieve invloed, het wordt veel veiliger;
- 2: Positieve invloed, het wordt veiliger;
- 3: Neutraal, geen invloed;
- 4: Negatieve invloed, het wordt onveiliger;
- 5: Sterk negatieve invloed, het wordt veel onveiliger.

De mogelijkheid is gegeven om de enquête samen met collega's in te vullen. Op de afsluitende pagina wordt gevraagd naar het aantal personen waarmee de enquête is ingevuld.

Om de gegeven antwoorden in een perspectief te kunnen zetten is op de afsluitende pagina gevraagd naar zowel de functie van degene die de enquête heeft ingevuld, als wel de mate van betrokkenheid bij de scheepvaartveiligheid op de Noordzee in het dagelijkse werk. Dit is met name bij de groep algemeen belanghebbende gebruikt om de deskundigheid en de verdeling van de respons over de disciplines te beoordelen.

Om een opvolging van deze studie of een verdieping op bepaalde ontwikkelingen mogelijk te maken, is gevraagd naar de bereidwilligheid om aan een vervolg interview mee te werken.

Generieke enquête voor de diverse algemeen belanghebbenden

De vragenlijst bestaat uit tien mogelijkheden om een ontwikkeling te benoemen, waarbij voor elke ontwikkeling een aantal vervolgvragen wordt gesteld. De vervolgvragen richten zich op het duiden van de termijn waarop de ontwikkeling wordt verwacht en de mogelijke impact op het nautische veiligheidsniveau. In APPENDIX 5 wordt de verzonden enquête voor algemeen belanghebbenden weergegeven.

Er is bewust gekozen voor een open vraagstelling waarbij elke mogelijke ontwikkeling kan worden benoemd, zonder enkele vorm van kadering of beïnvloeding. In de begeleidende e-mail is aangegeven dat ook ontwikkelingen mogen worden benoemd waarbij niet direct duidelijk is of deze een mogelijk effect hebben op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee.

De enige vorm van mogelijke beïnvloeding zijn de voorbeelden die in de begeleidende e-mail zijn benoemd. Deze voorbeelden zijn bedoeld als hulpmiddel bij het interpreteren van de term 'ontwikkelingen'. Daarnaast zijn de voorbeelden ook gebruikt om onderscheid aan te brengen tussen enerzijds algemene trends en anderzijds specifieke ontwikkelingen.

De voorbeelden die in de begeleidende e-mail zijn genoemd zijn de volgende: 'Algemene thema's zijn: marktontwikkelingen, technologische ontwikkelingen, personele aangelegenheden, veranderende regelgeving, ruimtelijke ontwikkelingen en/of veranderende omgevingscondities (wind/golven/stroom). Echter voorbeelden van concrete ontwikkelingen/veranderingen zijn: toename aantal LNG schepen, afnemende manoeuvreerruimte door toename aantal windparken, gewijzigde routing via diepwaterroute, methanol voortstuwing voor tankers, inhuur Chinees personeel met taalbarrière, toenemende werkdruk op de brug, etc.'

In de begeleidende e-mail en introductie is met nadruk gevraagd om de ontwikkelingen zo concreet mogelijk op te schrijven. Dit om te voorkomen dat de analyse blijft hangen bij het benoemen van algemene ontwikkelingen zoals bijvoorbeeld de energietransitie, waarbij de stap naar het duiden van een concreet nautisch risico nog erg groot is.

Van de 41 tot 53 personen die de enquête hebben ingevuld, hebben 3 personen (~6%/~7%) gebruik gemaakt van alle tien de gegeven mogelijkheden voor het benoemen van relevante ontwikkelingen.

Specifieke enquête voor de betreffende Noordzee gebruikersgroep

De vragenlijst voor de diverse gebruikersgroepen van de Noordzee bestaat uit een paragraaf waarbij naar aantallen en afmetingen wordt gevraagd om een beeld te krijgen van eventueel veranderend gebruik van de Noordzee door betreffende gebruikersgroep. Daarnaast wordt net als bij de generieke enquête vijf mogelijkheden gegeven om een ontwikkeling te benoemen, waarbij voor elke ontwikkeling een aantal vervolgvragen worden gesteld. De vervolgvragen richten zich op het duiden van de termijn waarop de ontwikkeling wordt verwacht en de mogelijke impact op het nautische veiligheidsniveau. In APPENDIX 6 wordt de verzonden enquête naar de gebruikersgroepen 'Tankers' en 'Olie, gas, chemicaliën en CO₂ opslag' weergegeven.

Voor wat betreft de vijf mogelijkheden voor het benoemen van relevante ontwikkelingen gelden dezelfde overwegingen en aandachtspunten zoals zijn benoemd voor de generieke enquête.

2.6 Aandachtspunten bij consultaties en enquête

De kracht van consultaties en enquête is dat veel verschillende mensen onafhankelijk van elkaar werden benaderd, een ieder met zijn eigen positie en zienswijze ten opzichte van het gebruik van de Noordzee. Hiermee bestaat een breed beeld van alle mogelijke ontwikkelingen. Door alle typen gebruikers te benaderen wordt de compleetheid geborgd. De goede respons onder de algemeen belanghebbend, die gewend zijn om na te denken over scheepvaartveiligheid, biedt handvatten om de belangrijkste risico-ontwikkelingen te duiden qua ordegrrootte.

Doordat de respons voor een aantal andere gebruikersgroepen erg laag is dan wel ontbreekt, worden de voor deze gebruikersgroep specifieke ontwikkelingen gemist.

Daarnaast bieden de consultaties en de enquête de mogelijkheid om ontwikkelingen te noemen vanuit een eigen persoonlijke subjectieve waarneming en/of oordeelsvorming. Dit kan deels ondervangen worden door de literatuurstudie voor zover er beschikbare literatuur bestaat. In een deel van de benoemde ontwikkelingen ontbreekt het ook aan resources (tijd/geld/capaciteit) om binnen voorliggend onderzoek uitsluitel te geven over de relevantie van genoemde ontwikkeling.

Voor de ontwikkelingen per gebruikersgroep in Hoofdstuk 5 geldt dat per gebruikersgroep de relevante aandachtspunten qua respons worden benoemd. In het algemeen geldt voor de meeste gebruikersgroepen dat de respons onvoldoende is om een inschatting te kunnen maken van de toekomstige vlootontwikkeling. Hiervoor wordt een nader marktonderzoek aanbevolen, zie ook hoofdstuk 7 met de conclusies en aanbevelingen.

3 RISICO-ONTWIKKELINGEN – GLOBALE TRENDS

In voorliggend hoofdstuk worden resultaten uit bestaande onderzoeken naar globale/macro trends belicht, als zijnde de context bij de ontwikkelingen op de Noordzee welke in Hoofdstuk 4 worden beschreven. Hier is gebruik gemaakt van twee onderzoeken naar globale trends in relatie tot de zeevaart. Het eerste onderzoek naar globale maritieme trends naar 2050 is in 2023 uitgevoerd door The Economist Group in opdracht van Lloyds Register [Ref 31.]. Het tweede onderzoek naar trends voor de Nederlandse zeevaart in de periode 2020 – 2030 is in 2020 uitgevoerd door het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat [Ref 32.]. Vanuit deze twee onderzoeken zijn vier categorieën van trends te onderscheiden:

1. Trends politieke en economische orde;
2. Milieu trends (incl. klimaat en (veranderend) gebruik natuurlijke bronnen);
3. Technologische trends (incl. digitalisering);
4. Sociale trends (incl. efficiëntie streven).

Het in de bronnen gehanteerde onderscheid tussen milieu, klimaat, gebruik natuurlijke bronnen en energietransitie is hierboven komen te vervallen en onder de categorie 'milieu' geschaard. Dit vanuit de overweging dat 'milieu' de gehele biologische leefomgeving omvat, zoals grond, lucht en water.

Binnen de vier genoemde categorieën zijn verschillende, al dan niet met elkaar verband houdende, trends te onderscheiden. Ook wordt in dit hoofdstuk per trend het verband gelegd met de uitgewerkte ontwikkelingen zoals naar voren zijn gekomen uit de enquêtes en consultaties (zie Hoofdstuk 4).

3.1 Trends politieke en economische orde: wereldwijde/regionale/lokale conflicten

3.1.1 Trends 2050: wereldwijde/regionale/lokale conflicten [Ref 31.]

Volgens een statistisch model zal het percentage landen dat te maken heeft met interne gewapende conflicten afnemen van ongeveer 15% in 2009 tot naar schatting 7% in 2050. Het model verwacht dat de weinige overgebleven conflicten zich zullen concentreren in Oost-, Centraal- en Zuidelijk Afrika en in Oost- en Zuid-Azië.

De invasie van Rusland in Oekraïne en de aanhoudende spanningen tussen de VS en China zijn voorbeelden waarbij het mogelijk is dat deze escaleren tot een wereldwijde oorlog. Deze oorlogen zullen wereldwijd zijn, omdat er waarschijnlijk een aantal actoren bij betrokken zijn (bijvoorbeeld NAVO-landen). Het is echter onwaarschijnlijk dat ze zich wereldwijd duidelijk zichtbaar manifesteren, dit omdat wereldwijde conflicten met nieuwe en/of andere middelen worden uitgevochten.

Regionale en/of wereldwijde oorlogen zullen gevolgen hebben voor de maritieme sector, in het bijzonder voor de handel en logistiek. De noodzaak om goederen uit verschillende delen van de wereld te verschepen zet de infrastructuur en diensten voor zeetransport onder druk. Waardoor de scheepvaartkosten kunnen stijgen en reguliere handelsroutes kunnen worden verstoord.

3.1.2 Trends 2020-2030: wereldwijde/regionale/lokale conflicten [Ref 32.]

Een mogelijke handelsoorlog tussen China en de Verenigde Staten kan leiden tot veranderingen in de richting en omvang van maritieme stromen. Zo zullen goederen vanuit China niet meer naar de Verenigde Staten gaan maar naar Europa komen. Een handelsoorlog kan ook leiden tot lagere economische groei en daardoor tot minder handel en zeevaart.

3.1.3 Wereldwijde/regionale/lokale conflicten, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In paragraaf 4.11 wordt ingegaan wat bedreigingen vanuit internationale spanningen en terrorisme voor effect kunnen hebben op de nautische situatie op de Noordzee.

3.2 Trends politieke en economische orde: de-globalisatie en protectionisme

3.2.1 Trends 2050: de-globalisatie en protectionisme [Ref 31.]

Als huidige trends zich verankeren, zal 2050 gekenmerkt worden door de-globalisering en fragmentering, waardoor meer nadruk komt te liggen op regionale banden, bondgenootschappen, economische blokken voor regionale vrijhandel en protectionistisch beleid om een gevoelige en/of strategisch belangrijke sector te beschermen.

Meer gedecentraliseerde (hernieuwbare) energiesystemen zullen leiden tot veranderingen van de huidige handel (omdat landen minder afhankelijk worden van olie-import) en op de lange termijn tot meer geregionaliseerde allianties. Handelsroutes zullen verschuiven als reactie op deze overgang en netwerken zullen worden geregionaliseerd.

Aanhoudende geopolitieke spanningen en nieuwe technologieën zullen het belang van energiezekerheid, defensie en maritieme veiligheid, gezondheids- en voedselzekerheid en cyberveiligheid vergroten.

Meer lokale of gedecentraliseerde hernieuwbare energiesystemen zouden ook de geopolitiek en de veiligheid in het algemeen kunnen stabiliseren, omdat de energiebronnen minder geconcentreerd zouden zijn. Voor de maritieme industrie zou dit kunnen betekenen dat er meer aandacht wordt besteed aan het veiligstellen van nieuwe energiebronnen, zoals o.a. wind op zee, getijden en golven, evenals nieuwe voedselbronnen, zoals aquacultuur.

Daarnaast nemen de uitgaven voor maritieme defensie toe naarmate de maritieme handelsroutes strategischer en meer omstreden worden en de kritieke infrastructuur op zee zich uitbreidt en kwetsbaarder wordt.

Tot slot zal cyberbeveiliging een steeds belangrijker punt van zorg worden. Hackers kunnen de controle over kritieke infrastructuur en gevoelige consumenten- en overheidsgegevens overnemen. Deze zorgen werken door in de maritieme sector en kunnen de veiligheid van de bemanning, het schip, de vracht en de bemanning in gevaar brengen.

3.2.2 Trends 2020-2030: de-globalisatie en protectionisme [Ref 32.]

Een trend die volgens UN Trade and Development (UNCTAD) van 'onmiddellijk belang' is, is het naar binnen gerichte beleid en toenemend protectionistisch sentiment. Dit sentiment kan de wereldwijde economische groei ondermijnen, handelsstromen beperken en laten verschuiven. Actuele onderwerpen zijn: het Amerikaans economisch beleid van Trump, de Brexit en verkiezingen in EU-landen met 'Europa' als thema.

De mondiale economische orde kan ook veranderen door Reshoring and nearshoring van bedrijfsactiviteiten. Reshoring is het terughalen van bedrijfsactiviteiten uit het buitenland – vooral lagelonenlanden – naar het eigen land. Nearshoring is een aan reshoring verwante ontwikkeling waarbij de productie wordt verplaatst naar dichtbij gelegen landen. Het doorzetten van deze trend hangt onder meer af van de loonkostenontwikkeling in landen in ontwikkeling (bijvoorbeeld in Zuidoost-Azië), de behoefte aan massamaatwerkproductie en protectionisme of handelsbarrières.

Protectionistisch gedrag kan zowel positieve als negatieve gevolgen hebben. Protectionisme kan leiden tot minder goederenstromen. Zo lijkt Brexit te gaan zorgen voor een afname van handel en zeevervoer tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland.

Reshoring en nearshoring leiden tot andere, en waarschijnlijk kortere, maritieme stromen en meer short-sea vervoer (bijvoorbeeld van Turkse zeehavens naar West-Europa).

3.2.3 De-globalisatie en protectionisme, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In paragraaf 4.12 worden ontwikkelingen qua gedrag, aantallen en routing van schepen op de Noordzee belicht. In paragraaf 4.11 wordt ingegaan wat bedreigingen vanuit internationale spanningen en terrorisme voor effect kunnen hebben op de nautische situatie op de Noordzee.

3.3 Trends politieke en economische orde: groei Azië en Afrika

3.3.1 Trends 2050: groei Azië en Afrika [Ref 31.]

De Economist Intelligence Unit verwacht dat China in 2050 de VS zal hebben ingehaald om de grootste wereldeconomie te worden. Volgens dezelfde schattingen zullen Aziatische landen, namelijk India, Indonesië, Zuid-Korea en Japan, in 2050 de helft van de tien grootste economieën ter wereld uitmaken. Naarmate de economische en politieke invloed van de Aziatische economieën toeneemt, zal de maritieme handel in de regio blijven uitbreiden. In 2021 waren de Aziatische economieën al goed voor 43% van de maritieme export en 64% van de maritieme import.

Volgens de VN zal meer dan de helft van de verwachte toename van de wereldbevolking tot 2050 geconcentreerd zijn in Azië en Afrika. Veranderende demografische trends zullen een belangrijke impact hebben op de maritieme sector. Volgens onderzoek van het International Transport Forum zullen consumptiepatronen in regio's met een vergrijzende bevolking verschuiven naar diensten en minder naar goederen. Tegelijkertijd zal het globaliseringsproces, op basis van verschillen in arbeidskosten en het uitbesteden van productie, als drijver achter de maritieme handel zijn limieten bereiken, wat zal leiden tot afname van de vrachtvolumes. In regio's met een groeiende bevolking zal de consumptie van industrieproducten groeien.

Door de groei van hernieuwbare energie zullen kritieke mineralen, zoals lithium, nikkel, kobalt, mangaan en grafiet, de basis worden van economische groei, geopolitieke concurrentie en strategische handelsallianties. De productie van deze mineralen zal echter geografisch geconcentreerd zijn: in 2019 waren de Democratische Republiek Congo en China alleen al verantwoordelijk voor respectievelijk 70% en 60% van de wereldwijde productie van kobalt en zeldzame aardmetalen.

3.3.2 Trends 2020-2030: groei Azië en Afrika [Ref 32.]

Het Belt and Road Initiative (BRI) is een reeks van strategische, geopolitieke investeringen van China, zowel over land als over zee, die een 'moderne zijderoute' vormen. BRI bestaat uit een deel op land (spoor en weg) en een deel via de zee. Dit laatste wordt de Maritime Silk Road genoemd en is de maritieme verbinding tussen Azië, Afrika en Europa. UNCTAD ziet de Maritime Silk Road als een van de zeven belangrijkste trends voor de toekomst van de zeevaart.

De economische ontwikkeling van Azië en het BRI en de handel die dit faciliteert kunnen zorgen voor meer schepen en mogelijk worden relevante handelsroutes groter. De ontwikkeling van Azië kan verschillende effecten hebben op de dikte en samenstelling van de maritieme oostwest-stromen. De verschuiving naar een diensteneconomie heeft een negatief effect op het aantal containerlijndiensten tussen Azië en Europa. De spoorinfrastructuur van het Belt and Road Initiative zorgt voor potentiële concurrentie voor de vaarroute Azië-Suezkanaal-Noordwest-Europa. De verwachting is dat de concurrentie beperkt is.

3.3.3 Groei Azië en Afrika, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In paragraaf 4.12 worden ontwikkelingen qua gedrag, aantallen en routing van schepen op de Noordzee belicht.

3.4 Milieu trends: CO₂-reductie: verlaging CO₂-uitstoot en verhoging CO₂ opslag

3.4.1 Trends 2050: CO₂-reductie [Ref 31.]

Klimaattechnologieën zullen een mainstream en noodzakelijk onderdeel worden van de CO₂ klimaatneutraal doelstelling voor 2050. De huidige ontwikkelingstrajecten zijn niet ingesteld om aan de CO₂ afvang eisen voor 2030 te voldoen, maar het momentum groeit. Tegen 2050 zullen Carbon, Capture, Use & Storage (CCUS) technologieën dus waarschijnlijk mainstream worden. In de maritieme sector zal steeds meer gebruik worden gemaakt van op de natuur gebaseerde oplossingen om CO₂ uit de atmosfeer op te vangen, zoals gebruik maken van CO₂ bronnen als mangroven, getijdenmoerassen en zeegrasvelden.

3.4.2 Trends 2020-2030: CO₂-reductie [Ref 32.]

De bij de IMO aangesloten landen hebben afgesproken dat de CO₂ uitstoot van de internationale zeevaart in 2050 is gehalveerd in vergelijking met 2008. Daarna zal de sector zo snel mogelijk volledig klimaatneutraal gaan varen. In 2030 moet de zeevaart ten opzichte van 2008 al 40 procent minder uitstoten.

De Europese Commissie presenteerde in december 2019 haar Europese Green Deal met daarin de ambitie dat de EU in 2050 klimaatneutraal is (eerder was het doel dat Europa in 2050 haar emissies met 80 à 95% zou hebben verminderd). De ambitie voor 2030 wordt opgeschroefd van 40% naar 50-55% broeikasgasreductie ten opzichte van 1990.

De Nederlandse zeevaart heeft in 2019 de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens gesloten. Voor de zeevaart hebben partijen het doel dat de gemiddelde CO₂ uitstoot per vervoers- prestatie in 2024 20% lager is, voor 2050 is de ambitie om een absolute CO₂ reductie van 70% gerealiseerd te hebben, beide ten opzichte van 2008.

3.4.3 CO₂-reductie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In de paragrafen 4.6 en 4.7 wordt nader ingegaan op ontwikkelingen ter beperking van de CO₂ uitstoot van schepen. In paragraaf 4.3 wordt aandacht gegeven aan nieuwe functies op zee waaronder Carbon Capture & Storage (CCS).

3.5 Milieu trends: CO₂-reductie: hernieuwbare energie vanaf zee

3.5.1 Trends 2050: hernieuwbare energie vanaf zee [Ref 31.]

Hernieuwbare energie zal de dominante energiebron worden naarmate de druk om koolstofarm te worden toeneemt, de investeringen blijven stijgen en de technologieën zich verder ontwikkelen. Wereldwijd zullen hernieuwbare energiebronnen tussen 2022 en 2027 goed zijn voor meer dan 90% van de wereldwijde uitbreiding van de elektriciteitscapaciteit, en in 2025 zullen ze kolen voorbijstreven om de grootste bron van elektriciteitsopwekking te worden. Windenergie op zee is nu een van de snelst groeiende energietechnologieën en drijvende windenergie op zee zou snel kunnen volgen. Daarnaast zullen de komende decennia andere bronnen van hernieuwbare energie uit de oceaan toenemen, zoals golf- en getijdenenergie.

3.5.2 Trends 2020-2030: hernieuwbare energie vanaf zee [Ref 32.]

Zeeën en oceanen worden in toenemende gebruik voor allerlei marien en maritiem gerelateerde activiteiten op zee, waaronder windturbines, drijvende zonnepanelen en diepzeemijnbouw voor het delven van mineralen uit de zeebodem.

3.5.3 Hernieuwbare energie vanaf zee, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In paragrafen 4.2 en 4.3 wordt aandacht gegeven aan nieuwe hernieuwbare energiebronnen op de Noordzee.

3.6 Milieu trends: CO₂-reductie: nieuwe (scheeps)brandstoffen

3.6.1 Trends 2050: nieuwe (scheeps)brandstoffen [Ref 31.]

Naast hernieuwbare energiebronnen zal de groeiende vraag naar schonere en duurzamere energiebronnen leiden tot de ontdekking en het gebruik van nieuwe vormen van energie zoals waterstof, methanol, biomassa, kernfusie of afval. In de komende decennia zal het gebruik van deze onconventionele bronnen toenemen naarmate het koolstofarm maken van de economie een prioriteit wordt. De internationale scheepvaart maakt 80-90% van de wereldhandel mogelijk, maar is ook verantwoordelijk voor ongeveer 70% van de wereldwijde scheepvaartenergie-emissies, terwijl de nationale of binnenlandse scheepvaart goed is voor de resterende 30%. Brandstoffen op basis van methanol en ammoniak zijn al veelbelovend wat betreft hun vermogen om emissies te verminderen. Het wijdverspreide gebruik van waterstofbrandstof en waterstoftankers zou kunnen volgen op deze vroege kanshebbers. Op dit moment zijn biobrandstoffen een haalbare korte termijn optie voor de industrie, en het directe gebruik van groene waterstof is mogelijk voor korte afvaarten, hoewel nog niet op grote schaal.

3.6.2 Trends 2020-2030: nieuwe (scheeps)brandstoffen [Ref 32.]

De vanuit de IMO en Green Deal geambieerde CO₂ reductie bij (Nederlandse) schepen zal voor een deel worden ingevuld met technische maatregelen, zoals motoren met een ander aandrijfmechanisme – bijvoorbeeld een elektromotor met accu of een elektromotor met brandstofcellen – of met andere brandstoffen, zoals LNG, waterstof en biobrandstof(bijmenging). De toepassing van accu's geldt vooral voor schepen die kortere afstanden afleggen, zoals baggerschepen en offshore-schepen. Uit de interviews bleek dat voor varen over lange afstanden accu's nog geen optie zijn. Andere opties zijn bijvoorbeeld langzamer varen, het gebruik van zeilen of een andere routekeuze.

Al sinds 2011 zijn schepen verplicht om een Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) te hebben en sinds 2013 moeten nieuwe schepen voldoen aan efficiency-eisen (gemeten in gram CO₂ per capacity-mile, bijvoorbeeld tonmijl) die per scheepstype verschillen en die elke 5 jaar zullen worden aangescherpt.

Ook op schepen met verbrandingsmotoren kan er een accu bij komen. Deze accu vervangt dan de reservemotor, die tot voor kort verplicht permanent aanwezig en draaiend moest zijn en die ten koste gaat van de efficiency van de hoofdmotor. Het schip bespaart hiermee brandstof.

3.6.3 Nieuwe (scheeps)brandstoffen, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In de paragraaf 4.6 wordt nader ingegaan op nieuwe scheepsbrandstoffen.

3.7 Milieu trends: effecten klimaatverandering

3.7.1 Trends 2050: effecten klimaatverandering [Ref 31.]

Samenlevingen zullen hun inspanningen opvoeren om zich aan te passen aan en om te gaan met de reële gevolgen van de klimaatverandering en het verlies aan biodiversiteit door meer investeringen, de ontwikkeling van nieuwe technologieën en de migratie van mensen en economische activiteiten. De risico's voor de haveninfrastructuur zijn in deze context bijzonder groot en belangrijke havens zoals die in Sjanghai en Rotterdam staan nu al onder druk.

3.7.2 Trends 2020-2030: effecten klimaatverandering [Ref 32.]

Door klimaatverandering wordt de zeevaartroute door de Noordelijke IJszee steeds langer bevaarbaarder. De Noordelijke Zeeroute (NZR) is een veel bestudeerde internationale handelsroute, maar nog weinig gebruikt.

3.7.3 Effecten klimaatverandering, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

Het mogelijke effect van klimaatverandering op omgevingscondities als golven, wind en stroming worden benoemd in paragraaf 4.5. In paragraaf 4.12 worden ontwikkelingen qua gedrag, aantallen en routing van schepen op de Noordzee belicht. Dat klimaatadaptatie in Nederlandse havens mogelijk invloed gaat hebben op gebruik van de Noordzee komt niet in Hoofdstuk 4 naar voren.

3.8 Milieu trends: voedseltransitie

3.8.1 Trends 2050: voedseltransitie [Ref 31.]

Levensmiddelentechnologie zal er in verschillende vormen zijn en zal worden ingezet naarmate er meer hulpbronefficiënte oplossingen nodig zijn om te voldoen aan de vraag naar voedszaam en duurzaam voedsel. Levensmiddelentechnologieën zoals precisiefermentatie, kweekvlees, in laboratoria gekweekte zeevruchten en verticale boerderijen kunnen overal worden ingezet, maar vooral in gebieden met een tekort aan land, om de voedselproductie efficiënter en duurzamer te maken. Aquacultuur zal ook moeten uitbreiden en op efficiënte en duurzame wijze toenemen om aan de vraag te kunnen voldoen. Gebruik nieuwe technologieën is nodig om de hulpbronnen efficiënter te gebruiken en de gezondheid van de vissen te beschermen, evenals investeringen in innovatief voedsel (zoals insecten) om minder afhankelijk te worden van soja en wilde vissen.

3.8.2 Trends 2020-2030: voedseltransitie [Ref 32.]

Zeeën en oceanen worden in toenemende mate gebruikt voor allerlei marien en maritiem gerelateerde activiteiten op zee, waaronder zeewierproductie.

3.8.3 Voedseltransitie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

In de paragrafen 4.3 en 5.2 wordt nader ingegaan op de ontwikkeling van aquacultuur als kweek van zeewier en mosselen op de Noordzee.

3.9 Technologische trends: gebruik van AI

3.9.1 Trends 2050: gebruik van AI [Ref 31.]

AI wordt steeds meer toegepast in verschillende sectoren en zal de komende decennia uitgroeien tot een mainstreamtechnologie. Er wordt voorspeld dat tegen 2040 AI-toepassingen bijna elk aspect van het leven zullen beïnvloeden. Het potentieel van AI om de efficiëntie te verhogen en duurzaamheidsdoelen te bereiken zullen een belangrijke drijfveer zijn voor de adoptie van AI in de toekomst.

Net als andere sectoren zal de maritieme sector hiervan profiteren. Commerciële schepen zullen steeds meer vertrouwen op machine learning, AI en satelliettechnologie om de veiligheid en efficiëntie van de scheepvaart te verbeteren. AI-gestuurde modellen kunnen de besluitvorming optimaliseren en zelfs veiligheidsproblemen aanpakken die kunnen ontstaan door een gebrek aan situationeel bewustzijn of gegevens.

Generatieve AI heeft ook toepassingen. SeaGPT, een AI-chatbot om de communicatie tussen bemanningsmanagers en havenagenten te vereenvoudigen, automatiseert processen zoals het opstellen van e-mails en het extraheren van essentiële informatie uit de communicatie met het havenagentschap voor bemanningsleden. Verwacht wordt dat SeaGPT uiteindelijk een uitvoerende assistent van de bemanning wordt die op de achtergrond werkt en relevante gegevens ophaalt om communicatie af te handelen waar geen directe menselijke betrokkenheid bij nodig is.

3.9.2 Trends 2020-2030: gebruik van AI [Ref 32.]

In de beschreven trends voor 2020-2030 wordt niet ingegaan op voor de scheepvaart specifieke AI toepassingen.

3.9.3 Gebruik van AI, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

De toepassing van AI is niet als zodanig naar voren gekomen uit de consultaties dan wel respons op de enquêtes. In algemene zin heeft AI als technologische ontwikkeling een mogelijke invloed op de (rol en kwaliteit van) bemanning (paragraaf 4.4) en is het onderdeel van automatisering van schepen (paragraaf 4.9)

3.10 Technologische trends: meer integratie metaverse en AR/VR/MR technologieën

3.10.1 Trends 2050: metaverse en XR [Ref 31.]

Menselijke avatars of gesimuleerde versies van plaatsen zoals concerten of werkplekken in de metaverse zullen in 2050 de norm zijn. De metaverse is een virtuele, driedimensionale ruimte waar mensen virtueel met elkaar kunnen communiceren. Het wordt beschreven als een uitbreiding van het internet en biedt een meer meeslepende ervaring die gebaseerd is op het nabootsen van de echte wereld. Visualisatietechnologieën zoals augmented reality (AR), virtual reality (VR) en mixed reality (MR), samen ook wel extended reality (XR) genoemd, kunnen gebruikers van de metaverse een volledig meeslepende ervaring bieden.

Naarmate deze technologieën zich verder ontwikkelen, zullen ze in toenemende mate het potentieel hebben om training, onderhoud en afstandsbesturing in de maritieme sector te ondersteunen. Ze bieden nieuwe manieren om operationele taken ter plaatse of op afstand te visualiseren. Een voorbeeld van een toepassing voor MR-training is het voor trainingsdoeleinden vooraf ervaren van mogelijke gevaarlijke situaties aan boord van een installatie of een schip op zee.

3.10.2 Trends 2020-2030: metaverse en XR [Ref 32.]

In de beschreven trends voor 2020-2030 wordt niet ingegaan op voor de scheepvaart specifieke metaverse en/of XR toepassingen.

3.10.3 Metaverse en XR, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

De toepassing van metaverse en/of XR is niet als zodanig naar voren gekomen uit de consultaties dan wel respons op de enquêtes. In algemene zin heeft XR als technologische ontwikkeling een mogelijke invloed op de (rol, kwaliteit en training van) bemanning (paragraaf 4.4) en is het onderdeel van automatisering van schepen (paragraaf 4.9)

3.11 Technologische trends: toename gebruik 'Internet of Things'

3.11.1 Trends 2050: Internet of Things [Ref 31.]

'Internet of Things' (IoT) betreft het online brengen van voorheen geïsoleerde objecten, van koelkasten tot auto's. Gegevens van IoT-sensoren kunnen worden gemonitord en teruggekoppeld om een actie in gang te zetten, het ontwerp van een algoritme te ondersteunen of een reactie teweeg te brengen in een ander aangesloten object, misschien honderden kilometers verderop. De voordelen van het gebruik van IoT liggen in het verzamelen en analyseren van de gegevens die door de technologie worden gegenereerd en vervolgens het gebruiken van deze informatie om volgende stappen te informeren.

Momenteel zijn scheepvaartorganisaties van plan om 2,5 miljoen dollar te investeren in op IoT-gebaseerde oplossingen, waarmee een kostenbesparing van ongeveer 14% wordt bereikt. Dit kan dankzij de verbeterde connectiviteit op zee vanwege een geoptimaliseerde baan van satellieten en 5G-mogelijkheden voor hogere datasnelheden en beveiliging.

IoT-toepassingen in de maritieme sector zijn het verhogen van de snelheid en veiligheid van het goederenverkeer en het beter beheren. IoT-sensoren zorgen voor volledige zichtbaarheid van apparaten, waardoor scheepsexploitanten maritieme activa op afstand kunnen controleren en bewaken.

3.11.2 Trends 2020-2030: Internet of Things [Ref 32.]

Met het IoT kunnen onderling verbonden apparaten en onderdelen gegevens uitwisselen via een netwerk en zonder menselijk handelen. Dit maakt het mogelijk om processen op een intelligente manier in te richten. Of het Internet-of-Things voor de zeevaart snel doorzet hangt af van de veiligheidsrisico's op het gebied van cybercriminaliteit en de beschikbaarheid van internet op zee.

IoT maakt gericht onderhoud mogelijk. Via IoT is er steeds een actueel overzicht over het functioneren van scheepsonderdelen met een betere inzetbaarheid van schepen tot gevolg. Sensoren en camera's verbonden met het internet geven direct meetwaarden door. Hierdoor kan onderhoud beter gepland worden.

3.11.3 Internet of Things, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

De toepassing van IoT is niet als zodanig naar voren gekomen uit de consultaties dan wel respons op de enquêtes. In algemene zin is IoT als technologische ontwikkeling onderdeel van automatisering van schepen (paragraaf 4.9).

3.12 Technologische trends: automatisering

3.12.1 Trends 2050: automatisering [Ref 31.]

Gebruik makend van AI mogelijkheden (paragraaf 3.9) bestaat tegen 2050 de mogelijkheid dat op afstand bestuurde of zelfs volledig autonome kleine commerciële schepen in de buurt van kustgebieden kunnen opereren zonder enige bemanning aan boord.

3.12.2 Trends 2020-2030: automatisering [Ref 32.]

De opkomst van autonoom vervoer is een belangrijke trend in het kader van digitalisering/automatisering. Schepen kunnen steeds meer autonoom of zelfvarend worden van het ene gemarkeerde punt naar het andere, onder supervisie van een operator. UNCTAD ziet positieve en snelle technologische ontwikkelingen rond autonoom vervoer in de zeevaart, maar wijst ook op de mogelijk negatieve gevolgen op het gebied van (cyber)veiligheid en de banen voor zeevarenden, waarvan de meesten afkomstig zijn uit ontwikkelingslanden. De verwachtingen over hoe waarschijnlijk autonoom vervoer in 2030 is, zijn wisselend.

Cyberveiligheid is een belangrijke voorwaarde bij de overgang van de traditionele navigatie naar e-navigatie (schip-schip- en schip-walcommunicatie).

3.12.3 Automatisering, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

De toenemende automatisering van schepen wordt beschreven in paragraaf 4.9.

3.13 Sociale trends: komst kenniseconomie

3.13.1 Trends 2050: komst kenniseconomie [Ref 31.]

Naarmate geavanceerde technologieën toegankelijker en goedkoper worden, zien we meer automatisering op het werk. Hierdoor zullen werknemers nieuwe vaardigheden moeten ontwikkelen. Ongeveer 1,8 miljoen mensen vormen de maritieme beroepsbevolking, hun rollen en verantwoordelijkheden zullen naar verwachting in de loop der tijd veranderen naarmate er meer geavanceerde technologieën worden gebruikt in de sector. Volgens een onderzoek van het Koreaanse ministerie van Handel, Industrie en Energie zal bijvoorbeeld de introductie van slimme en milieuvriendelijke schepen in de industrie het vereiste aantal technische werknemers doen stijgen van 35.549 in 2018 tot 49.000 in 2028, een stijging van 38%.

Naarmate de maatschappij overgaat tot het omarmen van technologie, data en een meer “geavanceerde productiemethode”, zal de kenniseconomie evolueren naar een kenniseconomie waarin mensen worden bijgestaan door aangepaste versies van AI en andere digitale hulpmiddelen om hun bestaande vaardigheden aan te vullen. Intellectueel kapitaal zal van cruciaal belang blijven, maar zal worden versterkt door de voordelen van aangepaste technologieën. Dit zou de maritieme industrie aantrekkelijker kunnen maken voor een nieuwere generatie zeevarenden en ook kunnen helpen bij het verlichten van een aantal van de uitdagingen waarmee deze werknemers worden geconfronteerd op het gebied van gezondheid en welzijn, connectiviteit tussen wal en zee en systeem- en procesefficiëntie.

3.13.2 Trends 2020-2030: komst kenniseconomie [Ref 32.]

Digitalisering zal in eerste instantie vooral de eenvoudige taken overnemen van het personeel, waardoor minder behoefte is aan lager geschoolde en goedkopere bemanning aan boord. In de toekomst wordt een tekort aan zeevarend personeel verwacht. Digitale systemen zouden dit tekort gedeeltelijk kunnen opheffen. Om personeel zich digitale scheepstechnieken eigen te laten maken zullen meer simulatiecentra aan de wal voor trainingsdoeleinden moeten worden gerealiseerd.

3.13.3 Komst kenniseconomie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

De impact van de automatisering en digitalisering op de bemanning wordt beschreven in paragraaf 4.4.

3.14 Sociale trends: efficiënt werken

3.14.1 Trends 2050: efficiënt werken [Ref 31.]

Het potentieel van AI om de efficiëntie te verhogen zal een belangrijke drijfveer zijn voor de adoptie van AI in de toekomst. Blockchaintechnologie zou bestaande bureaucratische processen efficiënter kunnen maken.

3.14.2 Trends 2020-2030: efficiënt werken [Ref 32.]

Efficiënter werken vertakt in een aantal mainstream trends rond het veranderen en verbeteren van werkprocessen zoals toenemende schaalvergroting en ladingconsolidatie en de circulaire economie.

De zeevaart wordt al decennia gekenmerkt door toenemende schaalvergroting. Vooral containerschepen zijn sinds de jaren 1990 toegenomen in grootte. Hoe lang de schaalvergroting nog doorzet is onzeker.

Ook door het consolideren van lading of horizontale samenwerking, door bijvoorbeeld vessel sharing agreements, zoeken reders schaalvoordelen. UNCTAD verwacht dat in de containerlijnvaart met de overcapaciteit, de consolidatie de komende jaren doorzet. Een onzekerheid is de groeiende kritiek op de vrijstelling van mededingingsregels voor containerrederijen in allianties.

Het blijkt dat circulariteit in Europa nu nog te duur is vanwege hoge recyclingkosten. De ontwikkelingen richting 2030 en de mate van circulariteit blijven onduidelijk. Een circulaire economie leidt tot minder ladingstromen en tot minder inzet van schepen en daarmee tot minder walpersoneel.

3.14.3 Efficiënt werken, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

Efficiënt werken heeft impact op de bemanning zoals beschreven in paragraaf 4.4 maar is ook de drijvende kracht achter schaalvergroting en automatisering van schepen zoals beschreven in paragraaf 4.8 en 4.9.

3.15 Sociale trends: migratie

3.15.1 Trends 2050: migratie [Ref 31.]

Migratie zal vorm blijven geven aan economieën en samenlevingen, maar de komende decennia zullen deze worden gedreven door tekorten aan arbeidskrachten in het Westen en de noodzaak om zich aan te passen aan de klimaatverandering. De meeste landen in Afrika en het Midden-Oosten zullen echter, in tegenstelling tot hun Europese en Noord-Amerikaanse tegenhangers, een grotere beroepsbevolking en dus een sterkere beroepsbevolking krijgen.

Voor economieën met een vergrijzende bevolking zullen regeringen beleid implementeren dat de immigratie van geschoolde arbeidskrachten uit landen met een groeiende bevolking aanmoedigt. Migratie zal ook plaatsvinden om het hoofd te bieden aan de directe gevolgen van klimaatverandering die het sterkst gevoeld zal worden in Afrikaanse landen.

Voor de maritieme sector zal de verschuiving van de bevolkingsdynamiek een directe invloed hebben op het totale wereldwijde aanbod van arbeidskrachten voor de industrie en op hun demografie. De maritieme sector is al afhankelijk van een arbeidsmarkt die gebaseerd is op de import van

arbeidskrachten. Als zodanig kan de bevolkingsgroei in Afrikaanse landen de dominante bronnen van arbeidskrachten voor de sector, voornamelijk Aziatische landen, met name de Filippijnen, verdringen.

3.15.2 Trends 2020-2030: migratie [Ref 32.]

Schaarste aan goed opgeleide Nederlandse zeevarenden (met name officieren en kapiteins) is een van de redenen dat er meer met buitenlands personeel wordt gevaren. Door deze schaarste leidt het varen met buitenlandse bemanning niet altijd tot verdringing van Nederlands personeel.

3.15.3 Migratie, verbanden met ontwikkelingen Noordzee

De impact van migratie op de bemanning komt naar voren in paragraaf 4.4.

4 RISICO-ONTWIKKELINGEN – ONTWIKKELINGEN NOORDZEE

4.1 Inleiding

In voorgaande paragraaf 4.15.1 wordt al geschematiseerd de link gelegd van globale ontwikkelingen naar meer lokale ontwikkelingen. De uitwerkingen van deze globale ontwikkelingen naar lokale risico-ontwikkelingen gebeurt in voorliggend hoofdstuk. Dit is gedaan op basis van uitkomsten van zowel de interne als externe consultaties, de literatuurstudie en de enquête.

Om vergaande differentiatie van ontwikkelingen te voorkomen is geprobeerd zo dicht mogelijk bij de oorzaak te blijven qua categorisering. Theoretisch gezien kunnen daarmee vergelijkbare effecten bij verschillende oorzaken voorkomen. Mede om die reden volgt aan het einde van dit hoofdstuk een paragraaf waar wordt ingegaan op hoe ontwikkelingen zich tot elkaar verhouden, ontwikkelingen kunnen elkaar versterken dan wel afzwakken.

4.2 Algemene ontwikkeling: bouw windparken op zee

De Nederlandse Noordzee is een gunstige plek voor windenergie op zee vanwege [Ref 16.]:

- de vrij geringe waterdiepte;
- het gunstige windklimaat;
- goede havens en (industriële) energieverbruikers in de buurt.

Mede om deze reden wordt in het in 2019 door het kabinet gepresenteerde Klimaatakkoord gestuurd op realisering van circa 21 gigawatt aan energie vanuit windparken op zee in 2032 (zie ook de globale trend 'Klimaatverandering' in paragraaf 3.1). Hiervoor zijn acht verschillende windenergiegebieden (bestaande uit meerdere parken en kavels per windenergiegebied) op zee aangewezen, gesitueerd tussen de verkeersbanen van het huidige verkeersscheidingstelsel (VSS), zie Figuur 4-1.



Figuur 4-1 Overzicht windparken t.b.v. 21GW in relatie tot de VSS verkeersbanen [Ref 10.]

Tot 2050 wordt deze 21 GW mogelijk nog uitgebreid naar 38 tot 72 GW [Ref 19.]. De verwachting is dat in de toekomst windparken ook gebruikt gaan worden om energie op te slaan in de vorm van waterstof en/of ammonia [APPENDIX 3]. Op de Noordzee zijn tot nu alleen monopiles gebruikt als turbinefundatie omdat dit de goedkoopste constructie is. De business case van windparken staat onder druk waardoor vaker voorkomt dat grote energiebedrijven niet meer participeren in offshore windpark tenders. Dit komt onder andere door de gestegen kosten van materiaal en personeel. De opkomst van Chinees materiaal, personeel en materieel is mogelijk door de daar aanwezige kennis en de lagere kosten. Het later herplaatsen van een nieuwe turbinefundatie is vaak geen optie in verband met het gestopte en opgeschaalde productieproces en drukt de business case van een windpark.

4.2.1 Nautische context

De realisering van windparken op zee is een ruimtelijke ontwikkeling met een grote impact op het gebruik van de Noordzee. Deze impact heeft verschillende uitingsvormen. Door het plaatsen van windturbines neemt het aantal aan te varen objecten op zee sterk toe. Uit een studie naar aanvaar- en aandrijffrequenties van windturbines blijkt dat deze frequentie ruim 9 keer hoger uitvalt voor het 21GW scenario ten opzichte van de situatie in 2019 [Ref 10.]. Naast de toegenomen kans op ongelukken als gevolg van plaatsing van turbines, zijn meer vormen van impact uit de enquête en consultaties naar voren gekomen:

- Ruimtedruk ofwel intensivering van scheepvaartverkeer doordat de windenergiegebieden grotendeels niet meer toegankelijk zijn voor scheepvaartverkeer (enkele doorvaartpassages daargelaten). Activiteiten die eerder plaatsvonden ter plaatse van gerealiseerde en geplande windenergiegebieden verschuiven naar resterende ruimte waardoor het aantal scheepsontmoetingen toeneemt. Dit betreft onder andere de volgende activiteiten:
 - Visserij: vissers zijn genoodzaakt om hun activiteiten te verplaatsen naar de overblijvende ruimte, waarbij waarschijnlijk het aantal ontmoetingen met doorgaand scheepvaartverkeer op de VSS verkeersbanen toeneemt.
 - Recreatie: alhoewel de meeste recreatieve activiteiten dicht bij de kust plaatsvinden [Ref 4.] geldt voor recreatievaart hetzelfde als voor vissers. Vooral de zeilers worden beperkt in het kiezen van de ideale koers.
 - Slecht weer uitwijk ruimte: bij slecht weer is het gaande houden van een manier om door de storm door te komen. Een andere mogelijkheid is om te blijven varen binnen het VSS. Ook in dat geval blijkt dat schepen bij slecht weer graag meer ruimte gebruiken dan slechts de geduide VSS verkeersbanen [Ref 4.].
 - Drift/calamiteiten ruimte: schepen gebruiken de ruimte naast de VSS verkeersbanen om uit te wijken in geval van calamiteiten maar ook voor drift tijd om bijvoorbeeld nodige reparaties uit te voeren [Ref 4.].
- Toenemende verkeer door de aanleg, onderhoud en uiteindelijk ook ontmanteling van de windturbines en de bijbehorende infrastructuur zoals transformatorplatformen, kabels en leidingen naar de kust. Bijkomende aspect is dat dit verkeer bij de meerderheid van de windparken tot kruisende verkeerssituaties zal leiden ten opzichte van de noord-zuid georiënteerde VSS verkeersbanen. Oftewel verkeerssituaties met een verhoogde risicoprofiel ten opzichte van andere ontmoetingsvormen zoals oplopen of tegengestelde koersen.
- In de respons op de enquête onder algemeen belanghebbenden is ook gesuggereerd dat door de aanleg van windparken schepen meer gedwongen worden gebruik te maken van de bestaande VSS verkeersbanen waardoor onverwachte gedragingen en/of ontmoetingen tussen schepen mogelijk minder vaak voorkomen.
- De windparken ver op zee zijn minder goed/snel te bereiken door de reddingsdiensten van de Kustwacht/KNRM in geval van calamiteiten. Dat betekent bijvoorbeeld dat een Emergency Response Towing Vessel (ERTV) minder snel aanwezig kan zijn om ondersteuning te leveren aan een schip dat in de problemen is geraakt maar ook de effectiviteit van Search and Rescue (SAR) is een aandachtspunt [Ref 17.].
- Door de toename van de windturbines op zee stijgt ook het aantal mensen op zee. Mensen die bijvoorbeeld onderhoud plegen aan deze turbines. Waarschijnlijk zijn dit niet allemaal zeevarenden waardoor geen sprake is van een gelijkwaardig kennis-/ervaringsniveau op het

gebied van calamiteiten en overleven op zee. Daarnaast betekent dit de nodige bewegende overstapmomenten van schip naar turbine en ook van schip naar schip bij gebruik van een groter accommodatieschip/-platform.

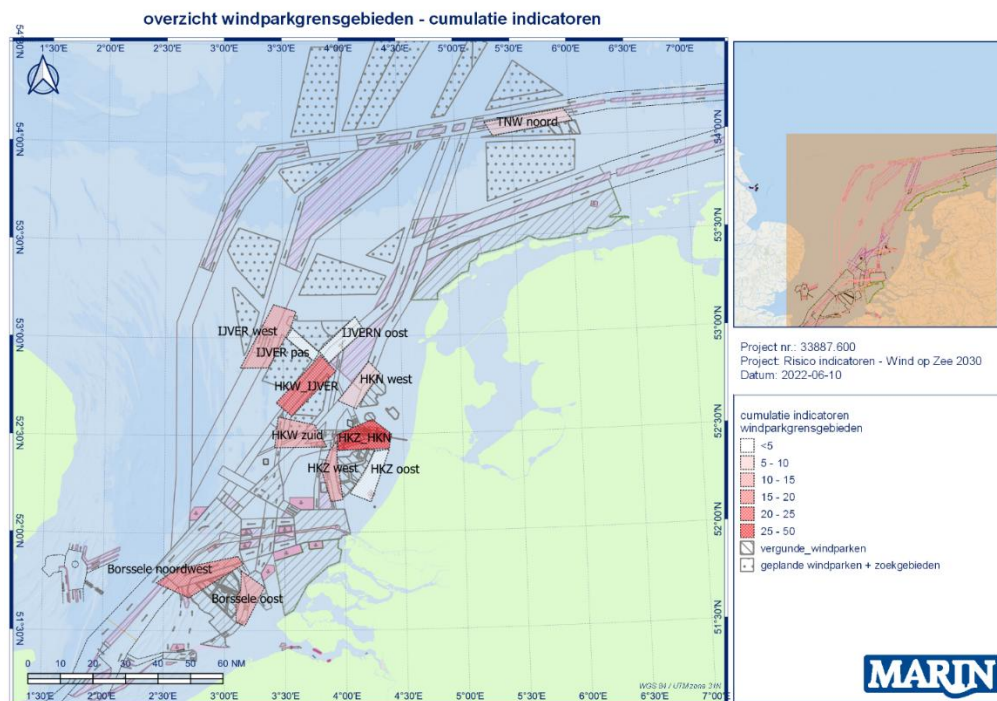
- De verplaatsing/intensivering van het scheepvaartverkeer vanuit en rond de randen van de windenergiegebieden, verhoogt het risicoprofiel van andere reeds bestaande platformen.
- Doorvaart van windparken door kleinere scheepvaart is een aandachtspunt omdat de nautische kennis en ervaring van deze schippers (recreatie) niet is geborgd.
- Zeekaarten zijn niet altijd up-to-date ten aanzien van de windturbines in aanbouw [APPENDIX 3].
- Met het realiseren van windparken wordt een kabel tracé naar de wal aangelegd dan wel voorzien. Deze kabels beperken de mogelijkheid tot ankeren buiten de ankergebieden, wat een beperkende factor kan zijn in een noodsituatie. Daarnaast moeten deze leidingen worden aangelegd en gecontroleerd wat voor het nodige werkverkeer in en naast de VSS verkeersbanen zorgt. Dit verkeer hindert het doorgaande verkeer en verhoogt de kans op aanvaringen.
- Gebrek aan uniformiteit ten aanzien van de internationale regelgeving omtrent windparken. Vanuit de enquête wordt 'doorvaart' als enige voorbeeld genoemd. In Nederland geldt inderdaad een verbod op integrale doorvaart van windparken op basis van de waterwet opgestelde, 'Beleidsregel instelling veiligheidszone windparken op zee'. Dit is afwijking van omliggende landen zoals de UK. Daarnaast kunnen in Nederland per windenergiegebied nog aanvullende regels worden opgesteld in een Besluit van Algemene Strekking (BAS) zoals dat is gebeurd voor windenergiegebied Borssele.

4.2.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

De ontwikkeling van de windparken op zee heeft een negatief effect op het huidige veiligheidsniveau van de Noordzee. Dit blijkt onder andere uit de enquête voor algemeen belanghebbenden waarbij de ontwikkeling als onveilig tot zeer onveilig ingeschat (APPENDIX 7). Dit geldt echter voor de ontwikkeling als geheel terwijl er verschillende vormen van impact zijn onderscheiden in de vorige paragraaf 4.2.1, waarbij de impact per vorm kan verschillen.

Turbine aanvaringen/aandrijvingen

Ten aanzien van het aanvaren dan wel aandrijven van windturbines door menselijk of technisch falen (e.g. black-outs) blijkt uit cumulatief kwantitatief onderzoek dat deze aanvaar-/aandrijffrequentie significant toeneemt. Het aantal verwachte incidenten stijgt van 0,1 per jaar in 2019 naar 0,98 per jaar in 2032 [Ref 10.]. Hierbij verschilt het risicoprofiel per windenergiegebied. Windenergiegebieden Hollandse Kust West (HKW) en Borssele hebben het hoogste risicoprofiel per windturbine. Een andere studie waarbij meer integraal verschillende risico-indicatoren zijn gewogen, duidt het gebied tussen gebieden HKW/HKZ/HKN, het gebied tussen windenergiegebied IJmuiden Ver Zuid en HKW en als derde laatste gebied de noordwestkant van Borssele, als zijnde het meest risicovol (zie Figuur 4-2) [Ref 20.].



Figuur 4-2 Cumulatie risico-indicatoren per windenergie-grensgebied 21GW scenario [Ref 20.]

Beperkte ruimte voor slecht weer gedrag / uitwijken / manoeuvreren / drijven / nood-ankeren

De beperkte ruimte voor slecht weer gedrag of uitwijk-/manoeuvreergedrag, wordt door diverse respondenten van de enquête als zorg genoemd. De locatie van de vaarbanen ten opzichte van de turbineposities is tevens een van de belangrijkste redenen van de verhoogde turbine aanvaar- en aandrijffrequentie zoals eerder in deze paragraaf benoemd. De zorg omtrent de beperkte ruimte wordt uitgesproken ondanks de getroffen maatregelen om een minimale afstand/buffer vrij te houden tussen windparken en de VSS verkeersbanen.

De vrije ruimte tussen de VSS verkeersbanen en de windparken was een vaste afstand van 2nm maar later (2013) is beleidsmatig ruimte ontstaan om deze afstand te variëren tussen de 1nm en 2nm, afhankelijk van het maatgevende schip dat passeert [Ref 21.].

Ook de Onderzoeksraad Voor Veiligheid (OVV) concludeert dat de huidige bufferzone tussen windparken en VSS verkeersbanen mogelijk onvoldoende manoeuvreerruimte biedt voor bepaalde schepen in slecht weer condities [Ref 21.].

In de vrije ruimte rondom windparken mag wel worden gevaren, er bestaat geen wettelijk verplichting om gebruik te maken van de VSS verkeersbanen (daargelaten regel 10 van de COLREGS). Uit de jaarlijkse AIS monitor naar het gebruik van de Noordzee blijkt dat schepen dan ook deze vrije ruimte tussen VSS verkeersbanen en windparken soms gebruiken [Ref 4.]. Uitgaande van dat sprake is van goed zeemanschap, wordt de effectiviteit van deze bufferzones hierdoor beïnvloed.

De mogelijke oorzaak of reden waardoor route gebonden schepen de ruimte naast de VSS verkeersbanen bedoeld en onbedoeld gebruiken is divers zo blijkt uit reacties op de enquête en literatuur:

- Geen koers kunnen houden bij slecht weer;
- Koersoptimalisatie;
- Nood-ankeren;
- Ruimte houden ten opzichte van ander verkeer;
- Storm uitrijden / gaande houden;
- Menselijke (navigatie) fout;
- Technisch falen van het schip;
- Uitvoeren reparaties;
- Uitwijkmanoeuvres door een ontmoetingssituatie tussen meerdere schepen (rondtorn, oplopen, kruisen, etc.).

Of er sprake is van voldoende buffer/uitwijk ruimte is eveneens afhankelijk van diverse factoren, zoals onder andere [Ref 20.]:

- Weergevoeligheid van aanwezige schepen/lading voor bepaalde omgevingscondities;
- Gebruik bufferruimte door aanleg/onderzoek/vis/overige activiteiten;
- Richting dominante weerscondities in relatie tot koers schip en de bufferruimtes;
- Aanwezige overige (vaste) objecten;
- Verkeersintensiteit ter plaatse;
- Ankermogelijkheden in verband met aanwezige kabels en leidingen;
- Een combinatie van bovenstaande factoren.

Resumerend kan gesteld worden dat voldoende beschikbare buffer/uitwijkruimte cruciaal is. Daarbij geeft de OvV aandachtspunten ten aanzien van de huidige (voorzien) bufferzones rondom windparken. Een heroverweging van de beschikbare buffer/uitwijkruimte is wenselijk. Hierbij dienen alle mogelijke genoemde oorzaken/redenen van gebruik worden meegewogen.

Intensivering/verplaatsing scheepvaartverkeer

Zoals in de vorige paragraaf 4.2.2 beschreven zal door de komst van de windparken sprake zijn van een verhoogd aantal scheepsontmoetingen. Het effect hiervan op de kans dat twee schepen elkaar aanvaren wordt als beperkt (minder dan 1% verandering ten opzichte van het huidige veiligheidsniveau) ingeschat [Ref 10.].

Hierbij is echter geen rekening gehouden met de cumulatieve toename van het scheepvaartverkeer, zijnde aanleg- en onderhoudsverkeer voor de diverse windparken. Hoewel de intensiteit van dit onderhoudsverkeer wel wordt gemonitord voor de gerealiseerde windparken [Ref 4.], is het effect op het nautische veiligheidsniveau niet bepaald voor de gehele EEZ voor het 21GW scenario in 2032. Een aandachtspunt hierbij is zowel de kans op een incident als het gevolg van het incident door het mogelijk aantal betrokken personen/personeel.

Intensivering van het scheepvaartverkeer buiten de windenergiegebieden kan ertoe leiden dat de aanvaar-/aandrijffrequentie van bestaande platformen verandert. Ook dit is kwantitatief geanalyseerd in de eerder aangehaalde studie [Ref 10.]. Hieruit blijkt dat op het niveau van de gehele EEZ het effect van het 21GW scenario op de aanvaar-/aandrijffrequentie van bestaande platformen verwaarloosbaar is, dan wel sprake is van een licht verbeterd risicoprofiel. Ook hier is echter toename van toekomstig onderhoudsverkeer niet meegenomen in de modellering.

Effectiviteit reddingsdiensten

Reddingsdiensten dragen bij aan het verlagen van de risico's die het realiseren van windparken op zee met zich meebrengen. Naarmate de windparken verder van de kust af liggen hebben reddingsdiensten meer tijd nodig om het park dan wel het incident te bereiken. Hierdoor wordt onder andere de responsetijd negatief beïnvloed. Uit onderzoek naar SAR ver op zee komen wel de nodige kansen en aanbevelingen om de reddingcapaciteit te vergroten, dan wel optimaler in te zetten [Ref 17.]. De (effectiviteit van) specifieke maatregelen die reddingsdiensten ter beschikking hebben wordt nader toegelicht in de volgende paragraaf.

Eenduidigheid regels

In hoeverre tussen landen afwijkende regels omtrent gebruik van windparken voor een verhoogd risico zorgt, is niet uit de literatuur naar voren gekomen. Uit de enquête wordt alleen door de recreanten dit als een verhoogd risico aangedragen. Zij zijn met o.a. de visserij wel een Noordzee-gebruikersgroep die van de ruimte tussen de windturbines gebruik zouden kunnen maken.

4.2.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

De ontwikkeling van windparken op zee betreft een beleidsmatige niet-autonome ontwikkeling om te kunnen voldoen aan het Klimaatakkoord. Op verschillende beleidsniveaus is onderzoek gedaan naar de effecten van windparken op zee op scheepvaartveiligheid. Zowel voor de Noordzee als geheel en de verschillende Wind op Zee Routekaarten als bij de individuele kavelbesluiten per windpark. In deze studies is ook aandacht gegeven aan de mogelijke mitigatie van de scheepvaarttrisico's. In 2019 zijn de mogelijke mitigerende maatregelen ook beoordeeld aan hand van expertbeoordelingen [Ref 1.]. Mede aan hand hiervan is een maatregelenpakket samengesteld waarvan de implementatie in 2020 is gestart [Ref 21.]:

- Vessel Traffic Management/Monitoring (VTM/VTMon);
- Extra sensoren in en om de parken;
- Extra markering in de parken;
- Extra monitoring, toezicht en handhaving op doorvaart en medegebruik;
- Extra Search and Rescue-capaciteit;
- Extra oliebestrijdingscapaciteit;
- Emergency Response Towing Vessel (noodsleepboot);
- Monitoring en onderzoeksprogramma Wind op Zee (MOSWOZ).

In MOSWOZ wordt onder andere onderzocht of aanvullende maatregelen nodig zijn. Na afronding van de eerste MOSWOZ termijn in 2024, zal ook een evaluatie worden gedaan van de effectiviteit van maatregelen [Ref 21.].

Vanuit de enquête, consultaties en literatuur is een breed spectrum aan mogelijke aanvullende mitigerende maatregelen naar voren gekomen die in Hoofdstuk 6 nader worden toegelicht. Veel maatregelen beogen een algehele verbetering van het veiligheidsniveau op de Noordzee en zijn daarmee niet direct gerelateerd aan windparken op zee. Maatregelen die genoemd worden en gelieerd kunnen worden aan windparken dan wel aan de reeds getroffen maatregelen voor windparken, zijn:

- Vessel Traffic Service Noordzee (VTMon uitbreiding), zijnde een vergaande regulering van het scheepvaartverkeer over de Noordzee door middel van meldplicht, dwingende aanwijzingen en weersafhankelijk VSS gebruik;
- Fysieke barrières (vangrails) ter bescherming van schepen en vaste objecten;
- Anomalie detectie ter ondersteuning van de VTMon operator;
- Meer aandacht voor scheepvaartveiligheid bij maritieme ruimtelijke planning, door o.a. 'places of refuge', 'No anchoring areas' en vergroten afstanden tussen VSS verkeersbanen en windparken;
- Ontwerpaanpassingen (turbines/schepen) om de impact van incidenten te verkleinen;
- Slim sleepverbindingssysteem om effectiviteit ERTV's te verhogen;
- Schepen dan wel vaste objecten uitrusten met aanvaar-waarschuwingssystemen.

4.2.4 Kennisleemten

Binnen MOSWOZ wordt momenteel onderzoek gedaan naar de volgende kennisleemten [Ref 21.]:

- De effecten van veranderingen in weers- en wateromstandigheden door windparken en het effect daarvan op scheepvaartveiligheid;
- De gevolgen als een schip tegen een windturbine vaart of drijft;
- De optimale inzet van meerdere ERTV's;
- De risico's van doorvaart door windparken;
- De inrichting van verkeersbegeleiding op de Noordzee (*Vessel Traffic Monitoring*);
- De impact van windparken op de crisisorganisatie voor de Noordzee;
- De aanpak van buurlanden op het gebied van beleid en beheer.

Voor zover bekend wordt momenteel nog geen onderzoek gedaan naar de totale impact van het toenemende bestemmingsverkeer van/naar windparken, zowel binnen de windenergiegebieden als daarbuiten.

4.2.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor de ontwikkeling van windparken op zee er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Sterk negatieve invloed (veel onveiliger)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Niet-autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.3 Ontwikkeling: Extra infrastructuur/functies Noordzee (zijnde geen windparken)

Binnen deze paragraaf worden een aantal ontwikkelingen gebundeld waarbij in alle gevallen sprake is van toevoeging van functies op zee:

- Carbon Capture & Storage (CCS) Noordzee;
- Aquacultuur (o.a. kweek zeewier/mosselen) (paragraaf
- Drijvende zonnecellen;
- Overige hernieuwbare energie systemen zoals golf en getijde converters;
- Energiehubs/-eilanden.

Veel van deze ontwikkelingen betreffen een uitwerking van de globale trend om de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer te verminderen dan wel de uitstoot van CO₂ te beperken (paragrafen 3.4 en 3.5) en zijn onderdeel van de energietransitie.

4.3.1 Nautische context

Bij CCS wordt CO₂ afgevangen, getransporteerd en opgeslagen in lege gasvelden onder de Noordzee. Voorbeelden van huidige CCS projecten zijn het Porthos project en het Aramis project. Bij het Porthos project wordt CO₂ van de Rotterdamse haven afgevangen en via een 20 kilometer lange pijpleiding naar een bestaand platform P18-A in de Noordzee gebracht [Ref 29.]. Dit platform wordt omgebouwd om de CO₂ in uitgeproduceerde gasvelden te injecteren. Dit project is naar verwachting in 2026 operationeel. Het Aramis project is vergelijkbaar, het beoogt ook hetzelfde compressorstation te gebruiken als Porthos, maar het betreft andere platforms en opslagvelden. Voor het Aramis project wordt ook de bouw van een nieuw niet bestaand distributieplatform beoogd [Ref 30.].

In het Programma Noordzee 2022-2027 (PNZ) wordt medegebruik van windparken voorzien, waaronder drijvende zonnecellen [Ref 35.]. In 2023 is door MARIN een verkennend onderzoek [Ref 15.] uitgevoerd naar de nautische risico's van het toestaan van aquacultuur (mossel- en zeewierkweek) en drijvende zonnecellen binnen offshore windparken. Dit is gedaan door een combinatie van literatuur onderzoek en consultaties van diverse betrokken partijen. Uit de inventarisatie van de systemen blijkt dat sprake is van een innovatiemarkt. Veel genoemde systemen zijn het resultaat van onderzoek en nog relatief weinig systemen zijn de testfase gepasseerd. Een voorbeeld van wel een concreet project is het zonnepark in windenergiegebied Hollandse Kust West (HKW). Naar eigen zeggen gaat Solarduck hier het grootste drijvende offshore zonnecellenpark realiseren in samenwerking met RWE [Ref 36.]. Naar verwachting zal dit park in 2026 operationeel zijn.

De ontwikkeling van aquacultuur binnen windparken is beschreven in paragraaf 5.2.

Net als voor drijvende zonnecellen worden ook andere hernieuwbare energie bronnen zoals golf- en getijdeenergie genoemd in het PNZ. Zover bekend zijn hiervan nog geen concrete projecten op de Noordzee.

Een laatste ruimtevrager die in het PNZ in het kader van de energietransitie wordt benoemd, zijn de zogenaamde energie-eilanden. Gebieden op zee voor op- en overslag van energie. Naarmate windparken verder offshore liggen en er meer zon- en windenergie op zee wordt opgewekt, komt onder andere waterstof in beeld als medium voor energieopslag en -transport. Een ander mogelijke functie van een energie-eiland is het bunkeren van schepen. Omdat alternatieve energiebronnen voor de voortstuwing een lagere energiedichtheid hebben kunnen schepen minder ver varen op basis van vergelijkbare bunkercapaciteit. Mogelijk ontstaan hierdoor gewijzigde bunkerpatronen waarbij bunkeren op zee, halverwege de route, wenselijk is.

Energie-eilanden zijn momenteel vooral onderwerp van onderzoek maar worden voor zover bekend niet in het Nederlandse deel van de Noordzee op korte termijn voorzien. In België wordt wel een op de zeebodem gefundeerd energie-eiland van 6 ha groot ten midden van offshore windparken gerealiseerd.

Middels dit eiland wordt de stroom van de omliggende windparken naar de kust gebracht maar ook worden connectoren voorzien voor uitwisseling van energie met buurlanden [Ref 37.].

4.3.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Bij realisatie van nieuwe CCS platformen geldt dat de kans op het aanvaren van een object wordt vergroot, net als dat bij andere gas-/olieplatformen en windturbines het geval is. Nieuw aan te leggen leidingen beperken de mogelijkheid tot ankeren buiten de ankergebieden, wat een beperkende factor kan zijn in een noodsituatie. De aanleg en inspectie van de leidingen brengt, afhankelijk van de locatie in meer of minder mate, een veiligheidsrisico met zich mee.

Voor alle drijvende hernieuwbare energiebronnen binnen windparken, zoals zonnecellen als getijdesystemen, gelden de effecten zoals in onderzoek naar medegebruik naar voren zijn gekomen [Ref 15.] en beknopt zijn genoemd bij mossel- en zeewierkweek binnen windparken (paragraaf 5.2). Ditzelfde geldt ook voor energie-eilanden voor zover het drijvende eilanden betreft.

Voor hernieuwbare energiebronnen en energie-eilanden buiten windparken of gefixeerd op de bodem, gelden een aantal aandachtspunten zoals gegeven bij windparken in paragraaf 4.2:

- Kans op aanvaringen/aandrijvingen;
- Intensivering/verplaatsing scheepvaartverkeer;
- In geval van drijvende objecten: het losslaan en drift van de systemen door toepassing van de systemen in ruig water, daarnaast is de zichtbaarheid van de systemen en afmeerlijnen een aandachtspunt.

4.3.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

Net als bij de ontwikkeling van windparken op zee betreft het hier beleidsmatige niet-autonome ontwikkelingen. Dit onder andere met als doel uitvoering te geven aan de doelstellingen om de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer te verminderen dan wel de uitstoot van CO₂ te beperken.

De in paragraaf 4.2.3 en paragraaf 5.2.3 genoemde mogelijke mitigerende maatregelen zijn ook hier onverminderd van toepassing.

4.3.4 Kennisleemten

Ten aanzien van de CCS infrastructuur zijn er geen kennisleemten qua nautische veiligheid.

Voor hernieuwbare energiebronnen geldt een systeemafhankelijkheid qua impact op de scheepvaartveiligheid. Zowel qua impact van een aanvaring, benodigd ankersysteem als benodigd onderhoudsverkeer.

De impact van energie-eilanden op de nautische veiligheid zijn afhankelijk van de functies van het eiland en daarmee het aantrekkende verkeer, de grootte en de locatie.

4.3.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor extra infrastructuur op de Noordzee (zijnde geen windparken), er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Sterk negatieve invloed (veel onveiliger)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Middellang tot lang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Niet-autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.4 Ontwikkeling: kwaliteit bemanning

Dat de kwaliteit van de bemanning onder druk staat komt prominent naar voren uit de enquête onder algemeen belanghebbenden. Dit krijgt een hoge score voor wat betreft de impact op de scheepvaartveiligheid. De verschillende overwegingen hierbij worden in de volgende paragraaf toegelicht.

4.4.1 Nautische context

Voor de Nederlandse situatie geldt dat in de breedte sprake is van krapte op de arbeidsmarkt als gevolg van onder andere de vergrijzing. Voor het Loodswezen Scheldemonden geldt bijvoorbeeld dat binnen 10 jaar 75 van de 165 loodsen met pensioen gaat [Ref 23.]. Om deze reden komt het Loodswezen met een verkorte opleiding. Zoals in paragraaf 3.15.1 benoemd is een verschuiving te verwachten van arbeidskrachten vanuit Afrika en het Midden-Oosten naar het westen. Kenmerkend voor de zeevaart is de internationale samenstelling van de bemanning, vier van vijf landen die de meeste zeevarenden leveren bevinden zich in Azië, met de Filippijnen op de eerste plaats [Ref 31.]. Ofwel de samenstelling van de bemanning staat onder directe invloed van de mondiale ontwikkeling van de arbeidsbevolking (paragraaf 3.15).

Uit de enquête komen nog de volgende overwegingen waarom de kwaliteit van bemanning onder druk staat:

- Krapte op de arbeidsmarkt leidt in sommige sectoren tot verlaging van de kwaliteitsstandaard, zie het Loodswezen-voorbeeld als hierboven geschetst.
- Een combinatie van een minimale (STWC) opleidingsniveau, minimale internationale communicatievaardigheden, onbekendheid met de meer complexe situatie op de Noordzee, kan leiden tot niet navolgen COLREGS, miscommunicatie en verkeerde beslissingen.
- De mate van ervaring aan boord neemt af [Ref 27.].
- De inzet van alternatieve aandrijving en brandstof vraagt van het personeel andere competenties dan nodig zijn bij de inzet van een conventionele dieselmotor op zware stookolie of dieselloolie [Ref 32.].
- Ondanks IMO aandacht voor internationale opleidingsnormen, zijn training regimes en beoordelingen niet consistent en kunnen leiden tot verschillen in competentie van bemanning en officieren [Ref 27.].
- Taalbarrières worden ook genoemd als potentiële risico's, gezien de afhankelijkheid van het Engels als de 'taal van de zeeën'. Met steeds meer multinationale bemanningen bezorgdheid geuit over communicatie in noodgevallen, of zelfs misverstanden bij routineoperaties [Ref 27.].
- Bemanning heeft teveel taken (overige procedures en administratie) die zorgen voor een hoge werkdruk en kunnen afleiden van de primaire navigatietaken.
- Een minimale crew in combinatie met een hoge werkdruk leidt tot vermoeiing en daarmee tot mogelijk verminderde aandacht en mogelijk verkeerde beslissingen.
- Grote hoeveelheid data/informatie op de brug kan enerzijds leiden tot betere omgevingsbewustzijn en besluitvorming, anderzijds bestaat een risico tot teveel informatie zonder goed begrip van (on)mogelijkheden van bronsystemen om te komen tot een juiste interpretatie.
- Digitalisering stelt andere en hogere eisen aan de competenties van varend en walpersoneel [Ref 32.].
- Een toenemende commerciële druk en sturing vanaf de wal beïnvloeden de afweging tussen verantwoorde en minder verantwoorde keuzen aan boord.
- Minder vakbekwame en goed opgeleide bemanning is meer afhankelijk van de ondersteunende (navigatie)technologie aan boord en daarmee afhankelijk van het goed functioneren daarvan.
- Meer mensen zonder nautische achtergrond op zee vanwege het onderhoud aan windturbines (zie ook paragraaf 4.2.2).

4.4.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Uit onderzoek van verzekeraar Allianz naar scheepsongevallen van 1912 tot 2012 blijkt dat in 75% tot 96% van de maritieme ongevallen sprake is van menselijk falen [Ref 27.]. Anders gezegd betekent dit dat bij veel scheepsongevallen, de mens het incident niet heeft kunnen voorkomen. In het onderzoek van Allianz worden concurrentiedruk (vaak vanaf de wal) en vermoeidheid vaak genoemd als belangrijke oorzaken. Vermoeidheid is met name een punt van zorg in drukke scheepvaartgebieden zoals de Oostzee waar bemanning weinig tijd hebben om te rusten tussen dienstperiodes door [Ref 27.]. Dit geldt ook voor het korte afstandsvervoer tussen Nederlandse, Britse, Belgische en Duitse havens. Vaak is ontstaan een incident door een combinatie van meerdere factoren zoals bijvoorbeeld een beperkt voortstuwingsvermogen in combinatie met miscommunicatie en slecht weer.

Vanuit de enquête heeft afnemende kwaliteit van de bemanning een negatief tot zeer negatief effect op het nautische veiligheidsniveau, ofwel het wordt hierdoor onveilig.

4.4.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

Veel van de mogelijk achterliggende redenen voor de afnemende kwaliteit van de bemanning zijn processen waar de Nederlandse overheid weinig invloed op heeft. Vanuit het onderzoek van Allianz blijkt dat opleidingsverschillen blijven bestaan ondanks de minimale internationale STWC normeringen [Ref 27.]. Opleidingsniveaus en werkomstandigheden aan boord worden gecontroleerd door middel van Port State Control waarvan de uitvoering bij het ILT (Inspectie Leefomgeving en Transport) ligt. Hierbij worden schepen in Nederlandse havens gecontroleerd op naleving van internationale verdragen. Schepen voor anker binnen de territoriale wateren vallen momenteel niet onder dit toezicht. Ditzelfde geldt uiteraard voor schepen die überhaupt niet binnen de territoriale wateren komen maar via de Noordzee de territoriale wateren passeren.

Op basis van de bezorgdheid vanuit de enquête en het belang van de menselijke factor bij nautische ongevallen kan het volgende worden overwogen:

- Verhogen minimale STWC opleiding en communicatie eisen via de IMO.
- Opschalen reikwijdte van de ILT inspecties (ook ankergebieden, uitgebreidere controles/assessments, extra aandacht voor rusttijden korte afstandsvervoer).
- Waarborgen van de kwaliteit van de Nederlandse nautische opleidingen.
- Bevorderen van de toestroom van studenten naar deze nautische opleidingen.
- Verhogen 'situational awareness' van kapiteins/stuurlui door inzet Noordzeeloodsen, ondersteunende technologieën, VTMon assistentie, VTS services voor gehele EEZ of andere operationele modus van schepen op de Noordzee.
- Waar het Nederlandse wetgeving betreft (o.a. arbeidsrecht) de minimale opleidings-/trainingseisen voor personeel op zee.
- (opleiding) Eisen stellen aan recreatievaart voor wat betreft het gebruik van de territoriale wateren en omgaan met ontmoetingen met overige zeevaart.

Uit het literatuuronderzoek komen ook kansen naar voren die XR kunnen bieden ter ondersteuning aan bemanning, zie paragraaf 3.10. De mogelijke rol van de Nederlandse overheid bij het uitwerken en standaardiseren hiervan wordt in voorliggende studie niet geadresseerd.

4.4.4 Kennisleemten

Niet direct duidelijk is geworden in welke mate de kwaliteit van de bemanning onder druk staat als gevolg van de vergrijzing in relatie tot de continue zorg omtrent dit punt. Een continue zorg die recent door de OVV is onderstreept in een publicatie waarin het belang van risicobewustzijn aan boord wordt benadrukt aan hand van een aantal concrete ongevallen [Ref 22.].

Qua mitigatie worden op basis van literatuur en enquête resultaten wel suggesties gedaan in paragraaf 4.4.3 maar het precieze handelingsperspectief voor de Nederlandse overheid, al dan niet in samenwerking met omliggende landen, en de effectiviteit van handelen dient nader te worden onderzocht.

4.4.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel ten aanzien van de kwaliteit van bemanning er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Negatief tot sterk negatieve invloed (onveiliger)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Grotendeels autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Met name t.a.v. mitigatie</i>

4.5 Ontwikkeling: extremere omgevingscondities

Een van de mogelijke gevolgen van klimaatverandering zijn extremere omgevingscondities (wind, stroom en golven). Zie hiervoor ook de omschrijving van de globale trend 'klimaatverandering' in paragraaf 3.1.

4.5.1 Nautische context

Klimaat effecten kunnen de vaarcondities op de Noordzee en in de havengebieden veranderen. Dit kan de kans op scheepsongevallen en de gevolgen ervan beïnvloeden. Voorbeelden van klimaat effecten zijn de opwarming van het zeewater en de zeespiegelstijging. Het KNMI heeft recent de resultaten gegeven van verschillende klimaatscenario's [Ref 33.]. Vooral de intensiteit en frequentie van neerslag, droogte en hitte wordt groter, terwijl de hoeveelheid mist minder wordt. De modellen voorspellen geen significante verandering in wind- en golfcondities, maar de beleving van experts is dat er wel degelijk sprake is van toename in frequentie en intensiteit van deze condities [Ref 34.]. Dit laatste is ook wat vanuit respons op de enquête herhaaldelijk wordt aangegeven.

4.5.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Extremere weerscondities hebben direct invloed op de kans van optreden en de gevolgen van scheepsongevallen [Ref 34.]. Mist en neerslag kunnen het visuele zicht beperken. Hitte kan risico verhogend zijn door verlaagd attentieniveau van de bemanning, en bovendien kan het drukker zijn met recreatievaart. Door wind kunnen schepen eerder bij elkaar in de buurt komen, kunnen ankerliggers gaan drijven, en worden manoeuvres complexer. Hogere golven bemoeilijken de vaaromstandigheden, en kunnen -net als regen- zorgen voor wateroverlast aan boord. Ook zullen schepen iets vaker niet bestand zijn tegen het weer. Schepen zijn namelijk ontworpen om bestand te zijn tegen een storm die naar verwachting eens in de 100 jaar voorkomt (ontwerpstorm). Maar als de frequentie en hevigheid van de stormen toeneemt dan betekent dat de ontwerpstorm verandert en daarmee de veiligheidsnorm voor schepen [Ref 32.]. Bovendien wordt verwacht dat in de toekomst het stormseizoen meer zal overlappen met het recreatieseizoen [Ref 34.]. De directe effecten van de veranderende weerscondities op zee zijn klein; zelfs in meest ongunstige klimaatscenario's wordt maximaal 6% meer ongevalsrisico op de Noordzee berekend [Ref 34.]. Het meest gevoelig daarin zijn visserij schepen en recreatievaart.

Wat echter niet meegenomen is in deze analyse zijn de indirecte gevolgen van klimaatverandering. Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) benoemt deze zonder ze te kwantificeren [Ref 32.]. Als gevolg van zeespiegelstijging, opwarming van het zeewater, veranderende zoet-zout gradiënten en extreem hoge of lage afvoeren vanuit de rivieren kunnen stromingscondities veranderen, wat manoeuvreren weer kan bemoeilijken. Een ander gevolg zijn mogelijke beperking bij bruggen, sluisen, hoogwaterkeringen of haveningangen. Ze zijn vaker dicht wegens bijvoorbeeld zoutindringing, te groot verval, of uitzetting brugdek, met als gevolg langere wachttijden, extra drukte in ankergebieden, of

schepen die andere routes kiezen. Verder kan zeespiegelstijging nog zorgen voor meer kielspeling en juist beperkingen in doorvaarthoogte. Een ander effect van opwarming van de oceaan is dat er ijs smelt waardoor de Arctische scheepvaartroutes (NZR) toegankelijker worden, en er dus alternatieve routes beschikbaar komen. Wegens breedte- en diepgangbeperkingen zal dit niet direct van toepassing zijn op containerschepen, maar wel op kleinere schepen.

4.5.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

Klimaatverandering is een autonoom proces. Zelfs al zou de wereld zich houden aan het Klimaatakkoord, dan nog zullen de klimaateffecten merkbaar zijn. Wel kunnen er maatregelen genomen worden om de maritieme sector aan te passen aan de klimaateffecten. De ontwerpstorm kan bijvoorbeeld opnieuw gedefinieerd worden, zodat schepen aan strengere sterkte-eisen moeten voldoen, en dus beter tegen extreem weer bestand zijn [Ref 32.]. Ook kan het meten van omstandigheden, het gebruiken van goede voorspellingsmodellen, en het goed communiceren hierover essentieel zijn voor schepen om slechte omstandigheden te vermijden [Ref 34.].

4.5.4 Kennisleemten

Het KNMI heeft de klimaateffecten voor Nederland gekwantificeerd [Ref 33.]. Er bestaat een grote onzekerheid in alle klimaatscenario's, ook omdat ze zijn voor Nederland als geheel, en niet specifiek de Noordzee. In [Ref 34.] worden de ongevalsrisico's die door de verschillende klimaateffecten beïnvloed worden gekwantificeerd, maar dit onderzoek heeft wel zijn begrenzings. Zo worden de klimaateffecten alleen geprojecteerd op de huidige situatie, en dus niet in relatie tot andere ontwikkelingen. Bovendien worden alleen de directe effecten meegenomen, en alleen het gevolg daarvan op de top-risico's (10 belangrijkste risico's) worden gekwantificeerd. Daarbij is dus niet onderzocht of een nu nog klein risico dusdanig toeneemt dat het ook een top-risico wordt.

4.5.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor extreme omgevingscondities er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Negatieve invloed (onveiliger)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Middellang tot lang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.6 Ontwikkeling: beperking CO₂ uitstoot schepen – alternatieve brandstoffen

Naast energiebesparing kan het vervangen van fossiele brandstoffen door accu's of schone brandstoffen een substantiële bijdrage leveren aan CO₂-reductie vanuit de maritieme sector (zie ook paragraaf 3.6). Er zijn de nodige ontwikkelingen gaande om de fossiele brandstoffen te vervangen door een duurzaam alternatief. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) heeft een roadmap voor de brandstoftransitie in de Zeevaart ontwikkeld in samenwerking met de markt, kennisinstellingen en de Rijksoverheid [Ref 39.]. Ook in de recreatieve sector zijn deze ontwikkelingen gaande [Ref 38.].

4.6.1 Nautische context

Op kleine schaal wordt al geëxperimenteerd met brandstoffen als ammoniak, bio-methaan, en methanol, en de verwachting is dat in 2050 meer de helft van de schepen op een van deze brandstoffen zal varen [Ref 41.]. Daarnaast zullen ook schepen worden voorzien van een aandrijfmechanisme met elektromotoren, aangedreven door een accu [Ref 42.] of brandstofcellen [Ref 40.]. Vanuit de consultaties is de verwachting uitgesproken dat waterstof vooral voor short sea shipping (relatief korte afstanden langs de kust tussen landen in hetzelfde continent) gebruikt zal worden en methanol voor

deep sea shipping (intercontinentaal lange afstand transport waarbij oceanen worden overgestoken). Een overzicht van de huidige en toekomstige toepassingen wordt gegeven in APPENDIX 15.

In de brandstoftransitie-roadmap van het RVO wordt ook duidelijk gemaakt dat met de kennis van nu het maar beperkt mogelijk is om duidelijkheid te bieden over de rol van energiedragers en technieken richting 2050 [Ref 39.]. Waarschijnlijk zal de brandstofmix van de zeevaart bestaan uit een combinatie van verschillende opties. Dit enerzijds door concurrentie op de markt voor biobrandstoffen en hernieuwbare elektriciteit door vraag vanuit andere sectoren, en anderzijds doordat zeevaart uitermate divers van aard is waardoor scheepstypes zich niet makkelijk eenduidig laten karakteriseren (o.a. qua operationele eisen). Uitdagingen die de brandstoftransitie met zich meebrengt [Ref 39.]:

- Toenemende kosten: de huidige productie kosten van alternatieve brandstoffen zijn significant hoger dan die van de conventionele scheepsbrandstoffen.
- Lange termijn onzekerheden: onzekerheden over o.a. beschikbaarheid en prijs van alternatieve energiedragers beïnvloeden huidige investeringsbeslissingen.
- Benodigde infrastructuur: een ketenbrede samenwerking en risicodeling is nodig voor ontwikkeling, installatie en toepassing van innovaties.

Door de transitie naar alternatieve brandstoffen worden routes en activiteiten op zee beïnvloed (zie ook paragraaf 4.12). Productie en transport van schone brandstoffen vindt over het algemeen meer regionaal plaats, en zijn ook vaker seizoensgebonden. Bijvoorbeeld het 'oogsten van biomassa', of het produceren van waterstof en ammoniak, waar veel (hernieuwbare) energie voor nodig is.

Door de transitie naar alternatieve brandstoffen worden ook activiteiten op zee beïnvloed. Een lagere energiedichtheid vraagt om aangepast bunkergedrag. Eerste offshore bunker initiatieven worden ontplooid, een voorbeeld hiervan zijn zogenaamde 'stopcontacten op zee' waarbij elektrische schepen van stroom kunnen worden voorzien. Een concreet project is een oplaadsysteem voor elektrische schepen in het Belgische windpark Nobelwind [Ref 43.].

4.6.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Door de grote onzekerheden rondom de toepassing van alternatieve brandstoffen geldt dit ook voor het effect op het risiconiveau van de Noordzee. Een overzicht van de mogelijke effecten van de verschillende (transitie)brandstoffen op de veiligheid van het schip is benoemd in de roadmap van het RVO en samengevat opgenomen in APPENDIX 15 [Ref 39.]. In het algemeen bestaan een aantal observaties:

- Transport van waterstof vereist hoge druk en/of lage temperatuur. Als het vrijkomt kan door de extreme brandbaarheid van waterstof brand of explosie ontstaan [Ref 39.].
- Methanol en ammoniak zijn beide toxisch, wat de kans op toxische incidenten vergroot.
- Ammoniak is zeer goed oplosbaar in water en vormt een gevaar voor waterorganismen.
- Voor methanol en waterstof geldt dat al wel schepen bestaan die hierop varen maar scheepsveiligheidseisen/-standaarden en regels zijn nog niet definitief vastgelegd [Ref 39.].
- Gebruik bio-brandstoffen zoals FAME in bestaande scheepsmotoren vraagt extra onderhoud om o.a. verstopping van brandstoftoevoer te voorkomen. Daarnaast zijn deze brandstoffen niet allemaal even goed lang houdbaar [Ref 39.]. Hierdoor kan uitval van voortstuwing ontstaan.
- Brandstoffen zoals methanol, ethanol en waterstof hebben corrosief karakter waardoor brandstofsysteem aangepast moeten worden [Ref 39.].
- Het aantal op LNG varende schepen neemt toe waarbij door de eigenschappen (laag vlampunt, explosie risico) van LNG extra veiligheidsmaatregelen gelden vanuit de IGF code [Ref 39.].
- De tankervloot veroudert omdat men niet goed weet hoe de transitie naar alternatieve brandstoffen gaat verlopen.

Nieuwe brandstoffen betekent in veel gevallen nieuwe systemen en ook complexe systemen waarbij meerdere brandstoffen gebruikt kunnen worden. Een vraag die vanuit nautische veiligheid perspectief

gesteld kan worden: welk effect heeft deze transitie op het aantal driftende schepen (uitval van systemen) en de drifttijd (reparatietijd) van deze schepen?

4.6.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

De invloed van de Nederlandse overheid op internationale wet en regelgeving is beperkt. Het is van belang dat scheepsveiligheidseisen/-standaarden en regels tijdig bestaan en worden nageleefd door controles (Port State Control). Bemanning dient te worden opgeleid dan wel uitgebreid met andere expertises aan boord om met de nieuwe systemen om te gaan. Maar ook de reddingsdiensten dienen te worden uitgerust met voldoende kennis en middelen voor adequate incidentenbestrijding, dit gezien alle mogelijk aanwezige typen brandstoffen en de verschillende gevaren daarvan.

4.6.4 Kennisleemten

De ontwikkeling van het gebruik van schone brandstoffen en elektrische motoren zijn volop gaande. Er zijn echter grote onzekerheden in de schaal waarop specifieke brandstoffen in de toekomst gebruikt kunnen worden.

Het effect dat de nieuwe brandstoffen en systemen gaan hebben op het aantal driftende schepen op de Noordzee is een punt van zorg.

Ditzelfde geldt voor de effecten van incidenten, in hoeverre volstaan veiligheidssystemen aan boord bij aanvaringen/aandrijvingen tussen schepen onderling of tussen schepen en objecten.

Omdat veel infrastructuur nog niet bestaat en ontwikkeld moet worden is de vraag hoe deze brandstoftransitie zich vertaalt naar veranderende scheepvaartintensiteiten/-routes. In het verlengde hiervan geldt de vraag wat het effect is van de infrastructuur op zee voor het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee.

4.6.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor alternatieve brandstoffen er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Negatieve invloed (onveilig)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Grotendeels autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.7 Ontwikkeling: beperking CO₂ uitstoot schepen – (gedeeltelijke) windvoortstuwing

Naast schonere brandstoffen kan energiebesparing door gebruik te maken van (gedeeltelijke) windvoortstuwing een bijdrage leveren aan CO₂-reductie vanuit de maritieme sector.

4.7.1 Nautische context

De toepassing van Wind Assisted Propulsion Systems (WASP) groeit, zie Figuur 4-3 voor een overzicht van een aantal systemen. Momenteel zijn er 28 commerciële schepen met WAPS, ca. 50% rotor zeil techniek en met name retrofit [Ref 39.]. De eerste contracten zijn getekend voor sterk aangepaste schepen met wind als primaire aandrijving waarbij een brandstofbesparing van 50% of meer wordt gehaald.

Er zijn kleinere zeilconfiguraties die sneller inpasbaar zijn op een bestaand schip maar deze leveren in het algemeen lagere reducties op. Deze functioneren vaak geautomatiseerd en er is geen extra (opgeleid) personeel aan boord nodig.

Er zijn ook uitgebreidere zeilconfiguraties die vaak alleen bij nieuwbouw mogelijk zijn. Voorbeelden van huidige projecten zijn de SilenSeas, de Neoliner en de Oceanbird. De geaccepteerde impact op het schip en aan boord is hier groter, zo is bijvoorbeeld een aangepast scheepsontwerp nodig.

Marin ziet op basis van de huidige toepassingen dat wind zo'n 5% tot 15% brandstofbesparing op een gemiddeld jaarlijkse basis kan opleveren, bij juiste toepassing. Een studie van het MARIN wijst uit, dat de terugverdientijd van WAPS hiermee nu al richting de 7 jaar gaan, en op korte termijn - als de EU ETS tarieven gaan stijgen – mogelijk zelfs richting de 4 jaar [Ref 39.].

Naast zeilen als extra energiebron voor voortstuwing, wordt ook de mogelijkheid onderzocht om varianten toe te passen bij crew tenders voor dynamic positioning (DP), ofwel voor het op een stilliggende positie houden van het schip [Ref 39.].

De effectiviteit van een WASP systeem hangt af van het type zeil maar ook van de route, windrichting en vaarsnelheid. Dit betekent dat de prestatie van WASP technieken voor een specifiek schip significant kunnen worden vergroot, door de route te optimaliseren. Bijvoorbeeld door weerafhankelijke routeplanning en logistieke optimalisatie.



Figuur 4-3 Overzicht zeiltypen

4.7.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Vanuit een nautisch veiligheidsperspectief bestaan de volgende observaties vanuit de literatuur en consultaties:

- WASP systemen kunnen de manoeuvreerbaarheid van schepen negatief beïnvloeden [Ref 44.].
- Snelheidsverlies en helling hebben geen bijbehorende criteria in MSC.137(76). Dit behoeft aandacht voor schepen met windaandrijving [Ref 44.]. Schepen met initiële slagzij zijn gevoeliger voor kapseizen.
- Koers- en routeoptimalisatie ten behoeve van de voortstuwing gaat waarschijnlijk effect hebben op het vaargedrag en routing van schepen.
- Windvoortstuwing vraagt daarvoor gekwalificeerde bemanning.
- Mogelijk beperken WASP systemen het radar zicht.

WASP is niet naar voren gekomen als onderwerp in de respons op de enquête. Hoewel bovenstaande observaties aanleiding geven om te veronderstellen dat er een negatief effect is op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee, kan dat niet gefundeerd worden op geraadpleegde bronnen.

4.7.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

De invloed van de Nederlandse overheid op internationale wet en regelgeving is beperkt. Het is van belang dat scheepsveiligheidseisen/-standaarden en regels tijdig bestaan. Bemanning dient te worden opgeleid dan wel uitgebreid met andere expertises aan boord om met de nieuwe systemen om te gaan. Overige opties vanuit de geïnventariseerde maatregelen zijn:

- Digitaal intenties delen in verband met afwijkende geoptimaliseerde koers (minder spraakverwarring en daardoor minder gevaarlijke situaties).
- Inzet slimme technologie voor het gebruik van WASP systemen waarbij (system) failure cases worden ondervangen.
- Stabiliteitseisen aan passagierszeilvaart en wind assist schepen.
- Voldoende inzicht in windvelden en verwachte windsnelheid fluctuaties op de brug.

4.7.4 Kennisleemten

De effecten van WASP op de manoeuvreerbaarheid, vaargedrag en stabiliteit zijn nog onderwerp van onderzoek.

4.7.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor WASP systemen er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Mogelijk (komt niet als zodanig uit de enquête respons)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.8 Ontwikkeling: schaalvergroting schepen

4.8.1 Nautische context

Al jarenlang is een trend op de Noordzee waarneembaar waarbij grotere schepen worden gebruikt om goederen te vervoeren, dit blijkt onder andere uit de jaarlijkse AIS monitor [Ref 4.]. Dit geldt voor verschillende sectoren zoals de containervaart, de tankervaart en cruiseschepen.

De grootste containerschepen zijn momenteel 400m lang, 61 meter breed en hebben een capaciteit van meer dan 24.000 TEU. Door de hoogte van deze schepen (> 75 meter) zijn ze in beladen conditie gevoelig voor windbelasting door het grote windoppervlak.

De grootste tankers behoren tot de ULCC (Ultra Large Crude Carrier) categorie met een capaciteit van meer dan 320.000 DWT. De grootste momenteel operationeel zijnde olietanker is 380 meter lang, 68 meter breed en heeft een maximale diepgang van 24 meter [Ref 50.]. Dergelijke grote ULCCs staan bekend vanwege de slechte manoeuvreereigenschappen en massatraagheid.

De grootste cruiseschepen zijn 365 meter lang en bieden plaats voor meer dan 5000 passagiers. De grootste cruiseschepen tellen 18 tot 20 verschillende dekken. Dat maakt cruiseschepen net als grote containerschepen gevoelig voor windbelasting.

Schaalvergroting van schepen betekent overigens niet alleen dat het grootste schip groter wordt, maar betekent met name dat dezelfde vrachtvolumes met gemiddeld steeds grotere schepen wordt vervoerd.

4.8.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Vanuit de enquête komt naar voren dat de genoemde schaalvergroting een nadelig effect heeft op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee, ofwel het wordt onveilig. Redenen die hiervoor worden gegeven:

- Constructieve regelgeving groeit onvoldoende mee met de schaalvergroting van schepen;
- Grote schepen zijn minder goed manoeuvreerbaar;
- Grote schepen zoals containerschepen en cruiseschepen hebben een groot windoppervlak en zijn daarmee gevoeliger voor windbelasting;
- In geval van een incident met groot schip zijn veel mensen/containers/olie/etc. betrokken waarmee de potentiële schade voor mens en milieu groot is;
- Voor diepstekende schepen zoals ULCCs wordt de manoeuvreerbaarheid niet alleen beperkt door de scheepseigenschappen maar ook door de waterdiepte.

4.8.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

De schaalvergroting van schepen is een autonome ontwikkeling. Naar aanleiding van het incident in 2019 met de MSC Zoë waarbij 342 containers zijn verloren boven de Waddeneilanden, wordt door de Kustwacht vaaradvies gegeven aan schepen. Afhankelijk van de afmetingen van het containerschip en de weersomstandigheden wordt geadviseerd de Noordelijke route boven de Waddeneilanden te volgen. Dit advies is vrijblijvend voor een kapitein.

Voor bepaalde typen (beladen) tankers geldt een routing en meldingsplicht waardoor ze verplicht zijn om gebruik te maken van de door de IMO aangestelde diepwaterroutes [Ref 51.].

4.8.4 Kennisleemten

De schaalvergroting van schepen wordt in de respons op de enquête als een actuele ontwikkeling genoemd die een negatief effect heeft op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee. Er is geen recent onderzoek bekend waarbij specifiek de inzet van grote schepen op de Noordzee in kaart is gebracht, met daarbij de mogelijke impact op het nautische veiligheidsniveau.

4.8.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor schaalvergroting van schepen er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Negatieve invloed (onveilig)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Beperkt aanwezig</i>

4.9 Ontwikkeling: toenemende automatisering (autonome) schepen

4.9.1 Nautische context

Automatisering binnen de zeevaart neemt toe met volledige autonome schepen als ultimum. Belangrijke drijfveren voor automatisering zijn kostenbesparing, efficiëntie verhoging, tegengaan personeelstekorten en het minimaliseren van menselijke fouten. Hoewel eerste kleine onderzoekschepen al autonoom rondvaren wordt aan boord van zeeschepen stap voor stap nieuwe innovaties doorgevoerd zoals onder andere hulpmiddelen voor besturing van schepen en informatie uitwisseling tussen schepen. Ook nemen de toepassingen voor vliegende en varende drones toe, voorbeelden zijn levering van onderhoudsgoederen aan windparken en inspecties.

4.9.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Hoewel automatisering en digitalisering de scheepvaart veiliger en efficiënter kunnen maken [Ref 32.], wordt de opkomende automatisering als aandachtspunt benoemd in de respons op de enquête met daarbij de volgende overwegingen:

- Door toenemende automatisering leunt de bemanning op de apparatuur (o.a. ECDIS) en verliest daarbij het contact met wat er fysiek met en rondom het schip gebeurt.
- Het dubbel (redundant) uitvoeren van kritische (geautomatiseerde) systemen aan boord is nog niet standaard en behoeft aandacht.
- (semi) Autonoom varen bevindt zich nog in een experimentele fase waardoor het nodige mis kan gaan. Innovatie en veiligheid kunnen op gespannen voet staan met elkaar.
- Autonoom varen vraagt een andere manier van verkeersbegeleiding (o.a. door VTS en VTMon);
- Door toenemende automatisering zijn er minder mensen aan boord nodig en zijn de effecten bij een incident minder groot qua gewonden/doden.
- Uitdagingen voor de toepassing van technologieën waarbij schepen op afstand worden bedient met behulp van XR vraagt om een dure en betrouwbare internetverbinding op zee [Ref 32.].
- De verhouding tussen de mens en het geautomatiseerde systeem verandert waarbij de mens goed meegenomen dient te worden om daarmee om te kunnen gaan. Anderzijds dienen de systemen te kunnen omgaan met de creatieve inbreng van de mens.
- Toenemende automatisering is kwetsbaar voor security-bedreigingen. Voorbeelden die genoemd zijn is verstoring van het GPS-signaal maar ook hacken van systemen aan boord.
- Onvoldoende aandacht bij scheepseigenaren voor het zwaartepunt van de werklust bij het minimaliseren van de bemanning als gevolg van geautomatiseerde processen. Met als gevolg, een nog hogere werkdruk bij de overblijvende bemanningsleden.
- Drones kunnen een bijdrage leveren bij het mitigeren van incidenten door bijvoorbeeld personen te water op te sporen.
- Drones kunnen 'out-of-controle' raken met mogelijke incidenten tot gevolg.
- De mens aan boord is creatief in het voorkomen van incidenten in ongewone of penibele situaties, waarbij (geautomatiseerde) systemen vooral doen waar ze op ingericht zijn.

Er worden mogelijke aandachtspunten genoemd die kenmerkend zijn voor het huidige stadium van transitie naar autonome schepen, het is lastig om de precieze impact te overzien. De rol van de bemanning in deze transitie zal naar verwachting langzaam veranderen. Mogelijk zijn genoemde aandachtspunten daarmee tijdelijk van aard.

4.9.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

De opkomst van de automatisering is een grotendeels autonome ontwikkeling waarbij de invloed van de Nederlandse overheid beperkt is met betrekking tot de zeevaart. Het op IMO niveau werken aan de volgende aspecten ten behoeve van de nautische veiligheid is een mogelijkheid:

- Redundant uitvoeren van kritische systemen;
- Beschermingsmechanismen tegen (cyber) security dreigingen;
- Aandacht voor werklust aan boord bij geautomatiseerde taken;
- Inzetten van drones voor SAR activiteiten;
- Aandacht voor Human Centered Design (HCD) waarbij de mens in zijn kracht wordt gezet in een geautomatiseerde omgeving.

4.9.4 Kennisleemten

De transitie en onderzoek naar verdergaande automatisering van schepen is volop gaande.

4.9.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor toenemende automatisering van schepen er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Negatieve invloed (onveiliger)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Middellang tot lang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.10 Ontwikkeling: toenemende elektrificatie

Naast de maritieme sector zijn ook andere sectoren bezig met CO₂-reductie en daarmee elektrificatie van producten en processen.

4.10.1 Nautische context

In paragraaf 4.6 is een toelichting gegeven op andere energiedragers ten behoeve van de voortstuwing van schepen. Hier is benoemd dat schepen zullen worden voorzien van een aandrijfmechanisme met elektromotoren, aangedreven door een accu [Ref 42.] of brandstofcellen [Ref 40.].

Naast de elektrificatie van schepen blijkt uit de consultaties dat ook de olie- en gasplatformen op de Noordzee steeds verder worden geëlektrificeerd [APPENDIX 3].

Daarnaast worden steeds meer producten met een accu vervoerd door schepen. Dit kunnen bijvoorbeeld de zogenaamde 'car carriers' type schepen zijn met elektrische auto's aan boord maar ook bijvoorbeeld containerschepen waarbij de containers zijn geladen met accu producten.

Een laatste voorbeeld van elektrificatie op zee zijn de gadgets aan boord van jachten [APPENDIX 3]. Voorbeelden hiervan zijn 'under water scooters' en elektrische hydrofoils.

4.10.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Elektrificatie van processen en objecten op zee/schepen is niet als separaat thema uit de enquête naar voren gekomen en daarmee niet beoordeeld op het effect voor het nautische veiligheidsniveau.

Batterijen kunnen ontbranden en daarmee geeft de toenemende aanwezigheid van batterijen/accu's een verhoogd risico op brandincidenten. Hoewel geen aanleiding bestaat dat batterijen/accu's eerder ontbranden dan andere energiedragers hebben batterijen wel effect op de hitte, brandontwikkeling en de gassen die vrijkomen.

Voor wat betreft elektrificatie van schepen zelf is het risico beperkt omdat specifieke veiligheidsmaatregelen voor batterijen bestaan [Ref 39.]. Veiligheidsmaatregelen zoals batterij monitoring, ventilatiesystemen, blussystemen en isolatie tegen brand.

Niet nader onderzocht is in wat de risico's van zinken van elektrische schepen, dan wel schepen met aanzienlijke accupakketten aan boord, zijn voor het milieu. Mogelijk is dit relevant.

4.10.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

Elektrificatie is een grotendeels autonome ontwikkeling waarbij mitigatie vooral op het niveau van het object/schip zelf dient plaats te vinden. Daarnaast dient aandacht te bestaan voor de brandbestrijding van accubranden.

4.10.4 Kennisleemten

Niet nader onderzocht is in wat de risico's van zinken van elektrische schepen, dan wel schepen met aanzienlijke accupakketten aan boord, zijn voor het milieu. Mogelijk is dit relevant.

4.10.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor elektrificatie er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Mogelijk (komt niet als zodanig uit enquête respons)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.11 Ontwikkeling: internationale spanningen & terrorisme

Geopolitieke ontwikkelingen zoals de oorlog tussen Rusland en Oekraïne hebben de verhoudingen op scherp gezet. Steeds meer aandacht gaat uit naar mogelijke bedreiging van de nationale veiligheid door hybride conflictvoering tussen staten, welk wordt gekenmerkt door [Ref 45.]:

1. De geïntegreerde inzet van meerdere militaire en niet-militaire middelen, zoals diplomatieke, economische en digitale middelen, desinformatie, beïnvloeding, militaire intimidatie et cetera, die behoren tot het instrumentarium van staten.
2. Georkestreerd als onderdeel van een strategie/campagne.
3. Met als oogmerk het bereiken van bepaalde strategische doelstellingen.
4. Een belangrijk kenmerk is de misleiding, ambiguïteit en ontkenning waarmee de acties gepaard (kunnen) gaan waardoor attributie en effectieve respons worden bemoeilijkt.

Spionage, sabotage en terrorisme worden binnen dit onderzoek ook onder het paraplubegrip 'internationale spanningen & terrorisme' geschaard. In geval van spionage of sabotage door statelijke of niet-statelijke actoren is de infrastructuur op de Noordzee een mogelijk doelwit. In februari 2023 waarschuwen de Militaire Inlichtingen- en Veiligheidsdienst (MIVD) en Algemene Inlichtingen- en Veiligheidsdienst (AIVD) in een gezamenlijke publicatie voor sabotagedreiging vanuit Rusland op de vitale Nederlandse maritieme infrastructuur in de Noordzee, zoals windmolenparken [Ref 47.].

Voor zover internationale spanningen beveiligingsuitdagingen met zich mee brengen, valt dit onder beveiliging (security) van de Noordzee en daarmee buiten de kaders van dit onderzoek.

4.11.1 Nautische context

Als gevolg van spionage en sabotage dreiging wil het ministerie van Defensie de patrouille op de Noordzee intensiveren [Ref 48.]. Dit brengt een licht toegenomen scheepsintensiteit met zich mee maar deze is verwaarloosbaar op het niveau van de gehele Noordzee.

Een andere ontwikkeling als gevolg van internationale spanningen is de zogenaamde Russische schaduwvloot. Als gevolg van de EU sancties tegen Rusland mogen Russische schepen niet meer aanmeren in Europese havens en is de export van Russische olie naar de EU verboden. Rusland probeert deze regels te omzeilen met een schaduwvloot. Dit betreft schepen zonder duidelijke registraties en vlaggen, waarbij locatiezenders worden uitgeschakeld [Ref 46.]. Het uitschakelen van de locatiezenders maakt dat deze schepen ook minder goed zichtbaar zijn voor overig scheepvaartverkeer.

Uit de enquête komen de volgende overwegingen waarom internationale spanningen een aandachtspunt is voor de nautische veiligheid:

- Effecten van internationale spanningen en/of terroristische acties zijn grillig en moeilijk voorspelbaar.
- Bij GPS jamming wordt een stoorsignaal uitgezonden waardoor een navigatiesysteem het benodigde satelliet signaal niet meer kan vinden. Bij GPS spoofing wordt een sterker foutief signaal doorgegeven aan het ontvangende GPS systeem. Wanneer deze technieken door kwaadwillende worden toegepast in de buurt van schepen wordt de kans op een navigatiefout vergroot.
- De toenemende automatisering en autonomie van schepen maakt deze gevoeliger voor hacken.
- De Russische schaduwvloot heeft een onervaren bemanning en is slecht verzekerd.

4.11.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Uit de eerder benoemde waarschuwing van de AIVD en MIVD blijkt dat de spionage en sabotage dreiging reel is. Vanuit de enquête onder algemeen belanghebbenden worden internationale spanningen ingeschat als zijnde van negatieve invloed op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee. Vanuit de doorgenomen literatuur kan dit noch worden bevestigd, noch worden ontkend.

4.11.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

Ten aanzien van de Russische schaduwvloot wordt tussen Europese kustlanden samengewerkt en informatie gedeeld. Ook is afgesproken dat wordt samengewerkt bij opleggen van sancties en te werken aan nieuwe gezamenlijke maatregelen tegen deze vloot [Ref 46.].

Er wordt onderzoek gedaan naar methoden om de zogenoemde 'dark vessels' (schepen die niet ontdekt willen worden) te detecteren [Ref 49.]. Dit kan van meerwaarde zijn voor de Kustwacht bij hun taak om de nautische veiligheid van de Noordzee te bewaken.

Waar nodig kan Defensie een bijdrage leveren in het bewaken van de vrije scheepvaart. Recent heeft Defensie een bijdrage geleverd aan een militaire missie op de Rode Zee waar de vrije scheepvaart werd bedreigd door Houthis-rebellen.

4.11.4 Kennisleemten

Hoewel relevant, is momenteel niet nader onderzocht wat de omvang en gedrag is van de genoemde schaduwvloot. Overige effecten van internationale spanningen en/of terroristische acties op het nautische veiligheidsniveau zijn voor zover bekend nog niet onderzocht.

4.11.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor internationale spanningen er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Negatieve invloed (onveiliger)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.12 Ontwikkeling: verandering gedrag/routing scheepsbewegingen over VSS (incl. ankeren)

Deze paragraaf beschrijft een aantal ontwikkelingen zoals expliciet naar voren zijn gekomen in de respons op de enquête of vanuit de literatuur. Hierbij loopt de mate van concreetheid en duidelijkheid nogal uiteen. De verwachte vlootontwikkelingen, zoals genoemd in Hoofdstuk 5, worden niet in deze paragraaf beschreven.

4.12.1 Nautische context

Vanuit de respons op de enquête en de literatuur komen diverse veranderingen in het gebruik van de Noordzee naar voren:

- Door de opwarming van de aarde worden Arctische routes toegankelijker. De Noordelijke Zeeroute lijkt een snellere en voordeligere route tussen Europa en Azië dan de huidige route via het Suezkanaal [Ref 52.]. Dit vraagt een bepaalde ijssklasse van schepen en er zijn breedte en diepgang beperkingen [Ref 32.].
- Op de Noordzee is reeds een afname gaande van het aantal schepen dat fossiele brandstoffen vervoert (olietankers en bulkschepen voor kolen), veroorzaakt door vraagdaling bij de transportsector op land [Ref 32.].
- De Brexit lijkt te gaan zorgen voor een afname van handel en zeevervoer tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland [Ref 32.].
- De vergrijzing van de westerse bevolking leidt naar verwachting tot een afname van het transportvolume op de lange termijn [paragraaf 3.3.1]
- Productie en transport van schone brandstoffen vindt over het algemeen meer regionaal plaats, en zijn ook vaker seizoensgebonden [Ref 32.].
- Verandering van bunkergedrag door nieuwe brandstoffen met een lagere energiedichtheid (paragraaf 4.6).
- Lagere snelheden om CO₂ uitstoot en onderwatergeluid te beperken [APPENDIX 3].
- Hogere snelheden als gevolg van toename draagvleugeltoepassingen. Door de toegenomen materiaalkennis en rekenkracht kan de weerstand van schepen flink worden gereduceerd. Wel is een minimale snelheid nodig voor het genereren van lift [APPENDIX 3].
- (tijdelijk) Volle ankergebieden als gevolg van disruptieve events zoals de oorlog in Oekraïne en stremming van het Suezkanaal [APPENDIX 7].
- Toename van het installatie en onderhoudsverkeer door de komst van andere functies op zee (zie paragraaf 4.2 en 0).
- Verplaatsing van verkeer door de komst van andere functies op zee (zie paragraaf 4.2 en 0).
- Windvoorstuwing (WASP) kan leiden tot alternatieve routekeuzes (paragraaf 4.7).

4.12.2 (mate van) effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Van veel van de in de vorige paragraaf 4.12.1 genoemde wijzigingen is de mate van verandering onbekend voor de verschillende tijdhorizonnen. Daarmee is het effect op het nautische veiligheidsniveau nog niet te kwalificeren/kwantificeren.

Vanuit de respons onder de algemeen belanghebbenden is vooral de verwachte toename in verkeersintensiteit door een toegankelijke Noordelijke Zeeroute de oorzaak voor een doorslag naar een negatief effect (het wordt onveilig).

De hoge snelheid van draagvleugel schepen hangt mede af van de mate waarin dit toegepast gaat worden. Een mogelijke toepassing zijn de crew transfer vessels (CTV's) waarbij mensen worden vervoerd naar bijvoorbeeld windparken [Ref 53.]. Tezamen met de verwachte toename van CTV bewegingen en de kruisingen met bestaande VSS verkeersbanen (zie paragraaf 4.2), is deze hogere snelheid een aandachtspunt.

Vanuit de jaarlijkse AIS monitor [Ref 4.] blijkt ook dat in 2023 gemiddeld meer schepen tegelijkertijd in een ankergebied hebben gelegen. Vooral bij slecht weer is dit een aandachtspunt. Bij hoge golven en harde wind is het lastiger voor schepen om op het anker te blijven liggen. Daarom kunnen kapiteins besluiten anker op te halen en het schip gaande te houden. In het meest slechte geval breekt een ankerketting waardoor het schip wegdriift. Om deze reden wordt door het Hydro Meteo Centra waarschuwingen gegeven aan voor anker liggende schepen op moment dat slecht weer wordt voorspeld.

4.12.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

(anker)Gedrag en routing van schepen is een grotendeels autonome ontwikkeling waarbij in Hoofdstuk 6 verschillende mogelijkheden worden benoemd om dit te beïnvloeden.

4.12.4 Kennisleemten

Daar waar gedrag en routing van schepen de resultante zijn van veel ontwikkelingen, zijn er veel onzekerheden ten aanzien van de ontwikkeling hiervan.

4.12.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor gedrag/routing schepen er als volgt uit:

<i>Effect veiligheidsniveau:</i>	<i>Mogelijk (komt niet als zodanig uit enquête respons)</i>
<i>Tijdshorizon:</i>	<i>Kort tot middellang</i>
<i>Autonomie:</i>	<i>Autonome ontwikkeling</i>
<i>Mitigatie:</i>	<i>Beperkt mogelijk</i>
<i>Kennisleemten:</i>	<i>Aanwezig</i>

4.13 Weging belangrijkste (risico)ontwikkelingen & gevoeligheidsanalyse

4.13.1 Weging belangrijkste (risico)ontwikkelingen

Binnen dit hoofdstuk worden verschillende ontwikkelingen met bijbehorende gevolg-ontwikkelingen benoemd, waarbij elke ontwikkeling in een bepaalde mate effect heeft op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee.

Zoals beargumenteerd in paragraaf 2.5, wordt de enquêterespons van de algemeen belanghebbenden gebruikt om een inschatting te maken van het effect van een ontwikkeling op het nautische veiligheidsniveau. De in de enquête gebruikte schaal om het effect te kunnen duiden is beperkt. Deze is gelimiteerd tot twee gradaties in positieve richting (veiliger), neutraal en twee gradaties in negatieve richting (onveiliger).

Het over alle reacties (algemeen belanghebbenden) gemiddelde effect op het nautische veiligheidsniveau per ontwikkeling is weergegeven in APPENDIX 7. Hieruit komt naar voren dat de volgende drie ontwikkelingen worden ingeschat als zijnde het meest zorgelijk:

- De ontwikkeling van windparken op zee (paragraaf 4.2);
- Het onder druk staan van de kwaliteit van de bemanning (paragraaf 4.4);
- De toename van overige objecten op zee, zijnde geen windparken (paragraaf 4.3).

Van alle genoemde ontwikkelingen is bijna 50% terug te voeren op bovenstaande drie ontwikkelingen, met daarbij de ontwikkeling van windparken op zee als grootste aandeel (29%). Als het aantal keer dat een ontwikkeling wordt genoemd als graadmeter wordt gebruikt, dan zijn de volgende aanvullende ontwikkelingen vaker benoemd (>7%) dan andere:

- De doorzettende schaalvergroting van schepen (paragraaf 4.8);
- Alternatieve brandstoffen (paragraaf 4.6);
- Toenemende automatisering van schepen (paragraaf 4.9);
- Internationale spanningen (paragraaf 4.11).

4.13.2 Gevoeligheidsanalyse algemeen belanghebbenden

In APPENDIX 7 staat een overzicht van de verdeling van het type respondenten. De grootste groep (32%) betreft mensen uit de praktijk zoals (oud)kapiteins en Noordzee- en registerloodsen. Om te

bezien of er onderscheid is tussen de beleving van de praktijk en de overige respondenten is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Ook een eventueel belang van (diepzee)loodsen bij een bepaalde uitkomst van de enquête dient te worden uitgesloten. In deze gevoeligheidsanalyse is bezien wat de invloed is van het weglaten van de respons uit de praktijk op de enquête resultaten.

De uitkomst van de enquête zonder de respons vanuit de praktijk laat echter dezelfde resultaten zien zoals in de vorige paragraaf 4.13.1 gepresenteerd. Het enige dat afwijkt is dat de onder druk staande kwaliteit van de bemanning een trede daalt qua ernst. Hieruit blijkt dat (oud)kapiteins en Noordzee- en registerloodsen zich hierover meer zorgen maken dan de overige respondenten.

4.13.3 Weging alle respondenten

Wanneer de respons van alle respondenten (algemeen belanghebbenden plus de verschillende gebruikersgroepen) wordt meegenomen ten aanzien van het effect op het nautische veiligheidsniveau, dan drukt de grote respons vanuit de pleziervaart een duidelijk stempel op de resultaten. De recreatievaart-respondenten schatten het effect van ontwikkelingen op de nautische veiligheid over het algemeen ernstiger in. Hierdoor verschuift het effect van ontwikkelingen van 'onveilig' naar 'veel onveilig' voor de volgende ontwikkelingen:

- Extreem weer (paragraaf 4.5);
- Verschillen nautische situatie tussen landen (paragraaf 4.2.1);
- Internationale spanningen (paragraaf 4.11);
- Hogere intensiteit zeevaart (paragraaf 4.14);
- Hogere snelheden scheepvaartverkeer (paragraaf 4.14).

Daarnaast zijn er de nodige extra thema's naar voren gekomen die slechts door enkelen worden genoemd. Veel daarvan zijn ontwikkelingen die kort worden benoemd in de volgende paragraaf 4.14 als zijnde 'niet uitgewerkte ontwikkelingen'.

4.14 Niet uitgewerkte ontwikkelingen

Vanuit de respons op de enquête zijn een aantal ontwikkelingen in beperkte mate genoemd die niet nader zijn uitgewerkt in dit rapport. Deze ontwikkelingen en de reden om deze niet nader uit te werken worden hieronder beknopt benoemd.

Vlootvernieuwing/-veroudering

Vloot vernieuwing zou een positief effect kunnen hebben op het nautische veiligheidsniveau en veroudering een negatief effect. Echter deze vernieuwing/veroudering is een continue proces en in dit onderzoek zijn geen redenen naar voren gekomen waaruit blijkt dat dit proces wordt verstoord. Enige uitzondering hierop is de opmerking dat de tankervloot verouderd omdat men niet goed weet hoe de transitie naar alternatieve brandstoffen gaat verlopen, dit is benoemd in paragraaf 4.6.2.

Vluchtelingen naar de UK

Een gemaakte opmerking in de respons op de enquête is dat vluchtelingen die de oversteek proberen te maken naar de UK met behulp van kleine 'onzichtbare' bootjes kunnen worden aangevaren. Deze problematiek speelt met name buiten de Nederlandse EEZ (Nauw van Calais). Verstekelingen aan boord via Nederlandse havens komt wel voor maar in dat geval ontbreekt een aanleiding om te veronderstellen dat dit een nautisch risico met zich meebrengt.

Rondrijvend materiaal

Rondrijvend materiaal zoals losgeslagen boeien en verloren containers is genoemd als ontwikkeling. Echter de aanleiding dan wel mogelijke redenen ontbreken om te veronderstellen dat dit vaker voorkomt of voor gaat komen.

Toenemende intensiteit militaire oefeningen

Militaire oefeningen zijn alleen toegestaan binnen afgebakende zones binnen de EEZ. Zover bekend is er geen sprake van uitbreiding van deze zones. Indien sprake is van een oefening dan wordt dat bekend gemaakt via zogenaamde 'Notices to Mariners' en wordt de oefening gecoördineerd door Defensie en wordt gebruik gemaakt van een veiligheidsschip. Een aanleiding ontbreekt om te veronderstellen dat sprake is van een relevante ontwikkeling in het kader van dit onderzoek.

Overtreden van regels

Het overtreden van regels zoals het uitzetten van AIS of het niet naleven van veiligheidszones rondom objecten kan tot gevaarlijke situaties leiden. Echter momenteel ontbreekt de aanleiding om te veronderstellen dat dit vaker voorkomt of voor gaat komen, hiervoor is nader onderzoek nodig. Een uitzondering hierop is de 'schaduwvloot' of andere security bedreigingen zoals geadresseerd in paragraaf 4.11.

Onderhoud vaarwegen

Verminderde toegang tot havens en bezuinigingen op onderhoud vaarwegen is ook door een enkeling genoemd in de respons op de enquête. Het baggeren en daarmee vrijhouden van vaarwegen zou onvoldoende zijn waarbij het Slijkgat (nabij Stellendam) als voorbeeld wordt genoemd. Nader onderzoek is nodig om de specifieke nautische situatie van het Slijkgat in te schatten voor zover dat niet al door derden is gedaan. Ook is nader onderzoek nodig om in beeld te brengen in hoeverre hier sprake is van een bredere ontwikkeling dan de specifieke situatie rondom het Slijkgat. Daarvoor ontbreekt nu nog de mogelijke aanleiding.

Beperking CO2 uitstoot schepen – nucleaire voorstuwing

In de brandstoftransitie zoals belicht in paragraaf 4.6 is geen rekening gehouden met nucleaire voorstuwingssystemen. Deze techniek bestaat wel en wordt in met name militaire schepen toegepast. De inschatting is dat de initiële hoge kosten beperkend zijn voor de commerciële haalbaarheid [Ref 39.].

Natuurontwikkeling/-bescherming

In het Programma Noordzee 2022-2027 (PNZ) worden de nodige natuurversterkende elementen voorzien [Ref 35.]. Een voorbeeld hiervan is het natuur-inclusief bouwen van windparken waarbij o.a. op het harde substraat van de funderingen marine soorten en levensgemeenschappen zich kunnen ontwikkelen. Ook de ruimte tussen turbines is in zekere zin een toevluchtsoord voor marine soorten omdat het niet meer door netten beroerde bodem betreft en realisatie van oesterbanken. Ook zijn in het PNZ een aantal gebieden benoemd waar geen bodem beroerende activiteiten mogen worden uitgevoerd.

Een andere ontwikkeling ter bescherming van de marine soorten is de Underwater Radiated Noise (URN) regelgeving die wordt ontwikkeld. Hiermee wordt beoogd het onderwater geluid van schepen te verminderen. De verwachting is dat schepen hierdoor langzamer gaan varen [APPENDIX 3].

Op basis van deze maatregelen/ontwikkelingen voor de ontwikkeling en bescherming van de natuur, ontbreekt een aanleiding om te veronderstellen dat er invloed zou kunnen zijn op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee.

Hogere snelheden scheepvaartverkeer

In de respons op de enquête door de gebruikersgroep recreatievaart de toenemende snelheid van commerciële zeevaart een aantal keer benoemd. Dit correspondeert echter niet met de inbreng van de experts die waarnemen dat het motorvermogen juist afneemt en verwachten dat schepen langzamer zullen gaan varen om, dan wel de CO2 uitstoot te beperken, dan wel aan de onderwater geluidsnormen te voldoen [APPENDIX 3].

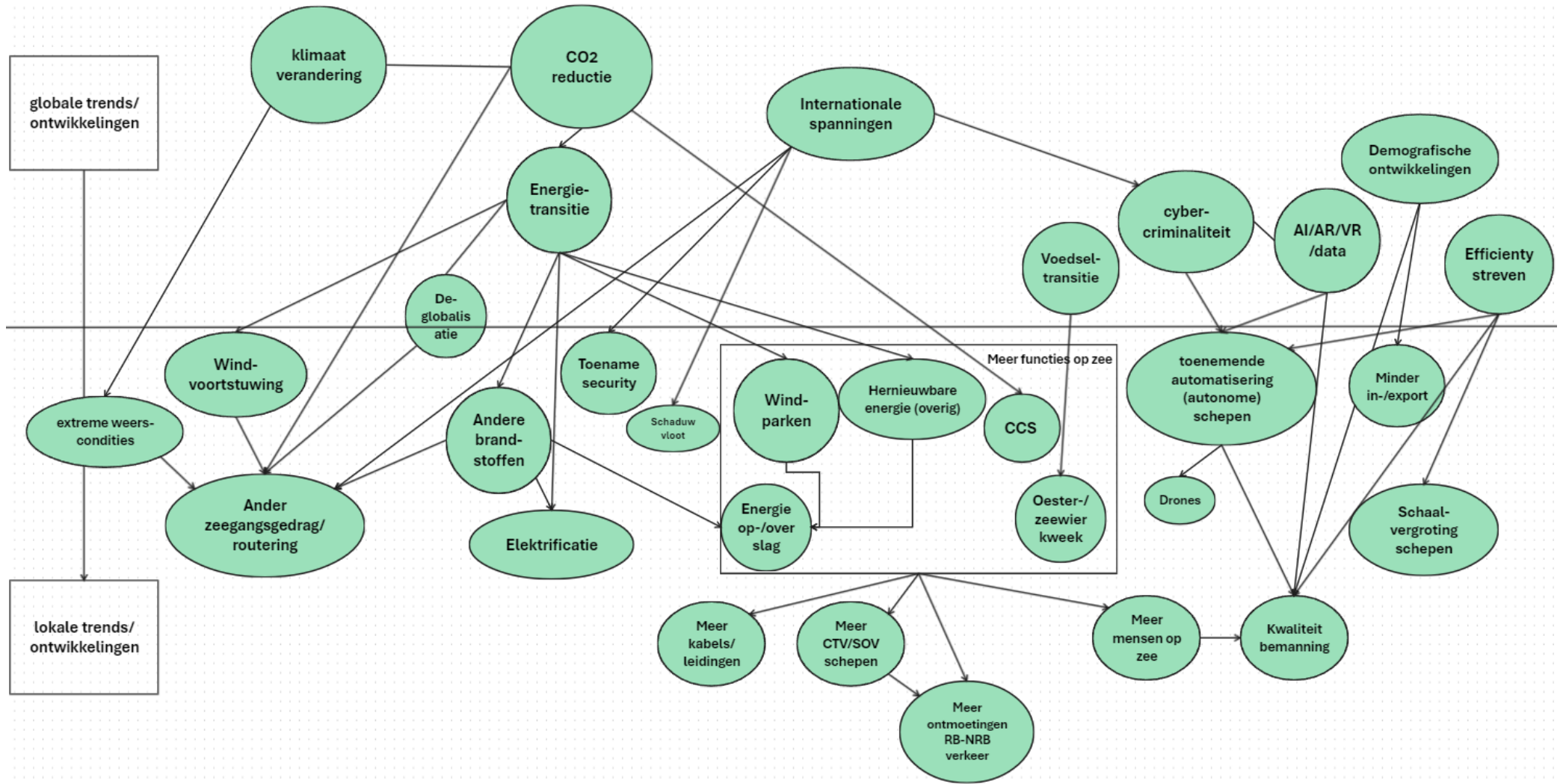
Intensiteit zeevaart

In de respons op de enquête is, eveneens met name door de gebruikersgroep recreatievaart, de toenemende aantal scheepsbewegingen van de commerciële zeevaart op de VSS verkeersbanen benoemd. Deze perceptie komt niet overeen met waarneming in de AIS monitor waarbij ook de trend in scheepsbewegingen over verschillende jaren wordt onderzocht [Ref 4.]. Er bestaan enkele regionale verschillen maar over de gehele Nederlandse EEZ gezien is het aantal scheepsbewegingen redelijk stabiel over de laatste jaren. Daarnaast is een trend zichtbaar dat de diepwater routes vaker gebruikt worden. Deze routes liggen verder van de kust af en daarmee zullen daarmee minder snel in aanraking komen met recreatieverkeer wat dichterbij de kust blijft, zie ook paragraaf 5.5.

4.15 Elkaar beïnvloedende ontwikkelingen

4.15.1 Schematisering ontwikkelingen (globaal naar lokaal)

In Figuur 4-4 is geschematiseerd weergegeven hoe macro trends/ontwikkelingen (Hoofdstuk 3) gelinkt zijn aan lokale ontwikkelingen (Hoofdstuk 4), maar ook deels hoe verschillende lokale ontwikkelingen aan elkaar gelinkt zijn. Hoewel een schematisering als deze de werkelijkheid te kort doet, helpt het om enigszins inzichtelijk te maken hoe een en ander zich tot elkaar verhoudt. Het aantal links per ontwikkeling is reeds een indicator voor elkaar beïnvloedende ontwikkelingen. Een duidelijk voorbeeld is het vierkante blok met daarbinnen alle nieuwe/aanvullende voorziene functies op de Noordzee, waarbij het effect van deze nieuwe functies op het gebruik van de Noordzee, onderling vergelijkbaar is. Naast dit voorbeeld zijn meer elkaar beïnvloedende ontwikkelingen te benoemen en als zodanig kort aangestipt in deze paragraaf 4.15.



Figuur 4-4 Schematisering relaties tussen (globale en lokale) ontwikkelingen

4.15.2 Toenemend aantal objecten op zee

De schaal waarmee windenergiegebieden worden gepland en gerealiseerd op de Noordzee in combinatie met andere ontwikkelingen/functies die ruimte behoeven zoals CCS en energiehubs betreffen elkaar versterkende ontwikkelingen. Alle nieuwe functies zijn een potentieel gevaar voor scheepvaartverkeer, beperken de beschikbare ruimte voor scheepvaartverkeer, brengt extra (bestemmings-)scheepvaartverkeer en mensen op zee met zich mee en het zijn ontwikkelingen die vaak vragen om aanleg van extra kabels en leidingen. Al deze effecten zijn meer uitgebreid beschreven in de paragrafen 4.2, 0 en 5.2.

4.15.3 Complexe techniek/systemen

De techniek aan boord van schepen wordt steeds complexer door een enerzijds nieuwe systemen als gevolg van de energietransitie (paragraaf 4.6 en 4.7). Anderzijds door de toenemende automatisering aan boord van schepen (paragraaf 4.9). Deze gevolgen van deze elkaar versterkende ontwikkelingen zijn beschreven in de betreffende paragrafen.

Hoewel beide genoemde ontwikkelingen vooral autonome ontwikkelingen zijn, biedt toenemende automatisering biedt ook kansen. Mits voldoende aandacht voor o.a. Human Centered Design (HCD) en redundantie van kritische systemen.

4.15.4 Manoeuvrerbaarheid van schepen

Zowel de voortgaande schaalvergroting van schepen, de afname van geïnstalleerd voorstuwingsvermogen, als toename van WASP systemen hebben effect op de manoeuvrerbaarheid van schepen. In acht nemende dat de ruimte buiten de VSS verkeersbanen in toenemende mate wordt gebruikt voor andere functies (paragraaf 4.15.2), zal het VSS en naastgelegen veiligheids-/manoeuvrerzones voldoende ruimte moeten blijven bieden voor deze ontwikkelingen.

4.15.5 Gedrag en routing

Gedrag en routing van schepen is het resultaat van meerdere in dit hoofdstuk benoemde ontwikkelingen. Een aantal specifieke naar voren gekomen aspecten worden benoemd in paragraaf 4.12.

4.15.6 Extreme omgevingscondities

Extreme omgevingscondities zoals hoge golven, harde wind en stroming zijn kenmerkend als uitdagende factor voor gebruik van de zee. Hoewel de invloed van klimaatverandering op deze omgevingscondities verwaarloosbaar lijkt op basis van de laatste KNMI modeleringen, komen de omgevingscondities wel als aandachtspunt naar voren in de enquête respons. De combinatie van extreem weer met toenemende objecten op zee en verminderde manoeuvrerbaarheid is een extra aandachtspunt.

4.15.7 Toenemende uitdagingen bemanning

Ondanks de toenemende automatisering zal de mens voorlopig een belangrijke centrale rol blijven invullen in de operatie van schepen. Dan wel aan boord, dan wel vanaf de wal. Uit de respons op de enquête volgt dat de kwaliteit van de bemanning onder druk staat (paragraaf 4.4). Deze druk wordt mede veroorzaakt door de combinatie van ontwikkelingen zoals benoemt in dit hoofdstuk.

5 RISICO-ONTWIKKELINGEN – PER GEBRUIKERSGROEP

5.1 Inleiding

In voorliggend hoofdstuk zijn de uitkomsten verwerkt van de enquête per gebruikersgroep. Over het algemeen is de respons per gebruikersgroep te laag om met enige zekerheid iets te kunnen zeggen over de verwachte vlootontwikkeling. De vlootontwikkeling zoals deze uit de enquête naar voren komt is wel gepresenteerd maar daar kunnen geen conclusies aan worden verbonden. Naast de vlootontwikkeling worden de vanuit de gebruikersgroep aangedragen (risico)ontwikkelingen benoemd en wordt de nautische context gegeven van het gebruik van de Noordzee door de betreffende gebruikersgroep.

5.2 Gebruikersgroep: aquacultuur (mossel- en zeewierkweek binnen windparken)

In de in 2024 door het ministerie van LNV uitgebrachte ‘Visie op Voedsel uit Zee en Grote wateren’ staat dan ook het belang van voedsel uit zee centraal. Naast Noordzeevervisserij worden de kansen voor de kweek van zeewier en mosselen belicht, alsmede het gebruik van ruimte binnen windparken voor voedselwinning [Ref 14.].

5.2.1 Nautische context

In 2023 is door MARIN een verkennend onderzoek [Ref 15.] uitgevoerd naar de maritieme risico's van het toestaan van aquacultuur (mossel- en zeewierkweek) en drijvende zonnecellen binnen offshore windparken. Dit is gedaan door een combinatie van literatuur onderzoek en consultaties van diverse betrokken partijen. Uit de inventarisatie van de systemen blijkt dat sprake is van een innovatiemarkt. Veel genoemde systemen zijn het resultaat van onderzoek en nog relatief weinig systemen zijn de testfase gepasseerd.

Aquacultuur wordt nu nog op zeer beperkte schaal toegepast. Door de verdergaande realisatie van windparken ontstaat in ieder geval fysiek meer ruimte voor aquacultuur systemen. Andere voorwaarden voor realisatie op middellange en lange termijn zijn een sluitende business case en beperking van de ecologische impact.

5.2.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Het toepassen van mosselkweek, zeewierkweek en drijvende zonne-energie binnen windparken creëert een veiligere omgeving omdat windparken in Nederland gesloten zijn voor niet-bestemmingsverkeer. Desondanks zijn incidenten met bestemmingsverkeer en niet-bestemmingsverkeer denkbaar.

Het aanvaren, losslaan en drift van de systemen brengt een verhoogt risico met zich mee ten opzichte van de situatie zonder aquacultuur binnen windparken. Toepassing van de systemen in ruig water zoals de Noordzee is technisch uitdagender dan bij toepassing in beschutte wateren. De krachten vanuit omgevingscondities (golven, wind, stroming) zijn vaak de reden om met aangepaste ontwerpen te komen [Ref 15.]. Daarnaast is de zichtbaarheid van de systemen en afmeerlijnen een aandachtspunt.

De hoogte van het risico is systeem afhankelijk. Ook wordt door komst van aquacultuur extra scheepsbewegingen verwacht op de Noordzee.

5.2.3 Mate van autonomie en risicomitigatie

Voor het toestaan van aquacultuur op de Nederlandse wateren bestaat een beleidsmatig en wettelijk kader. Hiermee betreft het een niet-autonome ontwikkeling.

Vanuit de consultaties die MARIN heeft uitgevoerd [Ref 15.] zijn mogelijke mitigerende maatregelen naar voren gekomen:

- Centrale maritieme coördinatie, waarbij per windenergiegebied het scheepvaartverkeer binnen het windpark wordt begeleid op basis van radarbeelden en AIS-posities;
- Duidelijke ruimtelijke planning binnen windparken; de ruimtelijke situering en mate van diversiteit qua vormen van medegebruik, als ook voldoende manoeuvreer- en onderhoudsruimte voor alle toegestane schepen en onderhoud-/verbodszones rondom medegebruik functies;
- Duidelijkheid geven over vaarregels en gebruik gedefinieerde onderhoud-/verbodszones binnen het windpark;
- Normenkader voor zichtbaarheid; digitale en fysiek zichtbare markering medegebruik systemen onder alle (zicht)condities;
- Gebruik Emergency Respons Plan (ERP); dit komt ten goede van de samenwerking tussen de Kustwacht en servicepartijen bij SAR-operaties binnen/nabij windparken en het kan duidelijkheid scheppen over verantwoordelijkheden bij interceptie en berging;
- Een aangetoonde degelijke verankering van de medegebruik-objecten.

5.2.4 Kennisleemten

Vanuit de literatuur is weinig bekend over de installatie en ontmantelingsfase, en is weinig bekend over de intensiteit qua scheepvaartverkeer en bemanning.

5.2.5 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor mossel- en zeewierweek binnen windparken er als volgt uit:

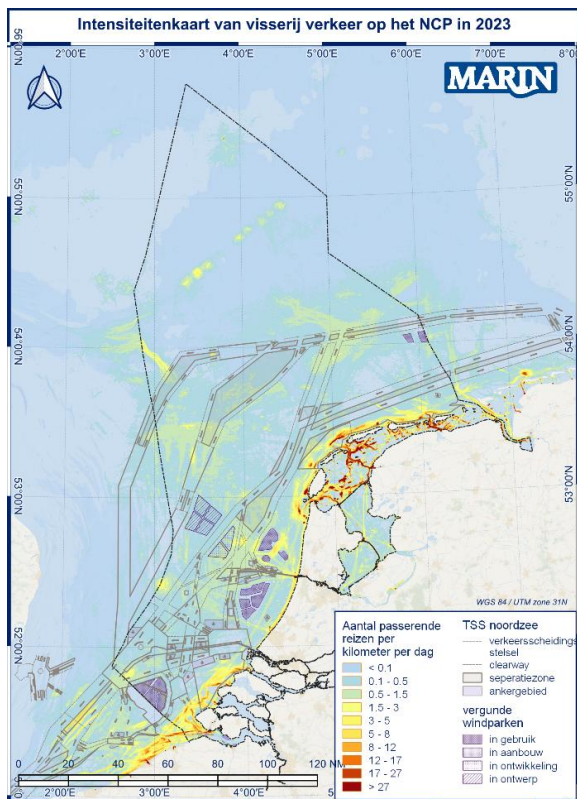
<i>Ontwikkeling:</i>	<i>Toename op de middellange termijn</i>
<i>Relevante (risico-)ontwikkelingen:</i>	<i>Losraken van systemen, toename scheepsbewegingen, ontwikkelingen als genoemd in paragraaf 0</i>

5.3 Gebruikersgroep: visserij

De visserij betreft de gehele schepenvloot die gericht is op het vangen van vis en schaaldieren uit de Noordzee. Een samenvatting van de enquête resultaten is opgenomen als APPENDIX 8.

5.3.1 Nautische context & vlootontwikkeling

Vissers gebruiken de gehele Noordzee, veelal binnen de territoriale wateren maar ook daar buiten, zie Figuur 5-1 [Ref 4.]. Ook duidelijk wordt dat er verder op zee visgebieden zijn waar naar toe wordt gevaren om ter plaatse te vissen. Het VSS wordt maar beperkt gebruikt. Regel 10 (COLREG) geeft vissers ook de ruimte om flexibel met het VSS om te gaan wanneer sprake is van visactiviteiten. Windparken zijn niet toegankelijk voor vissers, met uitzondering van enkele experimentele vormen van passieve visserij. Ook de toenemende beperking van bodem beroerende activiteiten in natuurgebieden hebben effect op de visserij.



Figuur 5-1 Intensiteit visserij 2023 [Ref 4.]

Deze vloot staat al sinds 1945 door diverse redenen onder druk waardoor deze krimpende is [Ref 24.][Ref 25.]. Dit wordt onderschreven vanuit de respons op enquête

5.3.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Vanuit de enquête blijkt de verwachting dat de genoemde krimp van de vissersvloot zich doorzet op zowel korte, middellange als lange termijn. Als redenen worden de saneringsregeling genoemd, de visquota, onzekerheid effect werkzaamheden/windparken op het visbestand, beperkende regelgeving, de beperking van het aantal visgebieden en hogere (brandstof)kosten. Het huidige overheidsbeleid dat onder andere zijn uitwerking heeft gevonden in 'Voedsel uit zee en grote wateren [Ref 14.]', wordt aangedragen als zijnde een positief signaal wat mogelijk tot stabilisatie van de vissersvloot kan leiden.

Bij de krimp van de vissersvloot wordt in de enquête de verwachting gegeven dat de invloed op de scheepvaartveiligheid hiervan neutraal is, dan wel dat het iets veiliger wordt.

Schaalvergroting binnen de visserij wordt voorsnog niet verwacht vanuit de respondenten van de enquête. Bij de mogelijkheid om relevante ontwikkelingen aan te dragen die mogelijk van invloed zijn op het veiligheidsniveau worden met name ontwikkelingen van buiten de sector aangedragen zoals windparken op zee.

Mogelijke ontwikkelingen binnen de sector als genoemd in de enquête:

- Een nieuwe vloot met veiligere schepen;
- Innovatieve vistechnieken met ander vaargedrag als gevolg;
- Meer ruimte om te vissen binnen windparken.

Het laatste punt is onderzocht in het kader van een experiment naar passieve visserij in windenergiegebied Borssele. In de conclusie hiervan wordt gesteld dat de risico's voor het windpark gering lijken vanwege de kleine schepen, lichte netconstructies en kleine ankers. Daarbij zouden vissers

op basis van goed zeemanschap goed kunnen inschatten van de mogelijkheden van hun schip en weerscondities waarbij nog veilig aan boord gewerkt kan worden [Ref 26].

5.3.3 Resume

Resumerend ziet het profiel voor visserij er als volgt uit op basis van de respons op de enquête:

Vlootontwikkeling: Afname
Relevante (risico-)ontwikkelingen: Windparken, nieuwe vloot, nieuwe vistechnieken

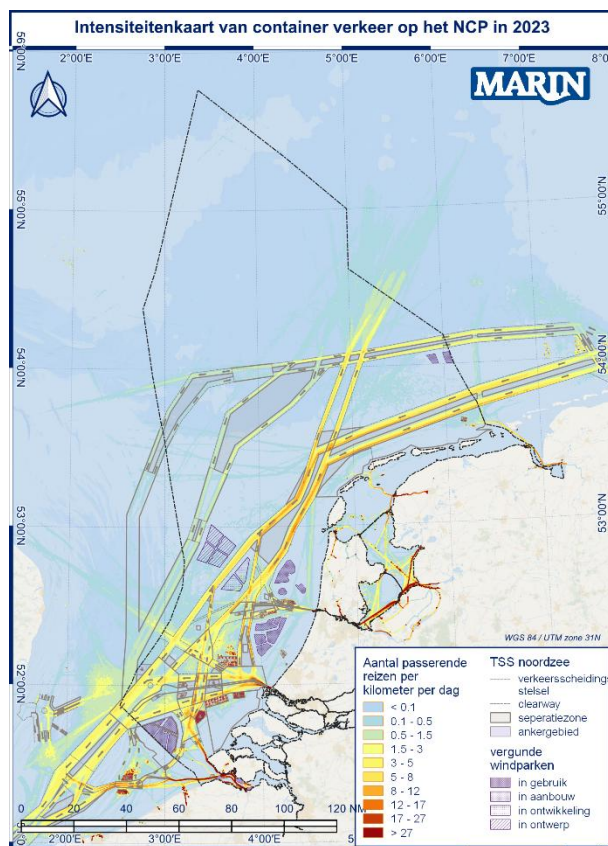
5.4 Gebruikersgroep: containervaart

De containervaart betreft de gehele schepenvloot die gericht is op het vervoeren van containers over de Noordzee. Een samenvatting van de enquête resultaten is opgenomen als APPENDIX 9.

5.4.1 Nautische context & vlootontwikkeling

De activiteit van containers concentreert zich voornamelijk op de VSS en in ankergebieden in de buurt van havens, zie Figuur 5-2. Uit de enquête blijkt de verwachting dat de containervaart zowel op de korte als lange termijn groeit. Daarnaast wordt ook de verwachting uitgesproken dat de containerschepen groter zullen worden. Beide ontwikkelingen worden toegeschreven aan economische groei en uitbreiding van de havens en terminals.

Daarnaast wordt door experts binnen het Marin (APPENDIX 3) aangegeven dat de energietransitie en URN regelgeving impact zal hebben op de voortstuwingsystemen van containerschepen, zoals andere brandstoffen en minder motorvermogen. Maar ook een impact op gedrag zoals alternatieve routes en langzamer varen.



Figuur 5-2 Intensiteit containervaart 2023 [Ref 4.]

5.4.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Vanuit de respons op de enquête binnen deze gebruikersgroep wordt beoordeeld dat de verwachte groei van de vloot een negatief effect heeft op de scheepvaartveiligheid. Uit de respons komt geen eenduidig resultaat of de verwachte groei in grootte van de schepen een negatief effect heeft op de veiligheid.

Extreem weer wordt benoemd als de belangrijkste ontwikkeling die invloed heeft op de scheepvaartveiligheid (zie paragraaf 4.5). Daarnaast is er een grotere kans op verlies van containers bij slechtere weersomstandigheden.

Andere ontwikkelingen die worden benoemd zijn:

- Autonome scheepvaart (zie paragraaf 4.9);
- Gevaarlijke brandstoffen (zie paragraaf 4.6);
- Geopolitieke ontwikkelingen (zie paragraaf 4.11).

5.4.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor containervaart er als volgt uit:

<i>Vlootontwikkeling:</i>	<i>Toename</i>
<i>Relevante (risico-)ontwikkelingen:</i>	<i>Windparken, extreem weer, autonome scheepvaart, alternatieve brandstoffen</i>

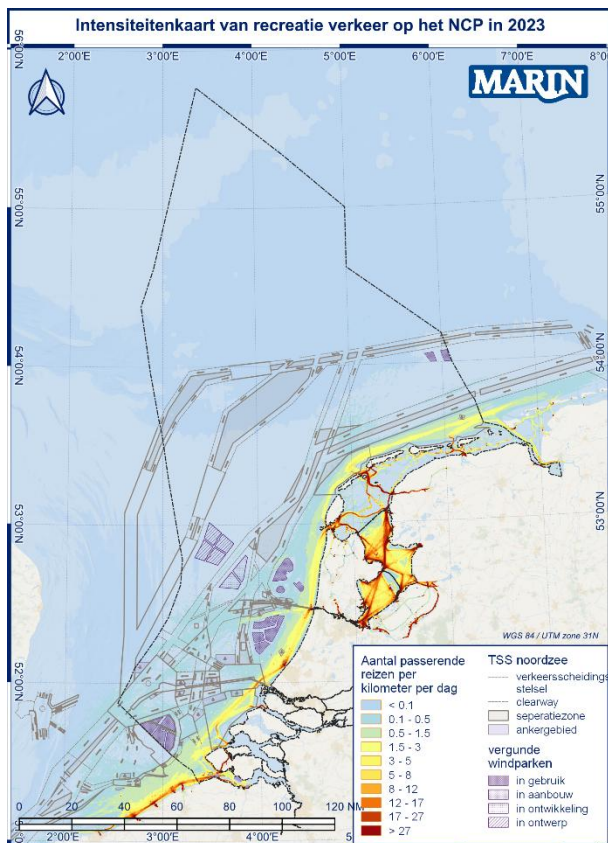
5.5 Gebruikersgroep: recreatievaart

Een samenvatting van de enquête resultaten is opgenomen als APPENDIX 10.

5.5.1 Nautische context & vlootontwikkeling

De activiteit van recreatieverkeer beperkt zich grotendeels tot de twaalfmijlszone en het IJsselmeer, zie Figuur 5-3. Uit de respons op de enquête blijkt de verwachting dat het aantal recreatieschepen op de Noordzee op de korte termijn stabiel blijft. In de komende 5 tot 10 jaar wordt door de helft een stijging in het aantal verwacht. Argumenten voor een stijging zijn bevolkingsgroei, welvaart en modernere apparatuur die de drempel verlaagt om op zee te varen. Argumenten voor gelijk of dalend aantal schepen zijn afname aantal routes door windparken en vergrijzing.

Daarnaast wordt door de meesten de verwachting uitgesproken dat de recreatieschepen op de lange termijn groter zullen worden. Argumenten hiervoor zijn dat het een trend is die al langer aanwezig is en dat deze door de behoefte aan comfort en de toenemende welvaart verder zal stijgen.



Figuur 5-3 Intensiteit recreatievaart 2023 [Ref 4.]

5.5.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Een groei van het aantal recreatieschepen heeft een negatieve impact op het veiligheidsniveau van de Noordzee. Wel wordt uitgesproken dat de recreatievaart maar een kleine fractie is van het totale verkeer op de Noordzee, en dat een toename in het aantal dus relatief weinig impact heeft op de veiligheid.

Er wordt geen eenduidig antwoord gegeven op de vraag wat voor effect deze toename in grootte op de scheepvaartveiligheid heeft. Aan de ene kant wordt aangegeven de toename in grootte weinig effect zal hebben op zee en dat grootte vooral bij sluisen, bruggen en havens tot onveilige situaties kan leiden. Verder wordt aangegeven dat de veiligheidsuitrusting van een schip belangrijk is, en dat grotere schepen vaak beter zijn uitgerust in dat opzicht.

Ontwikkelingen die benoemd worden in de enquête zijn:

- Beperkte ruimte door windparken (paragraaf 4.2);
- Meer gebruik van AIS (paragraaf 4.9);
- Minder ervaring recreatievaarders (paragraaf 4.4);
- Meer beroepsverkeer (drukker) (paragraaf 4.12);
- Extreem/onvoorspelbaar weer (paragraaf 4.5).

Zeilschepen zijn een belangrijk onderdeel van de recreatievaart. Met name voor deze groep is de beperkte ruimte op zee een belangrijke factor, omdat zij voor hun koers sterk afhankelijk zijn van de weersomstandigheden.

In het algemeen is de verwachting dat recreatievaart op drukker gebieden gaat varen door de beperkte ruimte. De toename in gebruik van AIS (verplichting) wordt benoemd als risico mitigerende maatregel.

5.5.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor containervaart er als volgt uit:

Vlootontwikkeling: *Lichte toename*
Relevante (risico-)ontwikkelingen: *Windparken, extreem weer, minder ervaring*

5.6 Gebruikersgroep: hernieuwbare energiebronnen

De ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen op de Noordzee is reeds toegelicht in paragraaf 4.2 en 4.3. Een samenvatting van de enquête resultaten onder de gebruikersgroep 'hernieuwbare energie' is opgenomen als APPENDIX 11. Een samenvatting van de marktconsultatie ten aanzien van hernieuwbare energie is opgenomen in APPENDIX 3.

5.7 Gebruikersgroep: tankers (olie, gas, chemicaliën en CO2)

De tankervaart betreft alle schepen op de Noordzee gericht op het vervoeren van gas of vloeistoffen in grote hoeveelheden. Een samenvatting van de enquête resultaten is opgenomen als APPENDIX 12.

5.7.1 Nautische context & vlootontwikkeling

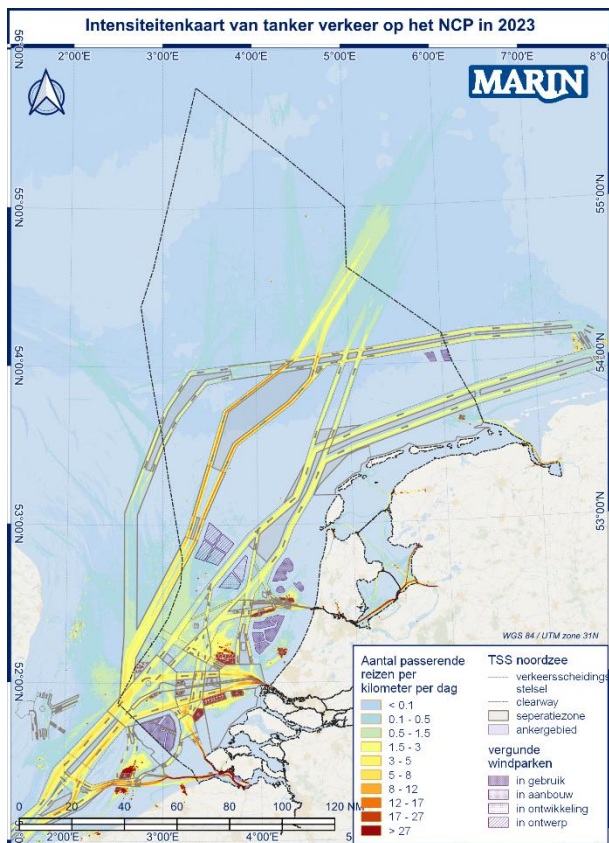
Het gebruik van de Noordzee van tankers is vergelijkbaar met het gebruik van de containervaart. Scheepsbewegingen concentreren zich op de VSS en de ankergebieden, met het verschil dat tankers meer gebruik maken van de diepwaterroutes (Figuur 5-4). Het aantal tankers op de Noordzee vertoont een stijgende trend en het aantal LNG tankers een sterk stijgende trend [Ref 54.].

Onder de respondenten van de enquête is er over de meeste ladingtypes geen consensus over de ontwikkeling van het aantal tankers op de Noordzee. Alleen voor CO2 tankers geven de geënquêteerden unaniem aan dat ze een stijging verwachten in het aantal.

Omdat tankers veelal brandstoffen of CO2 vervoeren, is het aantal en grootte van tankers sterk afhankelijk van de energietransitie en geopolitieke ontwikkelingen.

Daarnaast wordt door experts binnen het Marin (APPENDIX 3) aangegeven dat de energietransitie impact zal hebben op de brandstofvoorziening van tankers en dat windvoortstuwing een belangrijke rol gaat spelen. Daarnaast wordt ook impact verwacht op het gedrag, zoals alternatieve routes en langzamer varen.

In paragraaf 4.6 is ook benoemd dat de huidige tankervloot verouderd omdat men niet goed weet hoe de transitie naar alternatieve brandstoffen gaat verlopen.



Figuur 5-4 Intensiteit van tankerverkeer in 2023 [Ref 4.]

5.7.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

De belangrijkste verandering die benoemd wordt door deze gebruikersgroep is de toename van het aantal windparken, zie paragraaf 4.2. Andere ontwikkelingen die al benoemd zijn in hoofdstuk 4, zijn de groei van het aantal autonome schepen (paragraaf 4.9), kwaliteit van de bemanning (paragraaf 4.4) en extreme weeromstandigheden (paragraaf 4.5). Een andere ontwikkeling die binnen deze gebruikersgroep veel benoemd wordt is de ontwikkeling van betere technologie en waarschuwingssystemen, welke geacht worden een positief effect te hebben op de scheepvaartveiligheid.

Zaken die minder belicht worden in de enquêteresultaten, maar wel effect hebben op het veiligheidsniveau zijn [APPENDIX 3]:

- Gevaarlijke brandstoffen en windvoortstuwing (paragraaf 4.6 en 4.7);
- Schaalvergroting schepen (paragraaf 4.8);
- Veroudering van de huidige tankervloot;
- Complexiteit van de systemen aan boord in combinatie met kwaliteit van de bemanning die onder druk staat (paragraaf 4.15.7).

5.7.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor containervaart er als volgt uit:

Vlootontwikkeling:

Lichte toename

Relevante (risico-)ontwikkelingen:

Windparken, autonomie, bemanning

5.8 Gebruikersgroep: werkvaart - crewing

Crewing betreft het proces om bemanning te vervoeren naar de plek van operatie op zee. Een samenvatting van de enquête resultaten is opgenomen als APPENDIX 13.

5.8.1 Nautische context & vlootontwikkeling

Het gebruik van de Noordzee van offshore support schepen is geconcentreerd op locaties waar offshore assets zijn gesitueerd. De scheepvaartroutes worden alleen gebruikt om bij de offshore assets te komen (Figuur 5-5). In het algemeen wordt de verwachting uitgesproken dat er meer en grotere schepen op de Noordzee komen en dat het aantal crew transfer vessels (CTV's) en accommodatie schepen (SOV's) op korte termijn zal toenemen. Later wordt verwacht dat dit aantal schepen daalt doordat de capaciteit zal toenemen en voor onderhoud van windparken minder mensen nodig zijn dan voor installatie. Bij de schepen van deze gebruikersgroep worden mogelijk steeds vaker draagvleugelsystemen toegepast. De wens van klanten is dat deze schepen bestand zijn tegen steeds hogere golven om daarmee de inzetbaarheid te verhogen.

5.8.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

De belangrijkste verandering die benoemd wordt door deze gebruikersgroep is de verwachte afname in kwaliteit van de bemanning (paragraaf 4.4). Redenen die aangestipt worden zijn bijvoorbeeld dat er minder geld beschikbaar is voor bemanning en dat bemanning buiten Europa gezocht wordt. Andere ontwikkelingen die benoemd worden met een negatief effect op de scheepvaartveiligheid zijn extreem weer (paragraaf 4.5) en toepassing van draagvleugelsystemen verhogen de snelheid en daarmee de ontmoetingsnelheid tussen schepen (paragraaf 4.12.2).

5.8.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor werkvaart - crewing er als volgt uit:

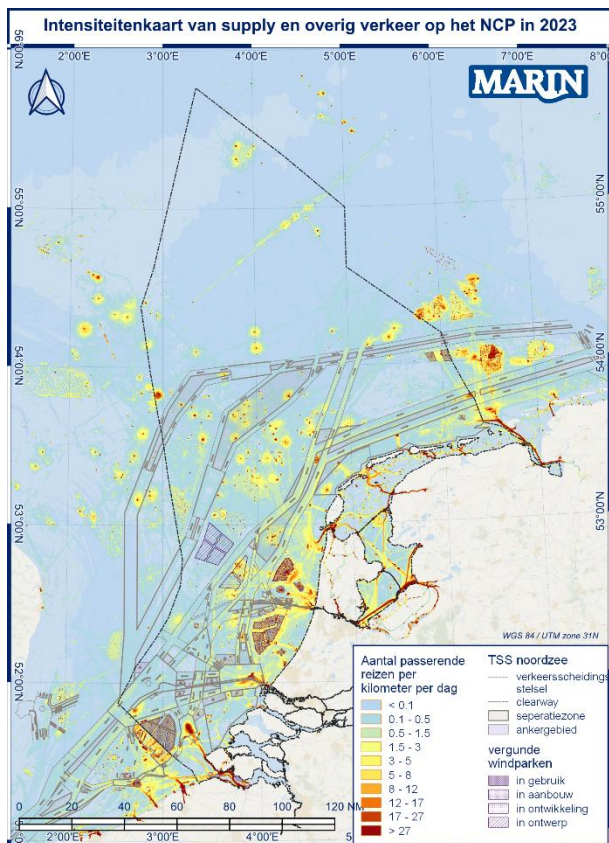
<i>Vlootontwikkeling:</i>	<i>Toename</i>
<i>Relevante (risico-)ontwikkelingen:</i>	<i>Bemanning, extreem weer, meer verkeer en mensen</i>

5.9 Gebruikersgroep: werkvaart – offshore installatie

Werkvaart – offshore support betreft alle schepen op de Noordzee gericht op de installatie van offshore assets zoals windturbines. Een samenvatting van de enquête resultaten is opgenomen als APPENDIX 14.

5.9.1 Nautische context & vlootontwikkeling

Het gebruik van de Noordzee van offshore support schepen is geconcentreerd op locaties waar offshore assets zijn gesitueerd. De scheepvaartroutes worden alleen gebruikt om bij de offshore assets te komen (Figuur 5-5). In de respons op de enquête wordt de verwachting uitgesproken dat de activiteit van offshore support schepen zal toenemen. Eerst constructieschepen voor het bouwen van de windparken, later meer schepen voor onderhoud. Momenteel zijn er te weinig installatieschepen voor windturbines [APPENDIX 3].



Figuur 5-5 Intensiteit van werkvaart in 2023 [Ref 4.]

5.9.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Door deze gebruikersgroep worden de effecten op de scheepvaartveiligheid minder ernstig ingeschat. Het vertrouwen wordt uitgesproken dat de betrokken partijen maatregelen treffen om de gevolgen van een vollere Noordzee te mitigeren. Maatregelen die benoemd worden zijn scheiding typen scheepvaartverkeer en het plaatsen van ERTV's in de buurt van windparken.

5.9.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor werkvaart – offshore installatie er als volgt uit:

Vlootontwikkeling: *Toename*
 Relevante (risico-)ontwikkelingen: *Windparken*

5.10 Gebruikersgroep: baggerindustrie

De baggerindustrie betreft alle schepen op de Noordzee gericht op het baggeren, zandwinning en kustbescherming. Er zijn geen relevante resultaten te benoemen uit de enquête, noch de interne consultaties.

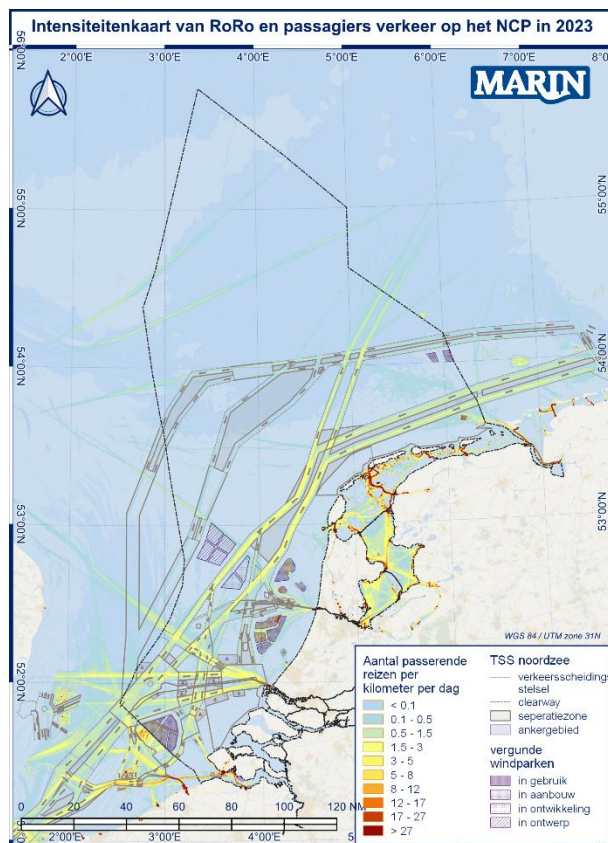
5.11 Gebruikersgroep: RoRo / Ferry's

De gebruikersgroep RoRo betreft alle schepen op de Noordzee die rijdende voertuigen kunnen transporteren. De gebruikersgroep Ferry's betreft verbindingdiensten tussen kustplaatsen maar deze schepen hebben soms ook een RoRo karakter. Bij beide gebruikersgroepen is er geen respons op de enquête.

5.11.1 Nautische context & vlootontwikkeling

In Figuur 5-6 zijn de RoRo en passagiersschepen zijn weergegeven. Zichtbaar zijn de ferry verbindingen zichtbaar tussen Nederland en de UK en Noorwegen/Denemarken. Ook zijn de twee oost-west routes in het noordelijke deel zichtbaar; onder andere de verbinding Esbjerg-Hull.

De RoRo-vaart ondergaat een licht afnemende trend. Verkeer van en naar Rotterdam neemt af, terwijl het verkeer van en naar de Westerschelde juist lijkt toe te nemen [Ref 54.].



Figuur 5-6 Intensiteit van RoRo en passagiersschepen in 2023 [Ref 4.]

De verwachting is dat de RoRo schepen groter zullen worden, dat de energietransitie impact zal hebben op de brandstofvoorziening van de schepen. Daarnaast wordt ook impact verwacht op het gedrag, zoals alternatieve routes en langzamer varen (APPENDIX 3). Bij Ferry's worden mogelijk steeds vaker draagvleugelsystemen toegepast.

5.11.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Zaken die minder belicht worden in de enquêteresultaten, maar wel effect hebben op het veiligheidsniveau zijn [APPENDIX 3]:

- Schaalvergroting RoRo schepen (paragraaf 4.8);
- Andere voortstuwingssystemen (paragraaf 4.6);
- Toenemende automatisering (paragraaf 4.9);
- Mogelijk toenemende snelheid ferry's door draagvleugeltoepassing (paragraaf 4.12.2).

5.11.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor de gebruikersgroepen RoRo en Ferry's er als volgt uit:

Vlootontwikkeling: *Lichte afname (RoRo)*
Relevante (risico-)ontwikkelingen: *Windvoortstuwning, alternatieve energiebronnen, windparken, kwaliteit bemanning*

5.12 Gebruikersgroep: Cruise

De gebruikersgroep cruise betreft alle grote passagiersschepen op de Noordzee. Vanuit de gebruikersgroep 'Cruise' is geen respons verkregen op de verstuurde enquête.

5.12.1 Nautische context & vlootontwikkeling

Er wordt een toename verwacht van het aantal cruiseschepen, de capaciteit van nieuwe cruiseschepen worden geoptimaliseerd maar de afmeting van het schip wordt momenteel beperkt door de afmeting van het grootste droogdok (APPENDIX 3).

5.12.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

De energietransitie zal impact hebben op de voorstuwingsystemen van de schepen (paragraaf 4.6). Doordat de schepen groter worden, zijn ze slechter te manoueveren en zijn er meer mensen aan boord (paragraaf 4.8). De maximale hellingshoek in de bocht van een cruiseschip vereist aandacht omdat deze vaak groter is dan voorgeschreven in de internationale code voor intact stabiliteit (APPENDIX 3).

5.12.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor de gebruikersgroep cruise er als volgt uit:

Vlootontwikkeling: *Lichte toename*
Relevante (risico-)ontwikkelingen: *Grotere schepen, alternatieve brandstoffen, max. hellingshoek*

5.13 Gebruikersgroep: General cargo en bulk schepen

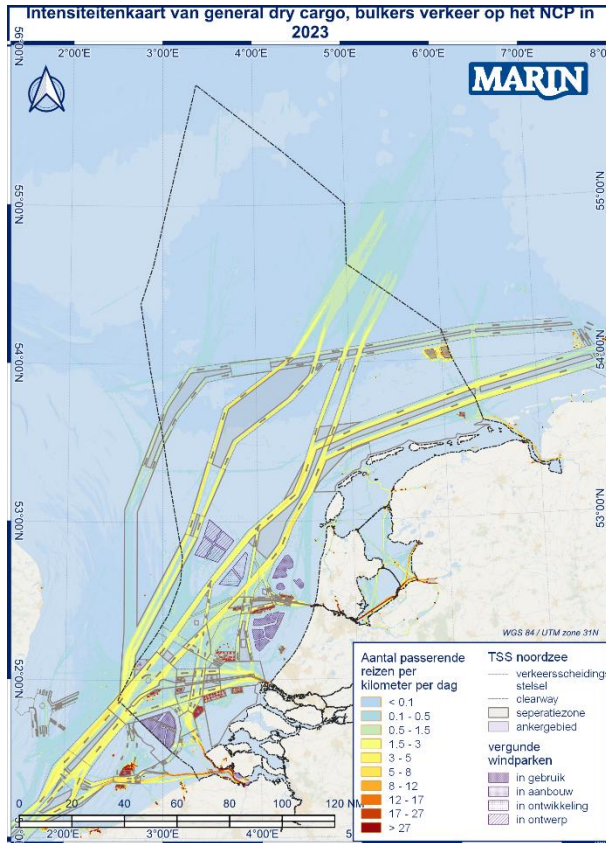
De gebruikersgroep general cargo (GDC) betreft alle schepen op de Noordzee die stukgoed vervoeren. Bulk carriers vervoeren bulk zoals erts en kolen. Vanuit GDC is geen respons verkregen op de verstuurde enquêtes, voor de gebruikersgroep bulkschepen slechts een.

5.13.1 Nautische context & vlootontwikkeling

GDC en bulk schepen zijn op de Noordzee vooral actief op VSS en ankergebieden (Figuur 5-7). Het aantal general cargo schepen op de Noordzee vertoont een dalende trend, vooral van en naar het noorden. Daarnaast kiezen deze schepen steeds meer voor de diepwaterroutes [Ref 54.].

Voor bulkschepen geldt de verwachting dat het vervoer van steenkool op de lange termijn afneemt.

De verwachting is dat de schepen groter zullen worden, dat de energietransitie impact zal hebben op de brandstofvoorziening van de schepen, dat windvoortstuwning een belangrijke rol gaat spelen en er is sprake van toenemende automatisering. Daarnaast wordt ook impact verwacht op het gedrag, zoals alternatieve routes en langzamer varen (APPENDIX 3).



Figuur 5-7 Intensiteit van GDC en bulk schepen op de Noordzee in 2023 [Ref 4.].

5.13.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

Schepen worden minder wendbaar doordat ze groter worden en mogelijk deels door wind voortgestuwd worden (paragraaf 4.7 en 4.8), de kwaliteit van de bemanning staat onder druk (paragraaf 4.4) en toename in gebruik van alternatieve brandstoffen (paragraaf 4.6).

5.13.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor de gebruikersgroep havens er als volgt uit:

Vlootontwikkeling:

Lichte afname

Relevante (risico-)ontwikkelingen:

Windvoortstuwing, alternatieve energiebronnen, windparken, kwaliteit bemanning

5.14 Gebruikersgroep: Onderzoekschepen

De gebruikersgroep onderzoekschepen betreffen bedrijven die onder andere meteorologisch onderzoek, oceanografisch onderzoek of seismografisch onderzoek uitvoeren ten behoeve van de olie- en gasindustrie of windparkexploitanten. Er zijn geen relevante resultaten te benoemen uit de enquête, noch de interne consultaties. In deze gebruikersgroep is de toepassing van autonome onbemande schepen in een vergevorderd stadium. Een voorbeeld is het 12 meter lange onderzoekschip Fugro Orca dat zelfstandig de zeebodem in kaart kan brengen en platform inspecties kan uitvoeren [Ref 55.].

5.15 Gebruikersgroep: Jachten

De gebruikersgroep jachten is vergelijkbaar met recreatievaart, echter hier betreft het de superjachten met grotere afmetingen en een professionele crew aan boord.

5.15.1 Nautische context & vlootontwikkeling

Er wordt een toename verwacht in de hoeveelheid jachten/superjachten op de Noordzee. Nederland heeft de ambitie om een bestemming te worden voor superjachten. De verwachte toename is klein, maar dit type schepen heeft hoge veiligheidseisen. Daarnaast zal de snelheid van de schepen toenemen door toenemend gebruik van draagvleugelsystemen (APPENDIX 3).

5.15.2 (mate van) Effect op het huidige veiligheidsniveau Noordzee

De hogere snelheid van jachten met draagvleugelsystemen heeft een lagere veiligheid als gevolg door lagere reactietijden van de schipper (paragraaf 4.12). Daarnaast bevinden zich op jachten met toenemende mate andere apparaten met batterijen (paragraaf 0). Ten slotte zorgt steeds complexere apparatuur ervoor dat storingen minder snel verholpen worden (paragraaf 4.15.3).

5.15.3 Resume

Resumerend ziet het risicoprofiel voor de gebruikersgroep jachten er als volgt uit:

Vlootontwikkeling:

Lichte toename

Relevante (risico-)ontwikkelingen:

Hogere snelheid, brand, complexe apparatuur

6 MITIGERENDE MAATREGELEN

6.1 Inleiding

Een van de onderzoeksvragen is als volgt: 'Welke mitigerende maatregelen zijn nu bekend en wat is de daarvan beoogde werking?' Bij de verschillende risico-ontwikkelingen als benoemd in hoofdstuk 4 zijn al relevante mitigerende maatregelen benoemd. Aanvullend hieraan wordt in dit hoofdstuk alle op basis van de desktopstudie, interviews en consultaties bekende mitigerende maatregelen beknopt beschreven.

6.2 Emergency Response and Towing Vessel (ERTV)

De Kustwacht gebruikt momenteel drie ERTV's, ofwel drie noodhulpsleepboten. Deze schepen zijn gestationeerd nabij Den Helder voor de bescherming van mijnbouwplatforms, nabij IJmuiden voor de inzet rondom de Hollandse Kust windenergiegebieden en nabij windenergiegebied Borssele.

ERTV's zijn bedoeld om te helpen voorkomen dat schepen in nood tegen windturbines en andere objecten in een windpark aandrijven. Over de jaren 2021 – 2023 zijn de ERTV's gemiddeld 27 keer per jaar ingezet bij een melding waarbij een schip aangaf niet onder controle te zijn dan wel een motorprobleem had [Ref 4.].

ERTV's kunnen naast noodsleephulp ook worden ingezet voor zoek- en reddingsacties. Een helikopter kan bijvoorbeeld het MIRG-team (brandweer op zee) op een ERTV afzetten om scheepsbranden te bestrijden [Ref 12.].

Naar de effectiviteit en een efficiënte inzet van ERTV's wordt momenteel onderzoek gedaan. Dit gebeurt zowel binnen het Monitorings en Onderzoeksprogramma Wind op Zee (MOSWOZ) van Rijkswaterstaat als binnen een deel onderzoek van het ministerie van I&W dat door MARIN wordt uitgevoerd.

Het maken van een sleepverbinding tussen een ERTV en een driftend schip kan zeker in extreme omgevingscondities een uitdaging zijn. Dit vastmaken kan mogelijk versneld worden door dedicated tow arrangements op schepen.

6.3 Vessel Traffic Monitoring (VTMon)

Vanaf 2025 start de Kustwacht met Vessel Traffic Monitoring [Ref 12.]. Naar de mogelijkheden rondom VTMon in en rondom windparken is onderzoek verricht door Arcadis in samenwerking met MARIN [Ref 13.].

Anders dan bij de traditionele VTS (Vessel Traffic Services) ligt bij VTMon niet de aandacht op verkeersbegeleiding, maar op het voorkomen van ongevallen en het minimaliseren van effecten bij ongevallen [Ref 13.]. Een VTMon-operator monitort het verkeer vanuit een helicopterview en kan daardoor een groot gebied overzien. De VTMon-operator communiceert alleen met individuele schepen als wordt opgemerkt dat er een gevaarlijke situatie bestaat of dreigt te ontstaan. VTMon is een 24/7 activiteit en een vorm van verkeersbegeleiding die internationaal nog niet bestaat [Ref 13.].

6.4 Vessel Traffic Service (VTS) Noordzee (VTMon+)

VTS Noordzee, of in dit geval ook VTMon+ genoemd, is een vorm van scheepvaartverkeersbegeleiding zoals nu ook in havens plaatsvindt. Ofwel een vergaande regulering van het scheepvaartverkeer op de Noordzee door middel van meldplicht van schepen, dwingende aanwijzingen aan schepen ten behoeve van het meest veilige en weersafhankelijke routing en gebruik van het VSS.

Een dergelijke regulering van het scheepvaartverkeer buiten de territoriale wateren, waarbij dwingend advies wordt gegeven, is momenteel nog niet (juridisch) mogelijk.

Vanuit de gemaakte vergelijking met de huidige verkeersbegeleiding in en nabij havens, is een combinatie van deze maatregel met de inzet van sleepboten (paragraaf 6.2) en een operationele status van schepen (paragraaf 6.5) voor de hand liggend.

6.5 Schepen eerder in operationele status brengen

In de aanloop van een haven wordt een schip in operationele modus gebracht. Dit houdt in dat extra personeel op de brug aanwezig moet zijn, van brandstof wordt gewisseld (zware stookolie naar diesel), hulpmotoren/-generatoren kunnen worden bijgezet ten behoeve van de manoeuvreerbaarheid van het schip. Naast beter manoeuvreren kan een schip hierdoor ook sneller van snelheid veranderen. Deze operationele modus maakt dat bemanning alerter is en dat een schip sneller op onverwachte situaties kan reageren. Wanneer schepen al buiten de territoriale wateren in een operationele modus zouden worden gebracht zijn de passageafstanden tot windparken effectiever en kan sneller gereageerd worden op onverwachte situaties.

6.6 ‘Vangrails op zee’

Met de toenemende hoeveelheid windturbines op de drukbevaren Noordzee heeft MARIN het initiatief genomen om, aanvullend aan bestaande mitigerende maatregelen, een aantal vangrail concepten te testen. Met een team experts vanuit de offshore industrie is een variëteit aan concepten bedacht waaruit er drie zijn geselecteerd om te beproeven op modelschaal.

Het beoogde doel van de vangrail concepten is dat aandrijving tussen een stuurloos driftend schip en een windturbine kan worden voorkomen door middel van een fysieke barrière aan de buitenzijde van een windenergiegebied. Op basis van initiële modeltesten blijkt dat het fysiek tegenhouden van een bulk carrier mogelijk is.

Het onderzoek bevindt zich nog in een verkennende fase (laag TRL niveau). 3 concepten zijn op modelschaal beproeft op basis van een enkele geselecteerde bulk carrier. Nader onderzoek is nodig om de concepten door te ontwikkelen naar een prototype waarvan de werking is aangetoond in verschillende omstandigheden en voor verschillende scheepstypen.

6.7 Noordzeeloods (verplichting)

Een noordzeeloods, ook wel diepzeeloods genoemd, kan worden ingezet om schepen over de Noordzee te loodsen. Een loods adviseert de kapitein over de beste navigatieroute en assisteert bij een vlotte doorvaart en een perfecte aanloop in het havengebied. Een noordzeeloods kan helpen in het verhogen van de ‘situational awareness’ van de kapitein die de Noordzee bevaart. De huidige bevoegdheden en verplichtingen van een noordzeeloods staan in het Besluit opleidingen en bevoegdheden nautische beroepsbeoefenaren [Ref 56.]. Momenteel zijn kapiteins niet verplicht om gebruik te maken van de diensten van een noordzeeloods.

6.8 Human Centered Design – effectieve informatiesystemen aan boord

In paragraaf 4.4 zijn diverse redenen genoemd waarom de kwaliteit van de bemanning onder druk staat. Tegelijkertijd zijn op diverse plekken in dit rapport (paragraaf 3.9, 3.10 en 4.9) kansen benoemd om de bemanning te ondersteunen door automatisering. Wanneer de verhouding tussen de mens en het geautomatiseerde systeem verandert, dient de mens daarbij goed te worden meegenomen om daarmee om te kunnen gaan. Daarnaast dienen de systemen te kunnen omgaan met de creatieve

inbreng van de mens. Bij een Human Centered Design (HCD) wordt de mens in zijn kracht gezet in een geautomatiseerde omgeving.

De ISO 9241 is een bekende internationale norm voor HCD voor interactieve systemen en definieert welke activiteiten moeten worden ondernomen om een gebruikersinterface te ontwikkelen volgens het principe van mensgericht ontwerpen.

Door MARIN is in 2020 beknopte richtlijn gegeven voor een HCD-ontwerpmethodologie voor een adviessysteem in een maritieme omgeving [Ref 57.]. Een effectief adviessysteem moet de menselijke operator ondersteunen bij het nemen van de beste beslissingen. Een operator heeft een hoog niveau van situationeel bewustzijn nodig om de situatie te begrijpen en een beslissing te kunnen nemen [Ref 57.].

6.9 Creëren van omgevingsbewustzijn van bemanning

Verschillende van de in dit hoofdstuk genoemde mitigerende maatregelen beogen het omgevingsbewustzijn van de bemanning:

- VTMon (paragraaf 6.3);
- VTS Noordzee (paragraaf 6.4);
- Noordzeeloods (paragraaf 6.7);
- Andere operationele modus schip (paragraaf 6.5);
- Automatisering ter ondersteuning aan de bemanning (paragraaf 6.8).

Naast deze maatregelen zijn er meer vormen benoemd om het omgevingsbewustzijn van bemanning te verhogen: vanuit de enquêtes en consultaties:

- Support vanaf de wal; een rederij operationeel centrum die monitort/meekijkt ter ondersteuning van de bemanning;
- Support vanaf de wal; centrale maritieme coördinatie windparken, waarbij per windenergiegebied het scheepvaartverkeer binnen het windpark wordt begeleid;
- Digitaal intenties delen in verband met afwijkende geoptimaliseerde koers (minder spraakverwarring en daardoor minder gevaarlijke situaties).

6.10 Toerusting Kustwacht en KNRM in veiligheidstaken (incl. SAR)

In dit onderzoek zijn een aantal ontwikkelingen naar voren gekomen die invloed hebben op de minimaal benodigde middelen, kennis en capaciteit van de Kustwacht en de KNRM, waaronder:

- Een grotere kans op schip-object aanvaringen/aandrijvingen (paragraaf 4.2);
- Meer mensen op zee (paragraaf 4.2, 4.3 en 5.2);
- Nieuwe aandrijfsystemen en brandstoffen met mogelijk kans op meer driftende schepen (paragraaf 4.6);
- Nieuwe (bunker)brandstoffen met elk een eigen risicoprofiel en bestrijdingsaanpak (paragraaf 4.6);
- Meer batterijen op zee met daarbij behorende brandverloop (paragraaf 4.10);
- Naar verwachting een stijging van het aantal recreanten (paragraaf 5.5).

Dit onderzoek voorziet niet in een analyse wat aan extra middelen, kennis en capaciteit nodig is ten opzichte van de huidige situatie.

SAR onderwerpen die binnen het MOSWOZ programma worden/zijn onderzocht zijn 'SAR ver op zee' [Ref 17.] en inrichting windenergiegebieden ten behoeve van de SAR operatie [Ref 58.]. Uit het onderzoek naar medegebruik van windparken [Ref 15.] komt de aanbeveling om gebruik te maken van

een Emergency Respons Plan (ERP) omdat dit ten goede kan komen van de samenwerking tussen de Kustwacht en servicepartijen bij SAR-operaties binnen/nabij windparken. Daarbij kan een ERP duidelijkheid scheppen over verantwoordelijkheden bij interceptie en berging.

Andere naar voren gekomen mogelijke maatregelen ten behoeve van de reddingsdiensten zijn:

- Eerder incidenten melden bij Kustwacht;
- Extra aandacht voor de brandbestrijding van accubranden;
- Platformen op zee met rescue & medische ondersteuning;
- Inzetten van drones voor SAR activiteiten;
- Uitbreiding middelen om verspreiding vrijgekomen brandstoffen/lading te beperken;
- Anomalie detectie (paragraaf 6.11).

De beschikbare middelen en capaciteit bij de Kustwacht houdt ook verband met de maatregelen als benoemd in paragraaf 6.2 en 6.3.

6.11 Anomalie en/of drifter detectie

Een methode om drifters dan wel opmerkelijk gedrag adequate te signaleren vergroot het handelingsperspectief van de Kustwacht. Nu is de Kustwacht nog afhankelijk van meldingen die door schepen al dan niet worden doorgegeven.

6.12 Port State Control (PSC)

Opschalen reikwijdte van de ILT inspecties, mogelijk ook ankergebieden meenemen in plaats van slechts havens, uitgebreidere controles/assessments, extra aandacht voor rusttijden korte afstandsvervoer.

Het is van belang dat scheepsveiligheidseisen/-standaarden en regels tijdig bestaan en worden nageleefd door controles (Port State Control). Dit mede in het kader van andere brandstoffen en voortstuwingssystemen zoals onder andere omschreven in paragraaf 4.6.

6.13 Maritieme ruimtelijk planning

Maritiem ruimtelijke planning is een middel om scheepvaartveiligheid te borgen. Voorbeelden hiervan zijn veilige passeerafstanden tussen VSS verkeersbanen en windparken maar ook zogenaamde 'no anchoring area's' (paragraaf) waarbij schepen ruimte krijgen om slecht weer te doorstaan zonder te ankeren.

Alle naar voren gekomen vormen van maritiem ruimtelijke planning ten behoeve van de scheepvaartveiligheid:

- Places of refuge: toevluchtsoord (op zee) voor schepen bij slecht weer, technische mankementen of andere redenen die een veilige doorvaart belemmeren;
- No anchoring area's: een gebied waar wachtende schepen gecontroleerd maar zonder anker te gebruiken kunnen verblijven totdat ze de haven binnen kunnen gaan;
- Scheiding van typen verkeer;
- Borgen van veilige afstanden tussen VSS en windparken;
- Uitbreiden/aanpassen VSS;
- Scenario planning: mogelijke toekomstige (ruimtelijk en gebruik) scenario's van de Noordzee opstellen om daarmee inzicht te creëren voor korte termijn beleidskeuzen;
- Duidelijke ruimtelijke planning binnen windparken: de ruimtelijke situering en mate van diversiteit qua vormen van medegebruik, als ook voldoende manoeuvreer- en

onderhoudsruimte voor alle toegestane schepen en onderhoud-/verbodszones rondom medegebruik functies.

6.14 Voorstellen indienen bij IMO of EU ten bate van scheepvaartveiligheid

Veel van de risico-ontwikkelingen zoals beschreven in dit rapport zijn autonome ontwikkelingen die niet alleen gelden voor het Nederlandse deel van de Noordzee. Dat vraagt vaak ook om mitigerende maatregelen die op EU of IMO niveau moeten worden gerealiseerd. Een aantal maatregelen die in deze context zijn benoemd:

- Verbeteren opleidingen zeevarenden in relatie tot druk en beperkt vaarwater
- Werken aan betrouwbaarheid voortstuwing en/of SRtP oplossingen
- Effectievere besluitvorming; beknoptere IMO procedures;
- Promoten veiligheidscultuur aan boord;
- Stabiliteitseisen aan passagierszeilvaart en wind assist schepen;
- Ontwerp veiligheidseisen schepen opnieuw definiëren; definitie ontwerpstorm;
- Redundant uitvoeren van kritische scheepssystemen;
- VTMon plus;
- Beschermingsmechanismen tegen (cyber) security dreigingen.

6.15 Data en informatiesystemen Noordzee

In paragraaf 3.9 en 3.10 zijn kansen benoemd voor AI en XR toepassingen. Om op lange termijn gebruik te kunnen maken van deze technologische ontwikkelingen is het belangrijk om voldoende en kwalitatief goede data beschikbaar te hebben op basis van metingen en modellen. Maar ook op korte termijn zijn er al technologische kansen, zoals betere windvoorspellingen. Maatregelen die naar voren zijn gekomen in dit onderzoek zijn:

- Uitrol S100 datamodellen: hiermee wordt internationaal de basis gelegd voor een gelaagde opbouw van kaart gerelateerde informatie, dus de ENC gecombineerd met andere informatiebronnen;
- Meer sensoren op zee voor meten en observatie;
- Het laagdrempelig, toegankelijk en bruikbaar maken van actuele meteo gegevens (golfhoogte, windkracht, golfperiode, richting) voor alle gebruikers van de Noordzee;
- Invoeren van e-navigation;
- Voldoende inzicht in windvelden en verwachte windsnelheid fluctuaties op de brug (WASP);
- SafeSeaNet: In dit monitoring- en informatiesysteem worden gegevens van de scheepvaart op Europees niveau verzameld en opgeslagen.

6.16 Aandacht voor recreatievaart Noordzee

De verwachting is dat de recreatievaart nog groeit de komende jaren (paragraaf 5.5). Daarnaast is de verwachting dat er meer ontmoetingen tussen recreatievaart en commerciële vaart zal plaatsvinden door de komst van nieuwe functies op zee (paragraaf 4.2). Mogelijke maatregelen die in de respons op de enquête zijn benoemd ten aanzien van de recreatievaart:

- AIS en marifoon plicht recreatievaart;
- opleidingscertificaat verplicht voor recreatievaart;
- uitluisterverplichting op VHF16 voor recreatievaart.

6.17 Overzicht overige mitigerende maatregelen

Naast de meer uitgebreid beschreven mitigerende maatregelen in de vorige paragrafen zijn nog een aantal mitigerende maatregelen uit de literatuur en enquête naar voren gekomen. Deze maatregelen behoeven naar verwachting geen extra toelichting:

- Verbeterde maritieme surveillance (o.a. op overtreden regels);
- Beheersbaarheid intensiteit ankergebieden verbeteren;
- Normenkader voor zichtbaarheid; digitale en fysiek zichtbare markering medegebruik systemen onder alle (zicht)condities;
- Een aangetoonde degelijke verankering van de medegebruik-objecten;
- Opleiding en training van personeel op zee;
- Schepen uitrusten met te ontwikkelen aanvaringwaarschuwingssystemen;
- Bezwijkmechanismes windturbines om te voorkomen dat nacelle op het schip terecht komt;
- Regels om focus bemanning op navigatie te houden (o.a. verbieden gsm's op de brug);
- Correcte stuwage procedures, naleven en controle (PSC);
- Innovatie sessies organiseren voor stimulatie nieuwe mogelijke mitigerende maatregelen;
- Oplaad- en afmeerboeien om drift bij slecht weer te voorkomen;
- Internationaal meer samenwerken;
- Meer transponders op (cardinale) betonning en havenmonden;
- Duidelijkheid geven over vaarregels en gebruik gedefinieerde onderhoud-/verbodszones binnen het windpark.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het doel van het onderzoek is inzicht krijgen in mogelijke nautische risico-ontwikkelingen op de Noordzee. Dit inzicht is de basis voor vervolg onderzoek naar nodige aanvullende mitigatie van relevante risico's.

Om te komen tot dit inzicht zijn de volgende drie te beantwoorden onderzoeksvragen opgesteld:

1. "Welke autonome en niet-autonome ontwikkelingen zijn van invloed op het nautische veiligheidsniveau van de huidige en toekomstige gebruikers van de Noordzee (Nederlandse territoriale wateren en Exclusief Economische Zone (EEZ))?"
2. Wat is de ordegrrootte (laag/midden/hog) van deze risico-ontwikkelingen op de korte (~1 jaar), middellange (~5 jaar) en lange termijn (> 10 jaar)?
3. Welke mitigerende maatregelen zijn nu bekend en wat is de daarvan beoogde werking?

Om te komen tot beantwoording van deze onderzoeksvragen zijn de verschillende gebruikersgroepen van de Noordzee onderscheiden, deze zijn elk benaderd met een enquête om vanuit dit gebruiksperspectief relevante ontwikkelingen te duiden. Daarnaast is ook een groep algemeen belanghebbende gedefinieerd waarbij het merendeel regelmatig (wekelijks) nadenkt over de scheepvaartveiligheid op de Noordzee. De uitkomsten van de enquête aan deze algemeen belanghebbenden is gebruikt om het risicoprofiel en horizon van de ontwikkelingen te duiden. Aanvullend zijn diverse experts geconsulteerd, zowel binnen als buiten Marin. Voor extra context bij de genoemde ontwikkelingen is een literatuuronderzoek uitgevoerd.

Op basis van de respons op de enquête en de consultaties zijn elf (11) hoofdontwikkelingen voor de komende tien jaar geïdentificeerd, waarbij per hoofdontwikkeling diverse deelontwikkelingen zijn geduid. Deze elf hoofdontwikkelingen hebben invloed op meerdere gebruikers(groepen) van de Noordzee. Het betreft de volgende hoofdontwikkelingen:

- Ontwikkeling windparken op zee;
- Ontwikkeling overige nieuwe functies op zee (CCU, aquacultuur, drijvende zonnecellen, etc.);
- Kwaliteit bemanning staat onder druk;
- Opkomst alternatieve brandstoffen;
- Doorzettende schaalvergroting van schepen;
- Internationale spanningen en terrorisme;
- Toenemende automatisering van schepen met autonome schepen als ultimum;
- Toenemende elektrificatie;
- Extremere weerscondities op zee;
- Toename Wind Assist Ship Propulsion (WASP) systemen;
- Verandering van gedrag en routing van schepen om diverse redenen.

De bovenste drie hoofdontwikkelingen, ontwikkeling nieuwe functies op zee en het onder druk staande kwaliteit bemanning, worden door de respondenten aangemerkt als meest zorgelijk. Deze zouden het grootst negatieve effect hebben op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee. De bovenste zeven hoofdontwikkelingen worden relatief het vaakst genoemd in de respons op de enquêtes.

Dat de kwaliteit van de bemanning onder druk staat is mede vanwege andere genoemde (hoofd)ontwikkelingen. En zo bestaan meer elkaar onderling beïnvloedende ontwikkelingen. Een duidelijk voorbeeld zijn alle nieuwe/aanvullende voorziene functies op de Noordzee, waarbij het effect van deze nieuwe functies op het gebruik van de Noordzee, onderling vergelijkbaar is. Alle nieuwe functies zijn een potentieel (aanvaar/aandrijf) gevaar voor scheepvaartverkeer, beperken de beschikbare ruimte voor scheepvaartverkeer, brengt extra (bestemmings-)scheepvaartverkeer en

mensen op zee met zich mee en het zijn ontwikkelingen die vaak vragen om aanleg van extra kabels en leidingen wat beperkend is voor ankeren.

Wat opvalt aan de lijst van elf hoofdontwikkelingen is dat bijna de helft van deze hoofdontwikkelingen gedreven worden door de opgave om klimaatverandering tegen te gaan. Daarmee kunnen vraagtekens gezet worden bij het niet-autonome karakter van beleidskeuzen ten aanzien van ruimtelijke ingrepen op de Noordzee waar het hernieuwbare energie betreft dan wel activiteiten om de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer te reduceren. Beleidskeuzen geven echter wel de mogelijkheid om voorwaarden te stellen aan de maximaal toegestane effecten van keuzen, in dit geval de effecten qua scheepvaartveiligheid. Dit in tegenstelling tot veel andere genoemde hoofdontwikkelingen die op zichzelf autonome ontwikkelingen zijn. In het voorkomen van nautische risico's als gevolg van deze autonome ontwikkelingen is de invloed van de Nederlandse overheid veelal beperkt tot het op internationaal niveau (EU/IMO) onder de aandacht brengen en regelgeving voorstellen ten bate van de scheepvaartveiligheid.

Desondanks zijn in deze studie enkele mitigerende maatregelen naar voren gekomen die nautische risico's kunnen voorkomen en daarmee de moeite waard zijn om nader te onderzoeken op effectiviteit en mate van inzetbaarheid. Voorbeelden zijn diverse mogelijkheden om het lokale situationele bewustzijn van kapiteins te verhogen en daarmee menselijke fouten te voorkomen, systemen zoals de ERTV's of 'vangrails' concepten om drift door windparken te voorkomen, investeren in adequate detectie van driftende schepen en verhoogde manoeuvreerbaarheid van schepen afdwingen op manieren die nu veelal binnen havens worden toegepast. Naast het voorkomen van incidenten zijn ook diverse maatregelen naar voren gekomen om de effecten van het incident te minimaliseren.

Uiteindelijk is de respons per individuele gebruikersgroep van de Noordzee te laag om statistisch betrouwbaar een inschatting te kunnen maken van de vlootontwikkeling per type Noordzee gebruiker. In dit onderzoek blijft het bij een uitgesproken verwachting ten aanzien van de groei van de betreffende vloot dan wel het betreffende gemiddelde schip op de Noordzee. Voor een scherper beeld van deze toekomstige vlootontwikkelingen kan mogelijk data worden gekocht van bedrijven binnen de financiële (scheeps)industrie die deze data verzamelen en analyseren om toekomstige ontwikkelingen te begrijpen en voorspellen. Deze bedrijven zijn vaak verbonden met verzekeraars zoals Lloyds of London of scheepsmakelaars zoals Clarksons.

LITERATUURLIJST

- [Ref 1.] M. Duursma, J.T.M. van Doorn, Y. Koldenhof, J. Valstar
WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijk mitigerende maatregelen
MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019
- [Ref 2.] Y. Koldenhof & K. Kauffman
Effecten op scheepvaartveiligheid voor windenergiegebied Hollandse Kust (west)
MARIN, 31909-1-MO-rev.0.3, 25 september 2019
- [Ref 3.] Y. Koldenhof
Netwerkevaluatie Noordzee 2018/2019
MARIN, 32091-1-MO-rev.1, 29 oktober 2020
- [Ref 4.] M. Hermans, K. Kauffman, T. de Jong, A. Nap
Netwerkanalyse Noordzee 2023 – Analyse van het scheepvaartverkeer in de periode 1 januari -31 december (concept)
MARIN, 34243-3-MO-rev.0.1, 31 maart 2024
- [Ref 5.] J.H.A. van Rooij
Investigation of ship impact against wind turbine foundations in the Dutch part of the North Sea
HVR engineering, 081.R030.M006, 9 December 2020
- [Ref 6.] G.J. van der Want
Risk Mitigation Multi-Use Offshore Wind Farms
MARIN, 32934-1-MO-rev.2, 4 March 2021
- [Ref 7.] H. Huisman, Y. Koldenhof
FSA Routing Baltic
MARIN, 32091-1-MO-rev0.2, 22 April 2021
- [Ref 8.] H. Huisman, Y. Koldenhof
FSA doorvaart in passages in windparken
MARIN, 33020-1-MO-rev.1, 19 oktober 2021
- [Ref 9.] C. Droppers
Presentatie: Stakeholdersessie BowTie Schip-turbine aanvaringen
RWS, 27 januari 2022
- [Ref 10.] Y. Koldenhof
SAMSON-analyse Wind Op Zee; versnellingsopgave RK2030 met doorkijk naar 2040
MARIN, 33797-1-MO-rev.1.0, 7 september 2022
- [Ref 11.] Sophia Bats en anderen
Aantekeningen MOSWOZ werksessie: Nut en Noodzaak internationale benchmark constructie eisen van windturbines/parken op zee (i.r.t. scheepvaartveiligheid)
RWS, 15 februari 2022

- [Ref 12.] Noordzeeloket
Online beschikbaar: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>
Geraadpleegd april 2024
- [Ref 13.] C. Beenhakker en H. Huisman
Mogelijkheden VTM in ene rondom windparken
Arcadis/MARIN, WXE7ZPM25JS7-1374141725-73:Definitief, 8 maart 2023
- [Ref 14.] Voedsel uit zee en grote wateren – Visie voor voedselwinning op weg naar 2050
Ministerie van Landbouw, Natuur en voedselkwaliteit, maart 2024
- [Ref 15.] M.Schipper & A.Nap
Maritieme risico's omtrent medegebruik windparken op zee – een eerste inventarisatie
MARIN, 34486-1-MO-rev.1.0, 24 april 2023
- [Ref 16.] Windenergie op zee
Online beschikbaar: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie-op-zee>
Geraadpleegd oktober 2024
- [Ref 17.] M. van Nieuwenhuijze, B. van der Hoek, W. Gruijters
SAR ver op zee
Anteagroup, 0485025.100, 10 oktober 2023
- [Ref 18.] G. Kolk & S. Lokhorst
Breedte doorvaartpassages – windparken op zee
Movares, X23-GPK-HS-RAP-22007883, 2 december 2022
- [Ref 19.] Integrale Infrastructuurverkenning 2030 - 2050
Netbeheer Nederland, oktober 2023
- [Ref 20.] A. Nap
Risico-indicatoren scheepvaartveiligheid MOSWOZ
MARIN, 33887-1-MO-rev.1.0, 23 juni 2022
- [Ref 21.] Schipperen met ruimte
Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV), 13 juni 2024
- [Ref 22.] Rapportage ongevallen Scheepvaart juli – december 2023
Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV), maart 2024
- [Ref 23.] Loodswezen Zeeland biedt verkorte opleiding aan vanwege dreigend personeelstekort zee
Online beschikbaar: <https://www.schuttevaer.nl/nieuws/actueel/2024/08/28/loodswezen-zeeland-biedt-verkorte-opleiding-aan-vanwege-dreigend-personeelstekort/>
Geraadpleegd oktober 2024
- [Ref 24.] De Nederlandse vissersvloot
Online beschikbaar: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/1998/34/de-nederlandse-vissersvloot>
Geraadpleegd oktober 2024

- [Ref 25.] Forse daling totale omvang visserijvloot en aanvoer vis
Online beschikbaar: <https://agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526§orID=2860&themaID=2286&indicatorID=2880>
Geraadpleegd oktober 2024
- [Ref 26.] Sophie M. Neitzel e.a.
Stand van Zaken kleinschalige passieve visserij in windparken op zee – Een bundeling van bestaande kennis en een verkenning naar de mogelijkheden voor kleinschalige passieve visserij in windparken
WUR/WER/MARIN, Wageningen Marine research rapport C055/23, september 2023
- [Ref 27.] Safety and shipping 1912-2012 – from Titanic to Costa Concordia
Allianz Global Corporate & Specialty, 2012
- [Ref 28.] Shipping safety - Human error comes in many forms
Online beschikbaar: <https://commercial.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/human-error-shipping-safety.html>
Geraadpleegd oktober 2024
- [Ref 29.] Porthos CO2 transport & storage
Online beschikbaar: <https://www.porthosco2.nl/project/>
Geraadpleegd november 2024
- [Ref 30.] Aramis
Online beschikbaar: <https://www.aramis-ccs.com/nl/project/>
Geraadpleegd november 2024
- [Ref 31.] The Economist Group
Global Maritime Trends 2050
Lloyds Register, 2023
- [Ref 32.] Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)
Trends en de Nederlandse zeevaart
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, April 2020
- [Ref 33.] KNMI '23 Klimaatscenario's voor Nederland
KNMI, Oktober 2023
- [Ref 34.] Cor Beenhakker, Berend Feldbrugge
Effecten Klimaatverandering op Nautische Veiligheid - Kwalitatieve verkenning van effecten klimaatverandering op nautische veiligheid op de Nederlandse binnenwateren en Noordzee
Arcadis, December 2020
- [Ref 35.] Programma Noordzee 2022-2027
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Maart 2022
- [Ref 36.] Solarduck
Online beschikbaar: <https://solarduck.tech/solarduck-will-build-largest-offshore-floating-solar-plant-together-with-rwe/>
Geraadpleegd november 2024

- [Ref 37.] Princes Elisabeth eiland
Online beschikbaar: <https://www.elia.be/nl/infrastructuur-en-projecten/infrastructuurprojecten/prinses-elisabeth-eiland>
Geraadpleegd november 2024
- [Ref 38.] Pathways to Propulsion Decarbonisation for the Recreational Marine Industry
Ricardo / ICOMIA, RD23-000335-4, November 2023
- [Ref 39.] Roadmap – Brandstoftransitie in de Zeevaart
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), Juni 2024
- [Ref 40.] Potential of hydrogen as fuel for shipping – by ABS, CE Delft, Arcsilea
EMSA, Augustus 2023
- [Ref 41.] The future of maritime fuels – what you need to know
Lloyds Register, September 2023
- [Ref 42.] Batteries on board ocean-going vessels – investigation of the potential for battery propulsion and hybridisation by the application of batteries on board
MAN energy solutions, September 2019
- [Ref 43.] Op zee dobberende schepen kunnen dankzij Britse innovatie nu ook aan de laadpaal
Online beschikbaar: <https://www.change.inc/ict/op-zee-dobberende-schepen-kunnen-dankzij-britse-innovatie-nu-ook-aan-de-laadpaal-41171>
Geraadpleegd november 2024
- [Ref 44.] R. Eggers & A. Kisjes
WISP2 PROJECT ON WIND PROPULSION PERFORMANCE PREDICTION METHODS AND MANOEUVRING
MARIN, 2023
- [Ref 45.] Een duiding van het fenomeen ‘hybride dreiging’
Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding en veiligheid (NCTV), April 2019
- [Ref 46.] Europese kustlanden werken samen aan aanpak Russische schaduwvloot
Online beschikbaar: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2024/11/15/europese-kustlanden-werken-samen-aan-aanpak-russische-schaduwvloot>
Geraadpleegd november 2024
- [Ref 47.] 24/2 De Russische aanval op Oekraïne: een keerpunt in de geschiedenis
Algemene Inlichtingen- en Veiligheidsdienst (AIVD) & Militaire Inlichtingen en -veiligheidsdienst (MIVD), Februari 2023
- [Ref 48.] Defensie wil bedrijven inschakelen voor patrouilles Noordzee
Online beschikbaar: <https://www.schuttevaer.nl/nieuws/actueel/2024/11/20/defensie-wil-bedrijven-inschakelen-voor-patrouilles-noordzee/>
Geraadpleegd november 2024
- [Ref 49.] TU/D-er ontdekt schepen die niet ontdekt willen worden
Online beschikbaar: <https://www.engineersonline.nl/tu-d-er-ontdekt-schepen-die-niet-ontdekt-willen-words/>
Geraadpleegd november 2024

[Ref 50.] 10 Biggest Tanker Ships in the world

Online beschikbaar: <https://www.marineinsight.com/marine/5-biggest-tanker-ships-in-the-world/>

Geraadpleegd december 2024

- [Ref 51.] Regeling routerings- en meldingsystemen voor schepen in volle zee voor de Nederlandse kust
Online beschikbaar: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0033648/2022-07-06/>
Geraadpleegd december 2024
- [Ref 52.] K. van de Maele
Masterscriptie: De toekomst van de Arctische zeeroute
Universiteit Antwerpen, Mei 2022
- [Ref 53.] MIIP003 Ontwikkelingsstudie voor zero-emission CTV's
Online beschikbaar: <https://maritieland.nl/nieuws/miip003-ontwikkelingsstudie-voor-zero-emission-ctvs/>
Geraadpleegd december 2024
- [Ref 54.] M. Schipper
Regionale monitor nautische veiligheid Nederlandse Noordzee 2014-2023
MARIN, 36034-1-MO-rev.0.1 CONCEPT, 20 november 2024
- [Ref 55.] Schuttevaer: Onbemande Fugro Orca kan hetzelfde als een schip met 30 bemanningsleden
Online beschikbaar: <https://www.schuttevaer.nl/nieuws/actueel/2021/11/12/onbemande-fugro-orca-kan-hetzelfde-als-een-schip-met-30-bemanningsleden/>
Geraadpleegd december 2024
- [Ref 56.] Besluit opleidingen en bevoegdheden nautische beroepsbeoefenaren
Online beschikbaar: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0034471/2022-01-01>
Geraadpleegd december 2024
- [Ref 57.] W. Pauw
Design methodology for an advisory system
MARIN, 70091-1-RD, 2020
- [Ref 58.] Michael Thomson
LCOE STUDIE SEARCH AND RESCUE (SAR)-LAYOUTS
Afry, 2024

APPENDICES

APPENDIX 1 LIJST NOORDZEE GEBRUIKERS

In onderstaande tabel staan de geïdentificeerde nautische gebruikers/functies per gebruikersgroep. Omdat een schip/platform een of meerdere (erg specifieke) functies kan hebben is onderstaande weergave beperkt tot het benoemen van de mogelijke hoofdfunctie. Ook kan het voorkomen dat bepaalde schepen binnen verschillende gebruikersgroepen worden ingezet. Bij onderstaande indeling wordt getracht te voorkomen dat gebruikers meerdere keren worden genoemd, tenzij het voor specifiek gebruik echt een ander type schip zou kunnen betreffen.

<u>Gebuitersgroep</u>	<u>(mogelijke) Gebruikers</u>
Aquacultuur	<ul style="list-style-type: none"> • Zeewierkwekerij • Viskwekerij • Mosselkwekerij(+zaad invang) • Installatieschip • Onderhoudschip
Visserij	<ul style="list-style-type: none"> • visserschip (kotters etc.) • visverwerking • visserij inspectie • trawler (alle soorten) • visinstallaties (netten, korven, etc.)
Olie & gas & CO2 opslag + support	<ul style="list-style-type: none"> • Vast platform • Ankerbehandeling • bevoorrading • duikondersteuning • ijsbreker • onderhoud • offshore veiligheid • reparatieschip • berging • bevoorrading
Energieproductie (renewables)	<ul style="list-style-type: none"> • Windturbines • Drijvende zonnecellen • Golfenergie device • Transformatorplatform • Installatieschip • Onderhoudschip
Bulkschepen	<ul style="list-style-type: none"> • bulkschip • bulkschip met containercapaciteit • bulkschip voor cement • bulkvervoerder voor erts • houtsnippers • binnenvaartschip
Tankers olie&gas&chemical	<ul style="list-style-type: none"> • asfalttanker • bunkertanker • chemicaliëntanker

	<ul style="list-style-type: none"> • gecombineerde bulk- en olietanker • LNG tanker • LPG tanker • (ruwe) olietanker • drijvende productietanker • vruchtensaptanker • Vloeibaar petroleumgastanker • LNG opslag hervergassingsinstallatie • Diverse chemisch • Melasse tanker • binnenvaartschip
Container	<ul style="list-style-type: none"> • Volledig cellulair • volledig cellulair gekoeld
General cargo	<ul style="list-style-type: none"> • cargo/training • general cargo • general cargo met container capaciteit • divers GDC • zware lading schip • reefer
Research (sailing)	<ul style="list-style-type: none"> • meteorologisch onderzoek • oceanografisch onderzoek • onderzoeks-/bevoorradingsschip • seismografisch onderzoek
Cruise	<ul style="list-style-type: none"> • cruise schepen
Jachten	<ul style="list-style-type: none"> • Jachten
Ferries	<ul style="list-style-type: none"> • Veerboot
RoRo	<ul style="list-style-type: none"> • Roll On Roll Off • RoRo met containers • Voertuigschepen
Werkvaart (vervoer mensen)	<ul style="list-style-type: none"> • CTV (crew transport vessel) • Accommodatie schip
Werkvaart (bouw installaties op zee)	<ul style="list-style-type: none"> • Kabelschip • kraanschip • boorschip • pijpenlegger • jack-up schip • semi submersible
Recreatievaart	<ul style="list-style-type: none"> • Jacht • Zeiljacht • Rib/speed
Baggerindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • snijzuiger • baggerschip • grijptrechterzuiger • trechterzuiger

	<ul style="list-style-type: none">• zandzuiger• sleepzuiger• mijnbouwschip
Veiligheid (Defensie/Kustwacht/KNRM)	<ul style="list-style-type: none">• Hulptanker• ERTV (emergency response towing vessel)• Blusvaartuig• Marineschip• Sleepboot• patrouilleschip• vaartuig voor verontreinigingsbestrijding
Havens	<ul style="list-style-type: none">• Loodsboot• Boeischip

APPENDIX 2 INTERVIEW VRAGEN INTERNE CONSULTATIES

Tijdens de verkennende interne interviews zijn minimaal de volgende vragen gesteld:

1. Welke (huidige en toekomstige) Noordzee-gebruikers binnen jouw markt ontbreken nog in bovenstaande lijst?
2. Welke relevante (huidige en toekomstige) ontwikkelingen zijn er voor de onderscheiden (groep van) gebruikers?
3. Welke van deze ontwikkelingen kunnen invloed hebben op het veiligheidsniveau van de Noordzee?
4. Zijn hiervoor ook mitigerende maatregelen in beeld?
5. Welke mensen/bedrijven/brancheverenigingen/overheden/instituten/universiteiten/ngo's hebben een (sleutel)rol aangaande genoemde ontwikkelingen zodat we deze nader kunnen consulteren?
6. Welke monitoren/indicatoren/onderzoeken voor betreffende gebruiker/markt bestaan al? Graag ontvangen we referenties voor de deskstudie die we gaan uitvoeren.
7. Welke kennisleemten voorzien we op voorhand voor de onder punt 2 genoemde ontwikkelingen?

APPENDIX 3 UITKOMSTEN INTERNE CONSULTATIES

Life At Sea

Contact Personen: Floor Spaargaren

Users	Current and Future Developments
Aquacultuur (zeewier & oesters)	<p>Algae Farming Is nog in ontwikkeling, er zijn plannen voor grootschalige uitrol binnen windparken. Teeltsysteem is longlines. Indien dit op grote schaal gaat plaatsvinden zal er ook automatisering in het zaaien/oogsten plaatsvinden. Weinig opties voor Fish Farming wegens warm en ondiep water.</p> <p>Shellfish Farming: Grote kans op verdere ontwikkeling, in de voordelta en binnen windparken. Teeltsysteem is longlines. Ook hier zal waarschijnlijk geautomatiseerd worden.</p>
Visserij	<p>Over visserij in het algemeen is de ontwikkeling dat de sector richting minder schepen gaat. De schepen gaan als het goed is wel duurzamer worden en gericht vissen, waardoor bijvangst en missies minder zouden moeten worden. Een mogelijke ontwikkeling in de visserij is dat vissersschepen ook voor andere zaken ingezet zouden kunnen gaan worden, denk aan aquacultuur of onderhoudspersoneel voor duurzame energie.</p>
Research (varend)	<p>Shallow water pot fishing en Longline: Eerste pilots worden gedaan.</p>
Baggerindustrie	<p>Onderzoek naar visserij en marien milieu. Rondom de aquacultuur ontwikkelingen zal ook meer gemonitord moeten worden, voor de effecten op de omgeving maar ook voor de groei.</p>
Divers	<p>Installeren van hard substraat voor natuurversterking, clustering is een kans maar ligt bij windparkexploitanten.</p>
Werkvaart (vervoer mensen)	<p>Voor drijvende eilanden is Noordzee minder geschikt door golven en ondiep water biedt mogelijkheid voor bodemfundatie. Meer autonoom varende schepen ligt ook in lijn van verwachting.</p>
Werkvaart (bouw installaties op zee)	<p>Visserijschepen kunnen mogelijk gebruikt gaan worden om mensen naar b.v. windparken te vervoeren</p> <p>Bouw infrastructuur voor aquacultuur</p>

Invloed op veiligheid

- Extra Ruimte Nodig voor passieve visserij en aquaculture
- Meer schepen op zee nodig voor onderhoud aan windturbines en windparkmedegebruik etc
- Zichtbaarheid is een uitdaging aangezien de meeste aquacultuur onder het wateroppervlak hangt

Mitigerende maatregelen

- Aandacht voor zichtbaarheid aquacultuur onder water
-
-

Mensen/Organisaties

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek

- Road@SID
- UNITED EU Project
- EMSP Project
- Space@Sea
- Floating Future
- Risico analyse van passieve visserij (MARIN MO)

Oil & Gas

Contact personen: Jaap de Wilde, Pieter de Graeff & Jule Scharnke

Users	Current and Future Developments
Olie&gas	<p>Business as usual, nog best veel olie&gas activiteiten in de regio, wel een trend naar renewables. Maritieme industrie rond O&G activiteiten in de regio zijn aanzienlijk met Den Helder als belangrijke uitvalsbasis. Renewables markt maakt gebruik van andere havens die daar nog niet allemaal even goed op zijn voorbereid (Eemshaven, IJmuiden, Scheveningen, Vlissingen)</p> <p>De import van LNG is fors toegenomen en daarvoor zijn ook import faciliteiten gerealiseerd zoals de terminal in Eemshaven.</p> <p>Nieuwe ontwikkeling is de opslag van CO2 in oude gasvelden. Voorbeelden zijn de Porthos en Aramis projecten. CO2 opslag is goedkoper dan de uitstoot penalties. Voor deze CO2 opslag worden ook nieuw platforms en pijpleidingen gerealiseerd op de Noordzee.</p> <p>Elektrificatie van offshore platformen met als drijfveer de emissies binnen het productniveau (Tier 2) te kunnen verantwoorden.</p> <p>Nieuw zijn ambities richting onbemande platformen. De operatie van O&G bedrijven wordt daardoor anders. Onderhoud wordt per periode gepland en wordt uitgevoerd door schepen ipv helikopters.</p> <p>Door zeespiegelstijging, bodemdaling en extremer weer is er minder airgap voor bestaande platforms</p>
Renewables	<p>Door toename aantal windturbines stijgt het aantal crew transfers voor O&M enorm. Deze overstapmomenten vormen een risico voor het personeel. LEAP JIP wordt opgestart om dit nader te onderzoeken.</p> <p>Nieuwe ontwikkeling zijn de waterstofambities in de regio. Voorbeelden hiervan zijn de twee demoprojecten als genoemd in het kader van de Structuurvisie Windenergie op Zee en het Green (waterstof) FPSO onderzoeksvoorstel zoals is ingediend bij EU Horizon Europe Work Programme 2021-2022. Waterstof wordt gezien als mogelijke energiedrager voor windenergie dat niet direct door een leiding aan land kan worden gebracht.</p>
Divers	<p>Algemene trend met extremer weer in de regio</p>

Involed op veiligheid

- Toename scheepvaartverkeer door andere operatie O&G bedrijven, LNG inkoop, vervoer groene energie en CO2
- Extra platformen nodig voor CO2 opslag infrastructuur
- Effect zeespiegelstijging i.c.m. bodemdaling nog effect voor tiplaagte windturbines toekomst?

Mitigerende maatregelen

-
-
-

Mensen/Organisaties

- ***

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek

- Crest JIP en Breakin JIP gerelateerd aan veiligheid assets (wave impacts)
-

Transport & Shipping

Contact personen: Patrick Hooijmans, Rob Grin (specialised vessels)

Users	Current and Future Developments
<p>Bulkers, Tankers, Container vessels, gen. cargo, RoRo</p>	<p>Energy transition affects all users: alternative fuels, dual fuels, slow steaming, reduced motor power, wind-assist. New emissions regulations leading to changes in vessel behaviour (speed, routes) including potential noise emissions regulations. Wind propulsion is of major importance because of the propulsion contribution up to 60% and the number of wind-assist vessels that are ordered IMO overshoot angles not possible for wind assisted ships, COG influenced by wind direction (not a straight line), impact system failures unknown Alternative fuels --> hydrogen short distances, methanol long distances (increasing block coefficient hull) Increased complexity of machinery/power systems, which requires a well trained and experienced crew, in an industry experiencing personnel shortages. Increased Automation Infrastructure is limiting in energy transition, Europe & US ahead of other countries Money driven markets are stable Vessel sizes are still increasing World economics unstable autonomous vessels upcoming Redundancy of systems is not a standard</p>

Invloed op veiligheid

	<p>Machinery complexity: longer to fix issues and recover from blackout, more breakdowns if not maintained by well</p> <ul style="list-style-type: none"> • trained crew • New/other/multiple fuels on board in relation to fires/explosions • Decreasing maneuvering capabilities larger vessels • Lack of well trained crew • No redundancy of systems • Course and maneuvering capabilities wind assisted ships
--	--

Mitigerende maatregelen

	<ul style="list-style-type: none"> • Better crew training • •
--	--

Mensen/Organisaties

	<ul style="list-style-type: none"> • ***
--	---

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek

	<ul style="list-style-type: none"> • WiSP3 (wind assist) • SH₂IPDRIVE (H₂) • FuelEU • MARPOL regulations: EEDI/EEI/CII • GFS (Greenhouse Gas Fuel Standard - EU) •
--	--

Defence

Contact personen: Pepijn de Jong

Users	Current and Future Developments
Defensie	No significant changes in fleet size. More wind farms - potentially close to navy practice areas Increasing complexity of vessels, machinery etc. Crew training excellent and continues to improve. New navigation technology

Invloed op veiligheid
<ul style="list-style-type: none"> • Likely minimal effect on safety. • Highly trained crew can respond to mechanical issues, so risk of/from mechanical failure is low • Increased automation and improved technology reduces human error

Mitigerende maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • • •

Mensen/Organisaties
<ul style="list-style-type: none"> • ***

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek
<ul style="list-style-type: none"> • • • • • •

Renewables

Contact personen: Erik-Jan de Ridder

Users	Current and Future Developments
Energieproductie zon & wind	Grootschalige uitrol van offshore wind op de Noordzee Elektriciteit zal deels aan land worden gebracht m.b.v. waterstof/amonia Energie zal ook opgeslagen gaan worden bij de windparken (waterstof FPSO, Oceangrazer) Drijvende zon en mogelijk ook getijde of golf energie devices Onder water geluid een aandachtspunt bij installatie windparken Monopile goedkoopste windturbine constructie maar zwaar wat beperkingen geeft aan materieel Siemens en Vestas maken verlies, nog grote risico's aan offshore wind Extra wensen overheid (medegebruik) in windparken kost veel geld Kosten kapotte windturbine is relevant voor business case windpark, productietrein al gestopt/opgeschaald Momenteel materiaal+personeel duur Autonoom varende schepen/drones in opkomst, regelgeving nog beperkend Te weinig installatieschepen beschikbaar momenteel Toename CTV's en SOV schepen Opkomst Chinese materiaal/personeel/materieel mogelijk door daar aanwezige kennis en materieel en lagere kosten

Invloed op veiligheid
<ul style="list-style-type: none"> • kaarten niet up to date tav windturbines in aanbouw • toename windturbines • aanwezigheid waterstof/amonia • toename installatie/onderhoudsverkeer windparken

Mitigerende maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • • •

Mensen/Organisaties
<ul style="list-style-type: none"> • ***

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek
<ul style="list-style-type: none"> • TKI wind op zee • Carbon Trust • Runwave JIP • • •

Passengers and Yachtir Contact personen: Enrico Della Valentina

Users	Current and Future Developments
Jachten	Increased super-yacht traffic - NL ambition to become a destination for superyachts. Increase is relatively small but these vessels need high safety requirements. A threat for fires are the batteries in different kind of toys that owners take onboard (under water scooters, electric hydrofoils etc.)
Ferries+CTV+yachts Cruiseschepen	Increasing use of hydrofoils leads to increased speeds. Grow of the cruise market expected, all shipyards are occupied. Size of cruiseship increase, size of drydock is current limitation. The maximum heel angle in turn of a cruiseship requires attention because it's often higher dan prescribed in international code on intact stability.
Divers	Energy transition/emissions regulations as with T&S

Invloed op veiligheid
<ul style="list-style-type: none"> • Faster ships -> higher risk (lower reaction time) • More complex machinery, takes more time to solve issues • Entertainment equipment on board increases breakdown/fire risk • Increasing size of cruiseships, less manouvrable and more people onboard • More hazardous/volatile fuels (e.g. ammonia)

Mitigerende maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • Improved vessel traffic control systems and procedures • •

Mensen/Organisaties
<ul style="list-style-type: none"> • ***

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek
<ul style="list-style-type: none"> • Water Revolution foundation - busiest ports for superyachts • ICOMIA - as above for recreation • Yeti JIP • • •

Authorities & regulators Contact personen: Johan de Jong

Users	Current and Future Developments
all	een 'risico gestuurde aanpak' waarbij voor grootste risico's naar mitigatie wordt gezocht, veronderstelt dat betrokkenen onbekende risico's goed kunnen inschatten, dit vereist echter kunnen bedenken van: nieuw typen ongevallen in context van snel wijzigende maritieme context, idem kans en (implicaties van) gevolgen .
vissers	afnemende vaar/manoeuvreer ruimte door windparken dus hogere concentraties schepen
Ladingschepen+cruise	minder maar mogelijk meer geconcentreerd en multi-inzetbaar groter en langzamer, gelijke aantallen navigatorisch beter uitgerust minder personeel en minder gekwalificeerd personeel andere ladingen, alternatieve chemicaliën, meer gas meer complexe en/of nieuwe PPE (power propulsion energy) systemen toename wind assisted ships, minder radar zicht, minder manoeuvreer capaciteit, eerder slagzij afnemend geïnstalleerd vermogen, afname manoeuvreer capaciteit in slecht weer zwaardere zeecondities
Crew transfer	toenemende autonomie/remot control hogere snelheden toename aantallen schepen en aantal mensen aan boord veel kruisende situaties/interacties schepen/objecten
Infrastructuur	Toename ondergrondse infrastructuur (kabels en leidingen), minder anker mogelijkheden
Olie & Gas	afname aantallen

Invloed op veiligheid

<ul style="list-style-type: none"> toename aanvaringen door toename grootte en aantallen (passagier & werk) i.c.m. minder vaarruimte en meer kruisend verkeer, gevolgen voor betrokkenen afnemende ervaring op zee, minder bemanning en toenemende vermoeidheid mogelijk gecompenseerd door automatisering en decision support tools toenemend aantal objecten op zee leidt tot hogere aandrijfkansen met gevolgen voor bemanning en milieu. In geval van dsitributie/transformator platforms zijn kosten ook hoog. nieuwe PPE systemen icm afnemende ervaring bemanning kan dit risico vergroten

Mitigerende maatregelen

ERTV's als preventie beperkte waarde. Vastmaken kan mogelijk versneld worden door dedicated tow arrangements op <ul style="list-style-type: none"> • schepen (OPA'90) • VTM hele Noordzee met dwingende aanwijzingen en extra (weersafhankelijke) VSS banen kan preventief werken • op IMO niveau verbeteren opleidingen zeevarenden in relatie tot druk, beperkt, exposed vaarwater • op IMO niveau werken aan betrouwbaarheid voortstuwing en/of SRtP oplossingen • kleine schepen uitrusten met te ontwikkelen aanvaringwaarschuwingssystemen • vang mechanismen voor schepen aan buitenzijde windpark om te voorkomen dat meerdere objecten worden geraakt • bezwijkmechanismes windturbines om te voorkomen dat nacelle op het schip terecht komt

Mensen/Organisaties

<ul style="list-style-type: none"> • • •

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek

<ul style="list-style-type: none"> • • •

APPENDIX 4 UITKOMSTEN CONSULTATIE KLANKBORDGROEP

In onderstaande tabel staan de geïnventariseerde personen/organisaties, literatuur, risico-ontwikkelingen en mitigerende maatregelen.

<u>Risico-ontwikkelingen</u>	<u>Mitigerende maatregelen</u>
<ul style="list-style-type: none"> • remote operaties • toenemende complexiteit scheepsystemen • veranderende routes noordelijke ijszee • energievoorziening NL kwetsbaar • bunkeren/stopcontacten op zee (LNG, stroom) • klimaatverandering (wind, golven) • veranderende transportstromen door klimaatverandering? • hacking systemen aan boord, spoofing? • elektrolyse op zee • CO2 opslag • risico's die elkaar versterken (cum. Effect minder vermogen, windvoortstuwing, langzamer varen) • toename tonnage/schaalvergroting scheepvaart • alternatieve brandstoffen • windparken • extra activiteiten ter bescherming infrastructuur op zee • ruimtelijke ordening • zeilvoortstuwing i.r.t. windparken • autonomie i.c.m. cyberrisico's • effect nieuwe brandstoffen op black-outs/brand/explosie e.d. • ongetraind, niet nautisch personeel op zee • minder visserij 	<ul style="list-style-type: none"> • effectievere incidenten bestrijding (betere afstemming benodigde middelen) • permanente monitoring Noordzee • verbeteren bewustzijn crew t.a.v. limitatie schip en omgeving • ruimtelijke ordening • scenario planning • correcte stuwage procedure • betere windvoorspelling • meer sensoren voor observatie • platformen op zee met rescue & medische ondersteuning • meer handhaven • digitaal intenties delen (minder spraakverwarring en daardoor minder aanvaringen) • weerbare/resilient cultuur • AIS en marifoon plicht recreatievaart • opleidingscertificaat verplicht voor recreatievaart • beschikbaar maken van actuele meteo gegevens (golfhoogte, periode, richting) • stabiliteitseisen aan passagierszeilvaart en wind assist schepen • voorbereiden zijn op situatie waarbij veel ongelukken plaatsvinden • innovatie in mogelijke maatregelen stimuleren • inzet noord zeeloodsen • eerder incidenten melden bij Kustwacht • e-navigation invoeren

<u>Personen/organisaties t.b.v. enquête</u>	<u>Literatuur</u>
<ul style="list-style-type: none">• Renewable operators (Vattenfall)• Scheepseigenaren• KNVR, reders• Noordzee loodsen (Redwise, loodswezen)• Kustwacht• KNRM• EMSA• SAN (scheepvaart adviesgroep Noordzee)• NMT (bouwers)• NAUTILUS/NVKK• I&W + DGLTI (beleidsmakers)• Havenbedrijven• Vereniging van waterbouwers• Openbaar ministerie• Pianc• crewing agencies• classificatiebureaus• lala leden• LVNL/NLR (sea traffic control)• Vissers• Natuurorganisaties• Waddenacademie• Schuttevaer• CZSK (commando zeestrijdkrachten)	<ul style="list-style-type: none">• Pianc• lala

APPENDIX 5 ENQUETE ALGEMEEN BELANGHEBBENDEN

enquête (risico)ontwikkelingen op de Noordzee

Welkom op de introductiepagina van de enquête (risico)ontwikkelingen op de Noordzee!

Hierna volgen tien mogelijkheden om relevante ontwikkelingen op de Noordzee te benoemen. Per pagina vult u maximaal één ontwikkeling en de daarbij behorende vervolgvragen in.

Hoe concreter u een ontwikkeling kunt benoemen, hoe beter bruikbaar dit is. Zie ook het begeleidende mailbericht.

Na de tien ontwikkelingen volgt een afsluitende pagina met enkele controle vragen en de mogelijkheid om aan te geven dat u op de hoogte gehouden wilt worden.

Bij elke te benoemen ontwikkeling wordt gevraagd naar de invloed op de scheepvaartveiligheid. Met scheepvaartveiligheid worden alle nautische risico's bedoeld, ofwel ongewenste gebeurtenissen met varende of drijvende objecten met mogelijk ongevallen, doden, milieuschade en/of economische schade als gevolg. Hieronder vallen ook eenzijdige ongevallen zoals brand en/of explosies aan boord, zinken of aan de grond lopen.

U kunt op elk moment de enquête stoppen en weer vervolgen.

Bedankt voor uw medewerking!

Vriendelijke groet,
Namens onderzoeksinstituut MARIN,
Niklas van Duinen, Christopher Jackson en Andries Nap

ontwikkelingennoordzee@marin.nl [Ander account](#)



* Verplichte vraag

E-mailadres *

Je e-mailadres

enquête (risico)ontwikkelingen op de Noordzee

ontwikkelingennoordzee@marin.nl [Ander account](#)



Ontwikkelingen en/of veranderingen op de Noordzee (1/10)

Welke eerste belangrijkste ontwikkeling/verandering verwacht u die van invloed zou kunnen zijn op de scheepvaartveiligheid?

Jouw antwoord

Op welke termijn verwacht u dat hier sprake van is op de Noordzee?

- binnen 1 jaar
- over 5 jaar
- na 10 jaar
- onbekend

In welke mate kan deze ontwikkeling van invloed zijn op de scheepvaartveiligheid?

1 2 3 4 5

positieve invloed (het wordt veiliger) negatieve invloed (het wordt onveiliger)

Wat is uw toelichting bij de ingevulde 'mate van invloed op de scheepvaartveiligheid' bij de vorige vraag?

Jouw antwoord

enquête (risico)ontwikkelingen op de Noordzee

ontwikkelingennoordzee@marin.nl [Ander account](#)



Ontwikkelingen en/of veranderingen op de Noordzee (10/10)

Welke tiende belangrijkste ontwikkeling/verandering verwacht u die van invloed zou kunnen zijn op de scheepvaartveiligheid?

Jouw antwoord

Op welke termijn verwacht u dat hier sprake van is op de Noordzee?

- binnen 1 jaar
- over 5 jaar
- na 10 jaar
- onbekend

In welke mate kan deze ontwikkeling van invloed zijn op de scheepvaartveiligheid?

1 2 3 4 5

positieve invloed (het wordt veiliger) negatieve invloed (het wordt onveiliger)

Wat is uw toelichting bij de ingevulde 'mate van invloed op de scheepvaartveiligheid' bij de vorige vraag?

Jouw antwoord

enquête (risico)ontwikkelingen op de Noordzee

ontwikkelingennoordzee@marin.nl [Ander account](#)



Afsluitende vragen

Graag vragen we u naar de context waarbinnen voorgaande vragen zijn ingevuld en uw wensen ten aanzien van verdere betrokkenheid bij dit onderzoek.

Hartelijke bedankt voor uw medewerking!

Met hoeveel collega's heeft u deze enquête ingevuld?

Jouw antwoord

In hoeverre bent u in uw dagelijkse werk betrokken bij de scheepvaartveiligheid op de Noordzee?

- Dagelijks
- Aantal keer per week
- Aantal keer per maand
- Aantal keer per jaar
- Zelden

Welke functie heeft u?

Jouw antwoord

Heeft u nog andere opmerkingen/gedachten/overwegingen met betrekking tot dit onderzoek die u wilt delen?

Jouw antwoord

Mogen we u benaderen voor een interview naar aanleiding van uw antwoorden? We zullen uiteindelijk een beperkte selectie van welwillende mensen hiervoor benaderen.

- ja
- nee

Wilt u op de hoogte gehouden worden van de uitkomst van deze enquête?

- ja
- nee

Wat is uw mailadres als u bij een van de twee vorige vragen 'ja' heeft ingevuld?

Jouw antwoord

Een kopie van je antwoorden wordt gemaïld naar het adres dat je hebt opgegeven.

Vorige

Verzenden

Formulier wissen

APPENDIX 6 ENQUETE 'TANKERS' + 'OLIE, GAS CHEMICALIEN EN CO2 OPSLAG'

A survey about (risk)developments in the North Sea - user group 'tankers (oil/gas/chemical/CO2) '

Welcome to the introduction page of the survey about changing risk in the North Sea.

This survey comprises several sections. The first section focuses on the current and future developments within the Tanker market. After this, there are five sections where we ask you the name any relevant developments and changes in the Dutch North Sea. Per page, we ask you to focus only on one particular development. You are free to fill in as many developments as you wish, including those already named as examples, up to a maximum of five.

We ask you to provide as much detail as possible about each development. Please consult the accompanying email for more information.

After these five sections, a final page contains several control questions. There is also the possibility to indicate if you would like to be kept up-to-date with this study.

Some of the questions refer to the influence of developments on maritime safety. By this, we mean all nautical incidents: ship-ship interactions and interactions with static and floating objects that can lead to accidents, deaths and environmental/economic damage. This also includes one-sided incidents such as fire/explosions on-board, sinkings and groundings. You can stop the survey at any time and come back to it later.

Thanks for your cooperation!

Yours faithfully,
On behalf of Research Institute MARIN,
Niklas van Duinen, Christopher Jackson and Andries Nap

Total Size of the Tanker Market in the North Sea

The aim of this first section is to gain an insight into changes in the total size of this user group. In other words, do we expect more, fewer, larger or smaller tankers in the North Sea over different time scales: short term (around 1 year), medium term (5 years) and long term (>10 years)? We would also like to understand the causes of these changes.

How do you expect the number of platforms (gas/CCS) in the North Sea to change over time? *

	a lot fewer	fewer	unchanged	more	many more	unknown
Within 1 year	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
within 5 years	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 years or more	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

How would you explain this development?

Jouw antwoord

How do you think this development will affect maritime safety in the North Sea?

- Very positive effect (increased safety)
- Positive effect (increased safety)
- No effect
- Negative effect (decreased safety)
- Very negative effect (decreased safety)
- Unknown

What is your explanation for your answer to the previous question?

Jouw antwoord

How do you expect the number of oil tankers in the North Sea to change over time? *

	a lot fewer	fewer	unchanged	more	many more	unknown
Within 1 year	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
within 5 years	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 years or more	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

How would you explain this development?

Jouw antwoord

How do you think this development will affect maritime safety in the North Sea?

- Very positive effect (increased safety)
- Positive effect (increased safety)
- No effect
- Negative effect (decreased safety)
- Very negative effect (decreased safety)
- Unknown

What is your explanation for your answer to the previous question?

Jouw antwoord

How do you expect the number of gas (LNG/LPG) tankers in the North Sea to change over time? *

	a lot fewer	fewer	unchanged	more	many more	unknown
Within 1 year	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
within 5 years	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 years or more	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

How would you explain this development?

Jouw antwoord

How do you think this development will affect maritime safety in the North Sea?

- Very positive effect (increased safety)
- Positive effect (increased safety)
- No effect
- Negative effect (decreased safety)
- Very negative effect (decreased safety)
- Unknown

What is your explanation for your answer to the previous question?

Jouw antwoord

How do you expect the number of chemical tankers in the North Sea to change over time? *

	a lot fewer	fewer	unchanged	more	many more	unknown
Within 1 year	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
within 5 years	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 years or more	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

How would you explain this development?

Jouw antwoord

How do you think this development will affect maritime safety in the North Sea?

- Very positive effect (increased safety)
- Positive effect (increased safety)
- No effect
- Negative effect (decreased safety)
- Very negative effect (decreased safety)
- Unknown

What is your explanation for your answer to the previous question?

Jouw antwoord

How do you expect the number of CO2 tankers in the North Sea to change over time? *

	a lot fewer	fewer	unchanged	more	many more	unknown
Within 1 year	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
within 5 years	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 years or more	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

How would you explain this development?

Jouw antwoord

How do you think this development will affect maritime safety in the North Sea?

- Very positive effect (increased safety)
- Positive effect (increased safety)
- No effect
- Negative effect (decreased safety)
- Very negative effect (decreased safety)
- Unknown

What is your explanation for your answer to the previous question?

Jouw antwoord

How do you expect the size of the average tanker in the North Sea to change over time? *

	a lot smaller	smaller	unchanged	bigger	a lot bigger	unknown
Within 1 year	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Within 5 years	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 years or more	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

How would you explain this development?

Jouw antwoord

Do you think this development will have an effect on maritime safety in the North Sea?

- Very positive effect (increased safety)
- Positive effect (increased safety)
- No effect
- Negative effect (decreased safety)
- Very negative effect (decreased safety)
- Unknown

What is your explanation for your answer to the previous question?

Jouw antwoord

Developments and changes within the North Sea user group 'tankers (oil/gas/chemical/CO2)'

This second section focuses on development and changes within the Tankers user group.

The following five pages give you the possibility to provide the most relevant developments/changes that, in your opinion are having and will have an effect on North Sea maritime safety. This page allows you to provide the first development.

What is the most important development/change that you expect to happen in the North Sea that could influence maritime safety?

Jouw antwoord

Over what time period do you expect this to occur?

- within 1 year
- around 5 years
- 10 years or more
- unknown

To what extent will this have a positive or negative effect on North Sea maritime safety?

	1	2	3	4	5	
positive effect (increased safety)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	negative effect (decreased safety)

Please explain your answer to the previous question.

Jouw antwoord

Development/change (5/5)

What is the fifth most important development that you expect to happen in the North Sea that could influence maritime safety?

Jouw antwoord

Over what time period do you expect this to occur?

- within 1 year
- around 5 years
- 10 years or more
- unknown

To what extent will this have a positive or negative effect on North Sea maritime safety?

- 1 2 3 4 5
- positive effect (increased safety) negative effect (decreased safety)

Please explain your answer to the previous question.

Jouw antwoord

Concluding questions

We would like to find out more about the context behind the answers given in the previous sections. This section also asks if you would be willing to take part in future work related to this study.

Thanks again for taking part!

How many colleagues were involved in filling out this survey?

Jouw antwoord _____

To what extent do you follow developments/changes within the North Sea user group 'Tankers'?

Not at all 1 2 3 4 5 A lot

To what extent are you involved with maritime safety in the North Sea in your daily work?

- Daily
- Weekly
- Monthly
- Yearly
- Rarely

What is your job title?

Jouw antwoord _____

Do you have any other comments/thoughts with regards to this study?

Jouw antwoord _____

Can we contact you for a follow-up interview?

yes

no

Would you like to be kept up-to-date with the results of this study?

yes

no

If you answered 'yes' to any of the two questions above, please provide your email address.

Jouw antwoord _____

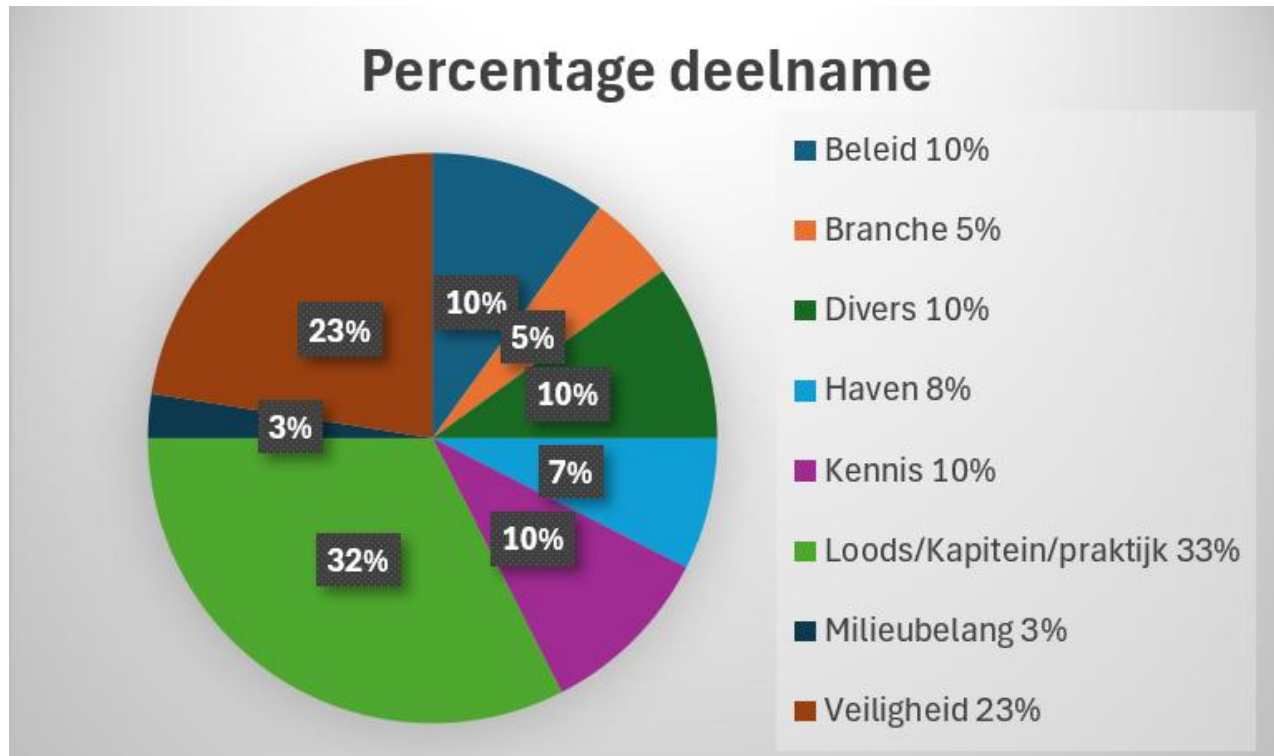
Vorige

Verzenden

Formulier wissen

APPENDIX 7 UITKOMSTEN ENQUETE ALGEMEEN BELANGHEBBENDEN

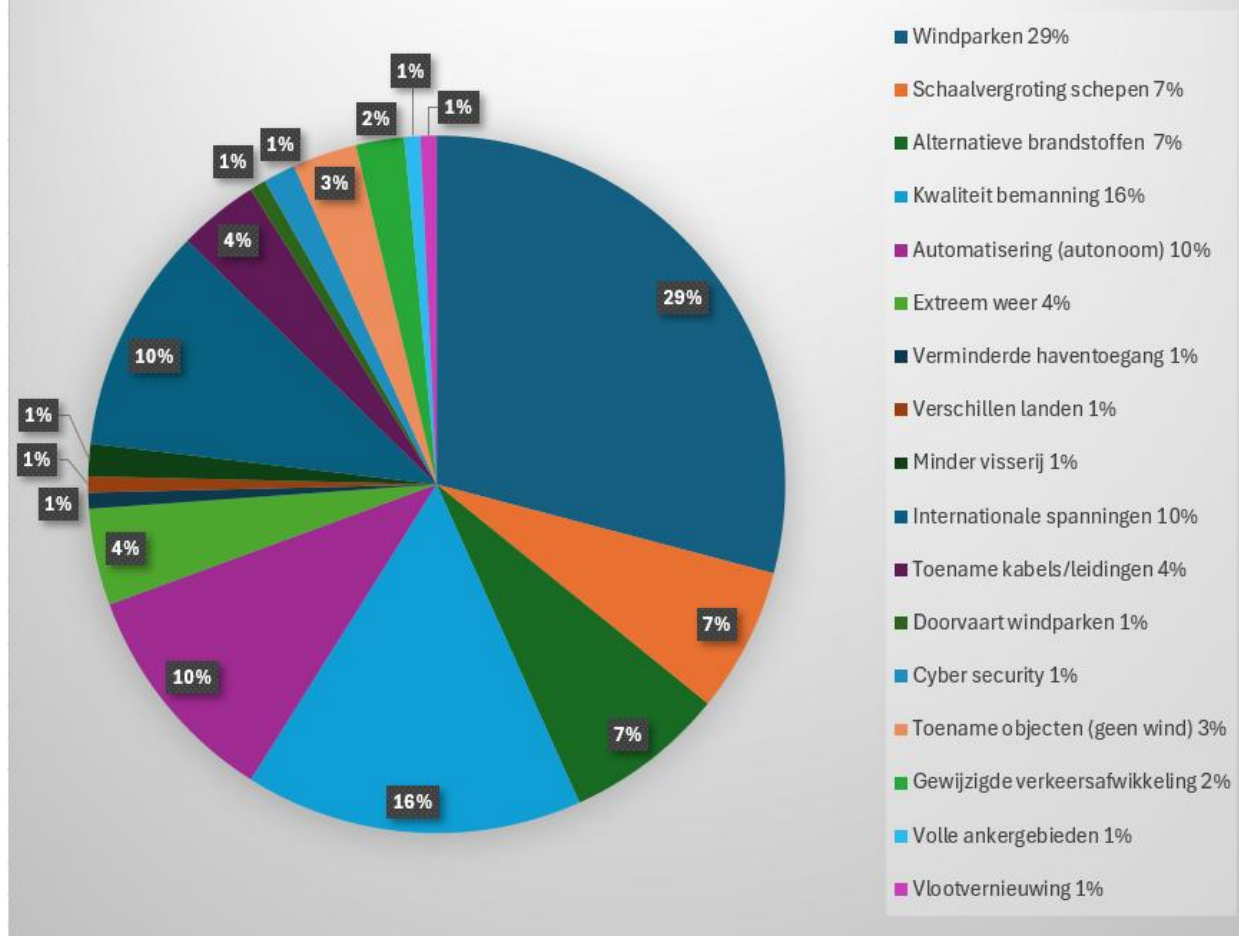
Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport. Mitigerende maatregelen worden vaak als toelichting bij een ontwikkeling genoemd. Daarom zijn voor deze maatregelen niet de horizon en ernst geëvalueerd.



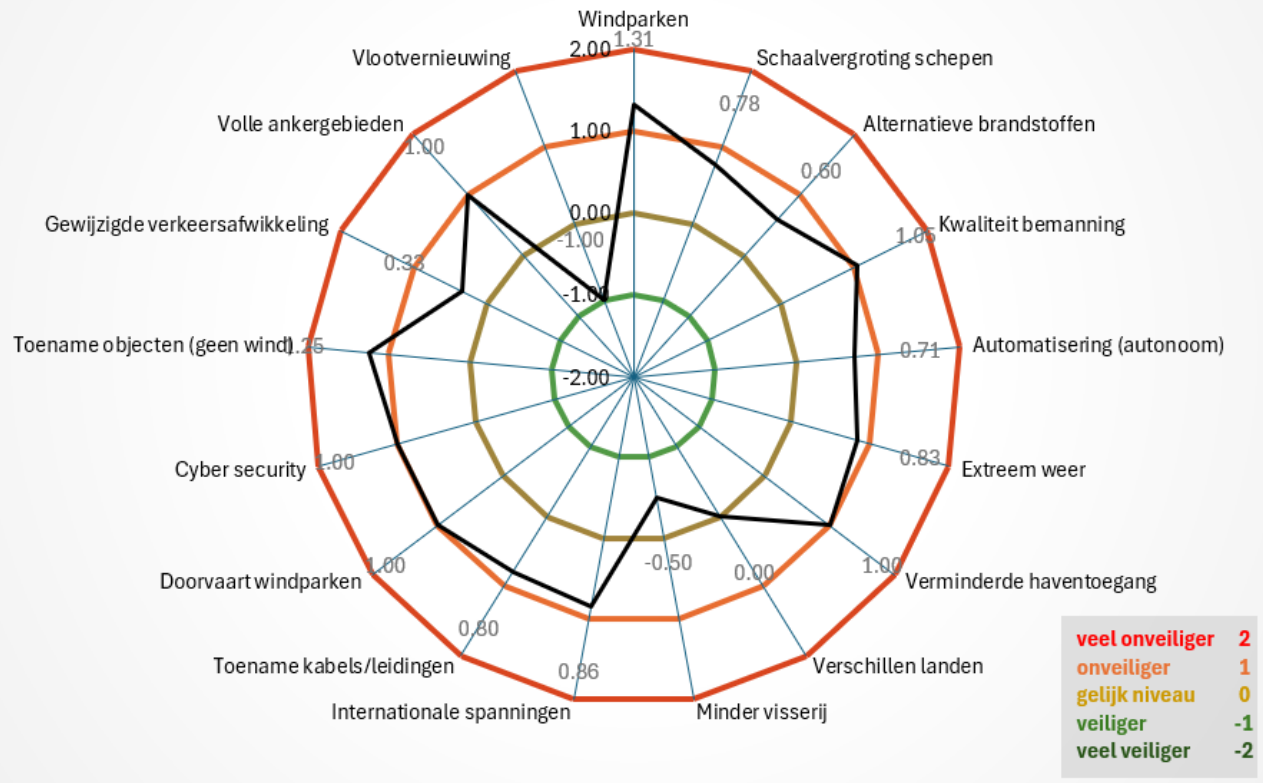
Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	39	kort tot middellang	zeer onveiliger
Schaalvergroting schepen	9	kort tot middellang	onveiliger
Alternatieve brandstoffen	10	kort tot middellang	onveiliger
Kwaliteit bemanning	21	kort tot middellang	zeer onveiliger
Automatisering (autonoom)	14	middellang tot lang	onveiliger
Extreem weer	6	middellang tot lang	onveiliger
Verminderde haventoeegang	1	middellang	onveiliger
Verschillen landen	1	kort tot middellang	neutraal
Minder visserij	2	kort tot middellang	veiliger
Internationale spanningen	14	kort tot middellang	onveiliger
Toename kabels/leidingen	5	kort tot middellang	onveiliger
Doorvaart windparken	1	middellang	onveiliger
Cyber security	2	middellang tot lang	onveiliger
Toename objecten (geen wind)	4	middellang tot lang	zeer onveiliger
Gewijzigde verkeersafwikkeling	3	kort tot middellang	onveiliger
Volle ankergebieden	1	kort tot middellang	onveiliger
Vlootvernieuwing	1	kort tot middellang	veiliger
	134		

Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
Afstand tussen VSS en windparken vergroten	2
Noordzeeloods verplichten	8
VTMon Noordzee	2
Toezicht/boetes overtreden regels (o.a. visserij)	3
Uitbreiden VSS	2
Effectievere besluitvorming; beknoptere IMO procedures	2
Regels om focus bemanning op navigatie te houden	1
Vaste voertaal vastleggen	1
Scheepvaartverkeersbegeleiding Noordzee (verplichte melding en routing)	5
Verbeterde data toepassingen (Uitrol S100 datamodellen)	1
Beter toerusten Kustwacht qua aanwezigheid Noordzee	1
	28

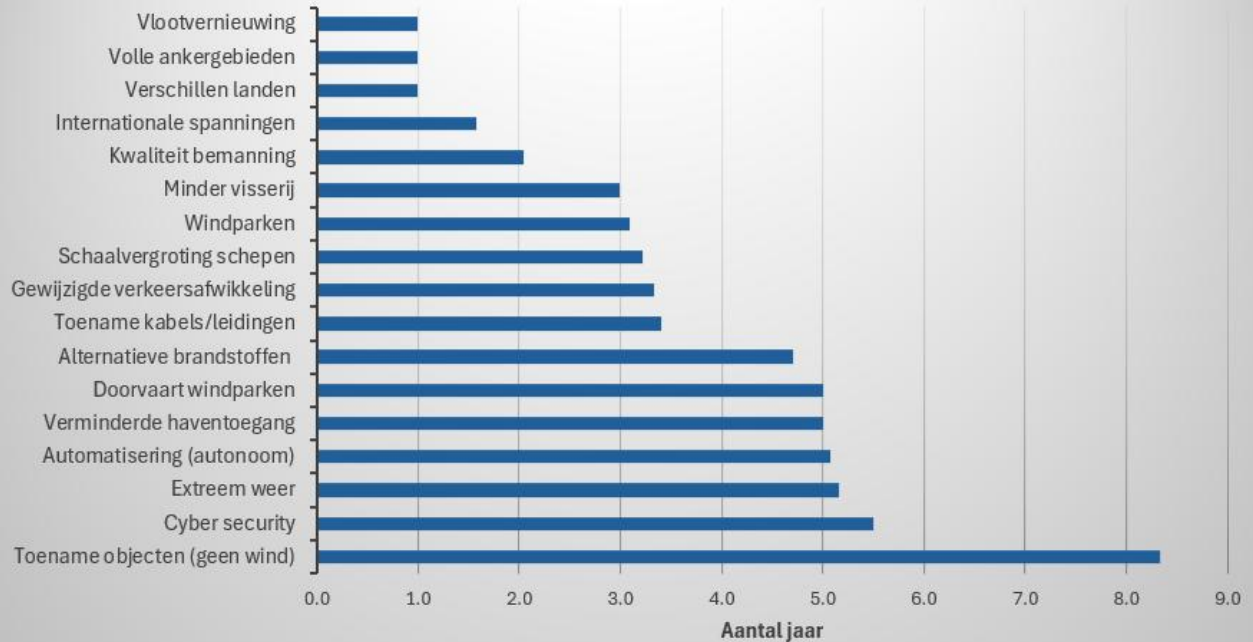
De mate waarin een ontwikkeling wordt benoemd i.r.t. het totaal van genoemde ontwikkelingen



Ernst ontwikkelingen (gemiddelde over reacties)

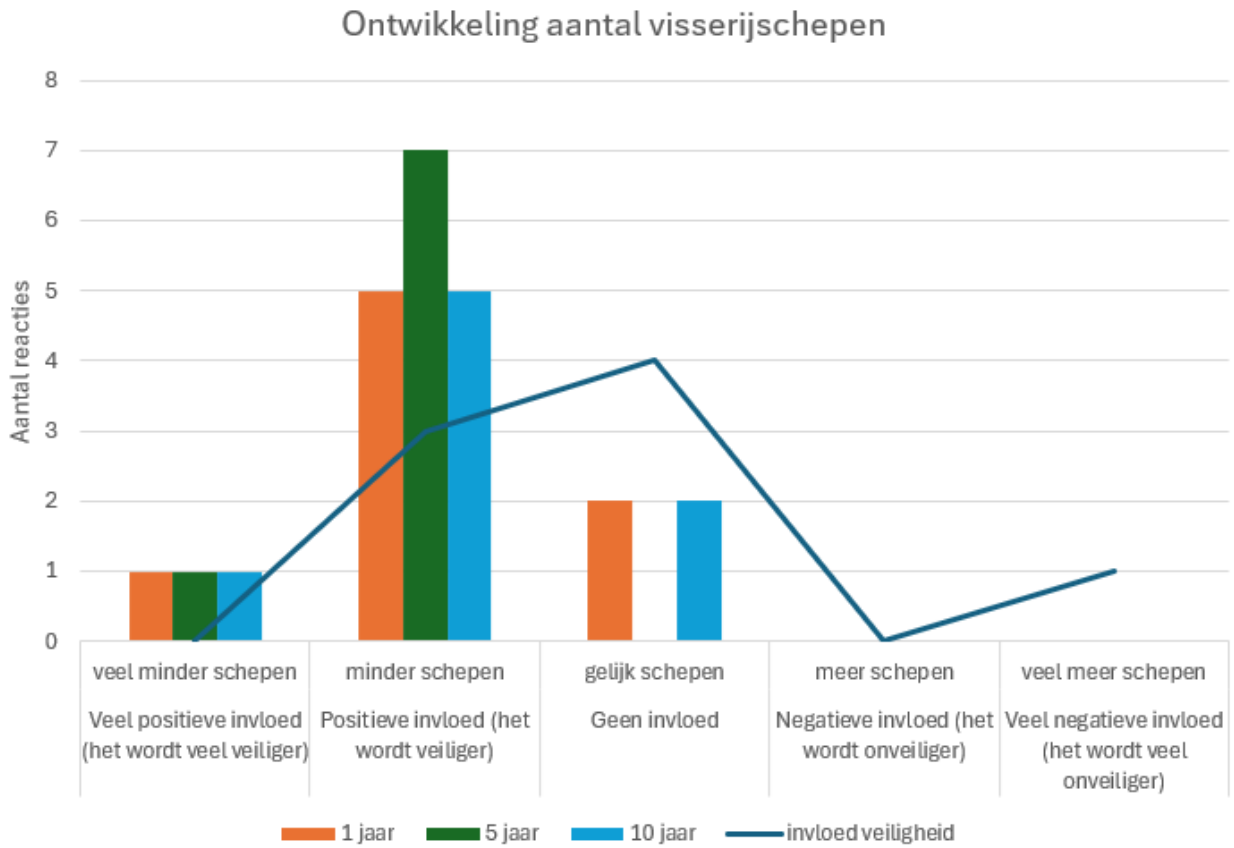


Tijdshorizon per ontwikkeling (gemiddelde over reacties)

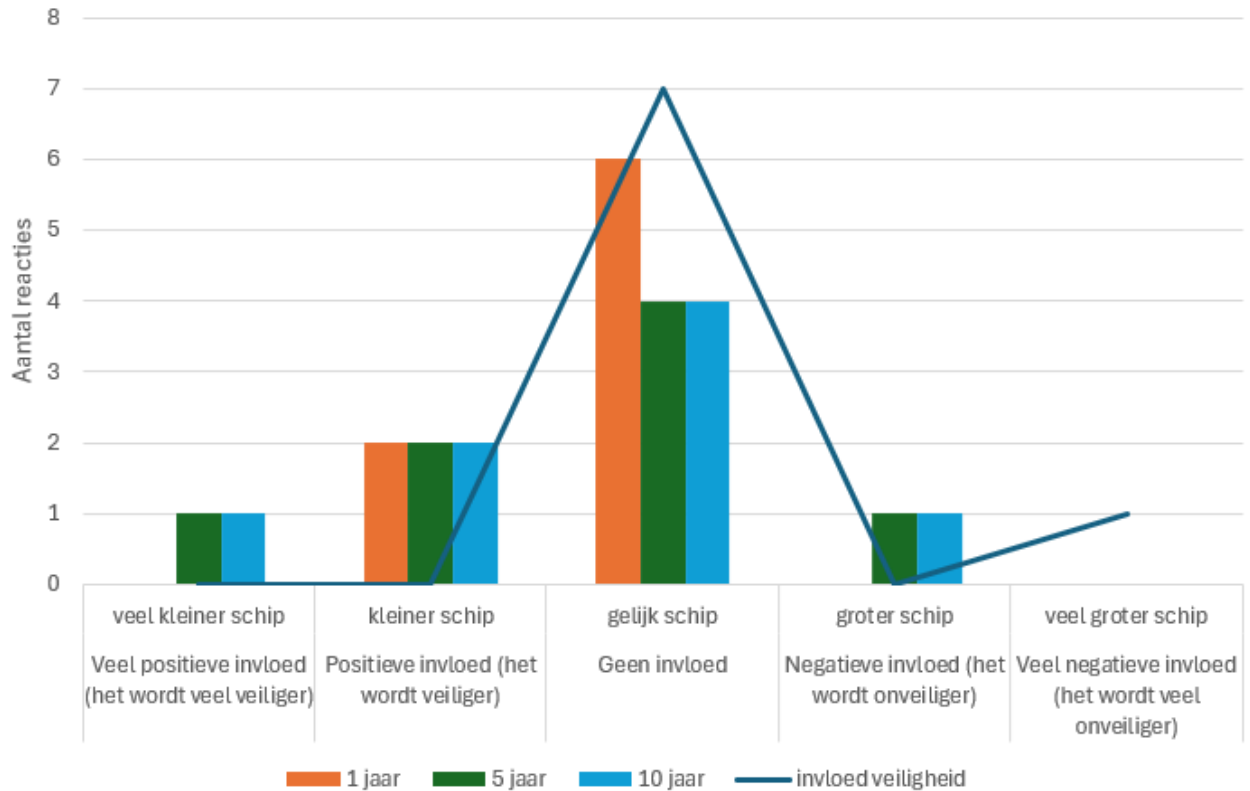


APPENDIX 8 UITKOMSTEN ENQUETE VISSERIJ

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



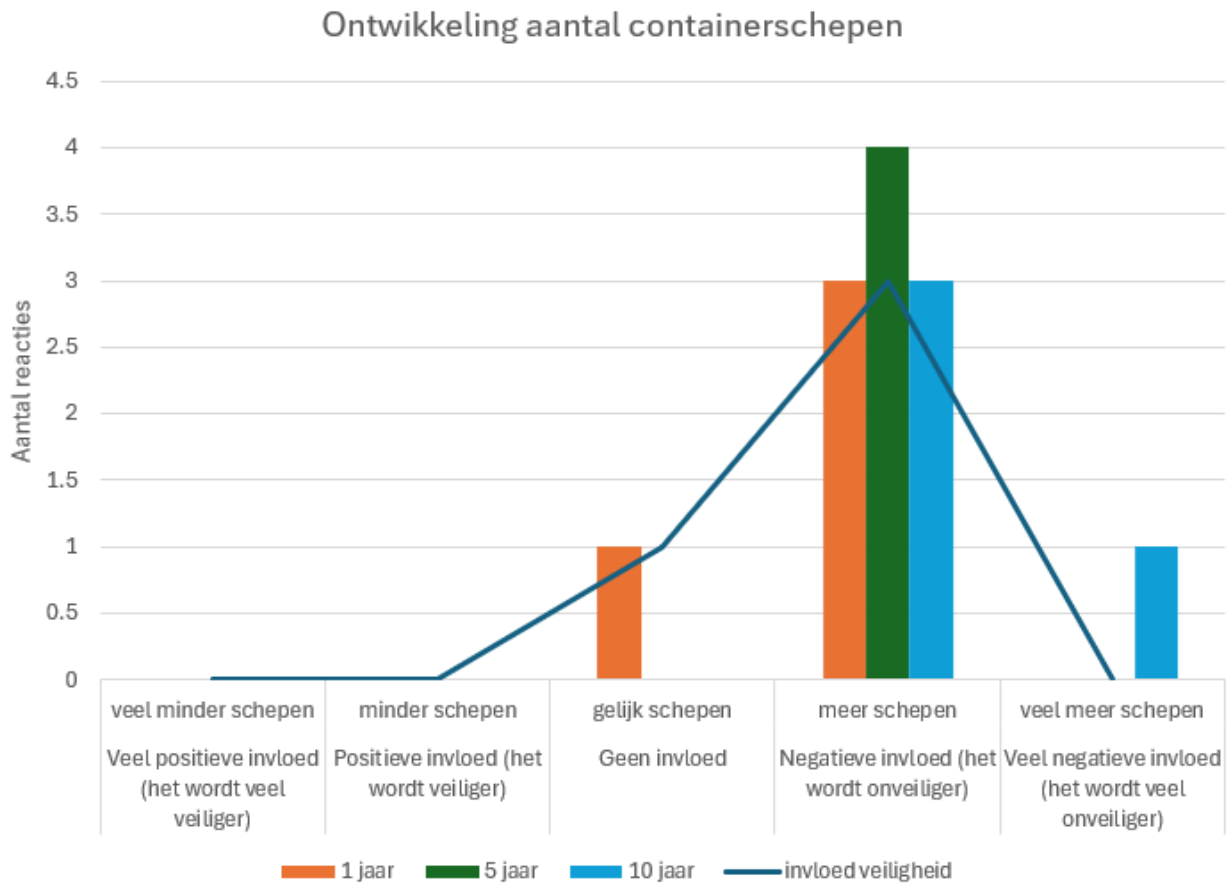
Ontwikkeling afmetingen visserijschip



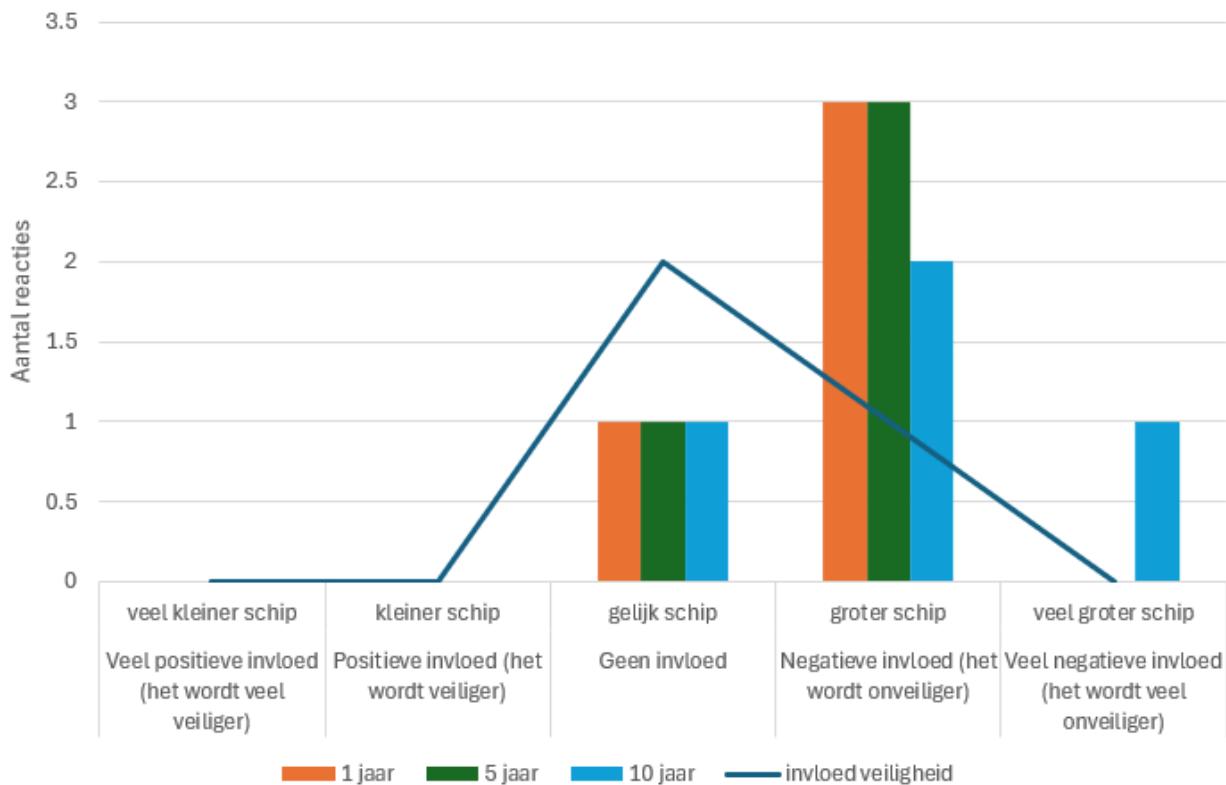
Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	5	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	1	kort tot middellang	onveilig
Vlootvernieuwing	1	middellang	veilig
Andere vistechnieken	1	kort tot middellang	onveilig
Meer zeevaart	2	kort tot middellang	onveilig
Vissen in windparken	1	middellang	onveilig
	11		

APPENDIX 9 UITKOMSTEN ENQUETE CONTAINERVAART

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



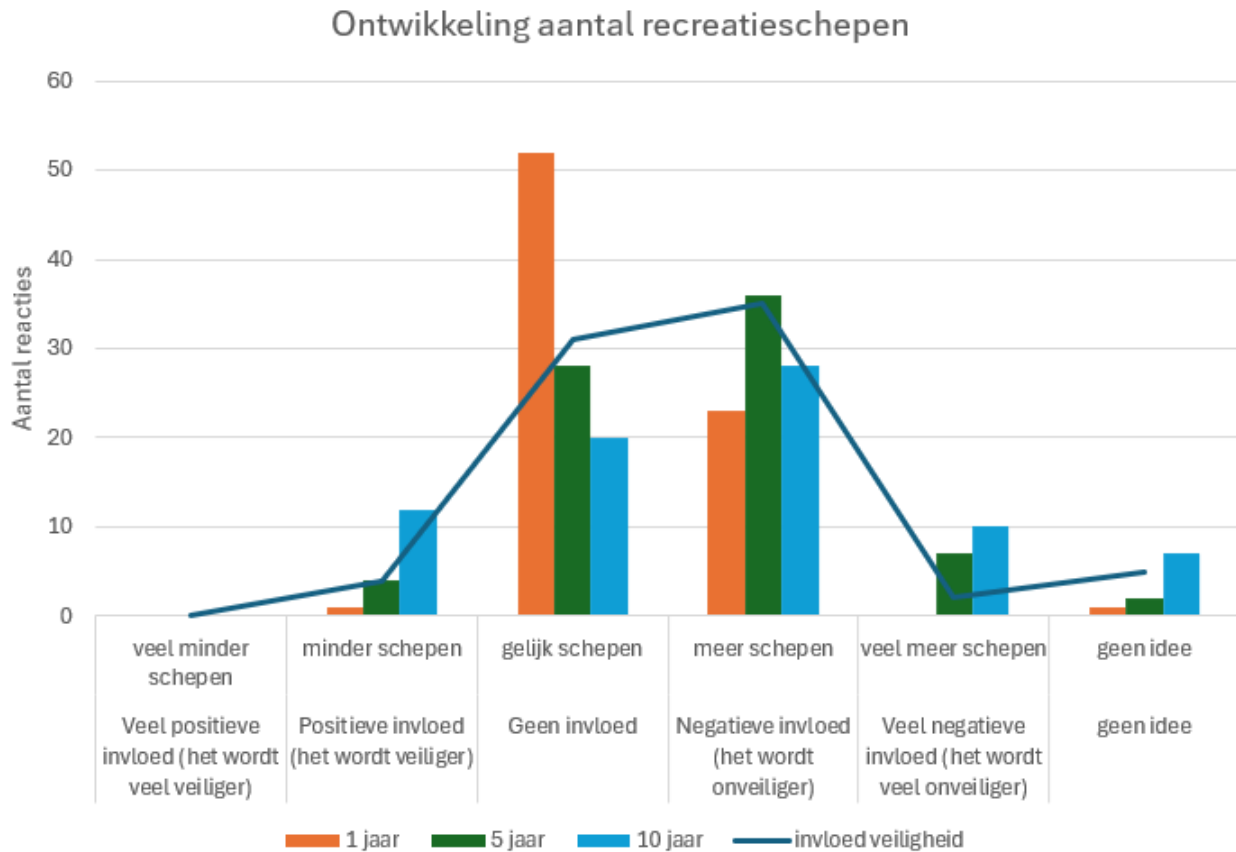
Ontwikkeling afmetingen containerschip



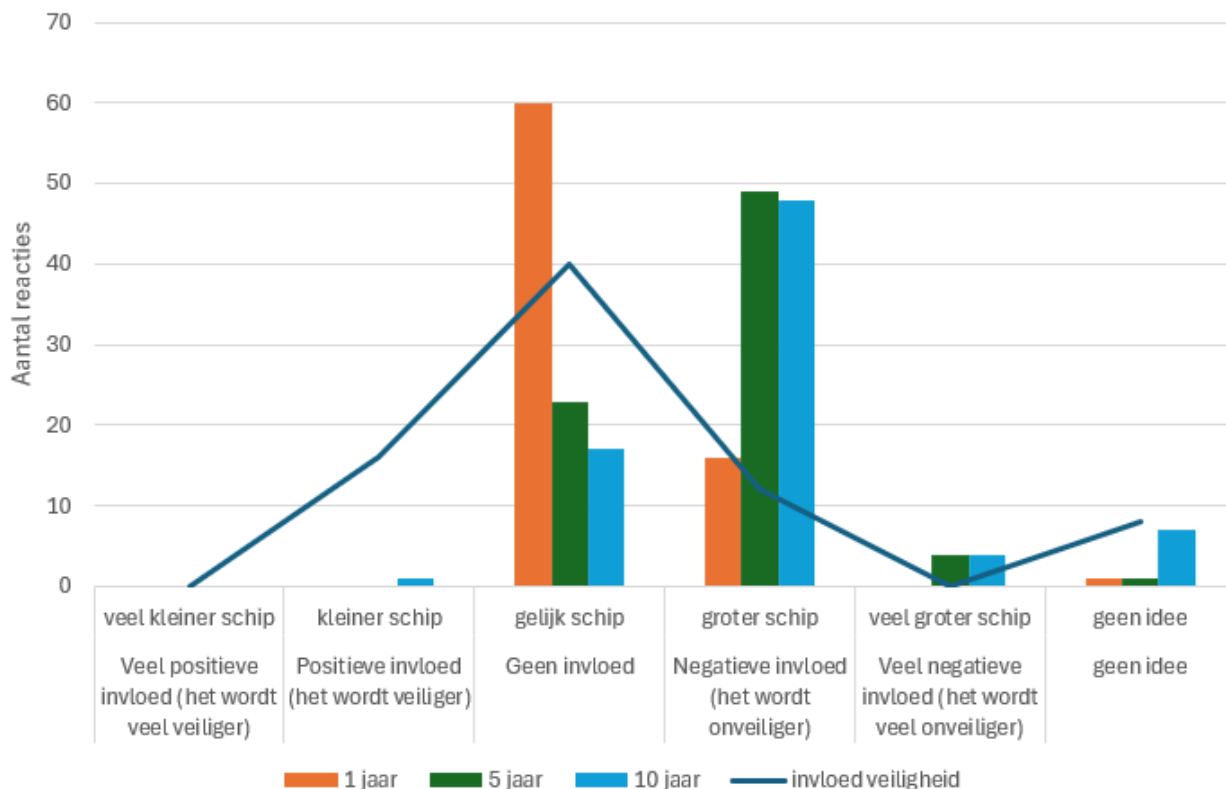
Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	4	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	2	kort tot middellang	zeer onveilig
Automatisering (autonoom)	4	kort tot middellang	onveilig
Extrem weer	5	kort tot middellang	zeer onveilig
Internationale spanningen	2	kort tot middellang	zeer onveilig
	17		

APPENDIX 10 UITKOMSTEN ENQUETE RECREATIEVAART

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



Ontwikkeling afmetingen recreatieschip

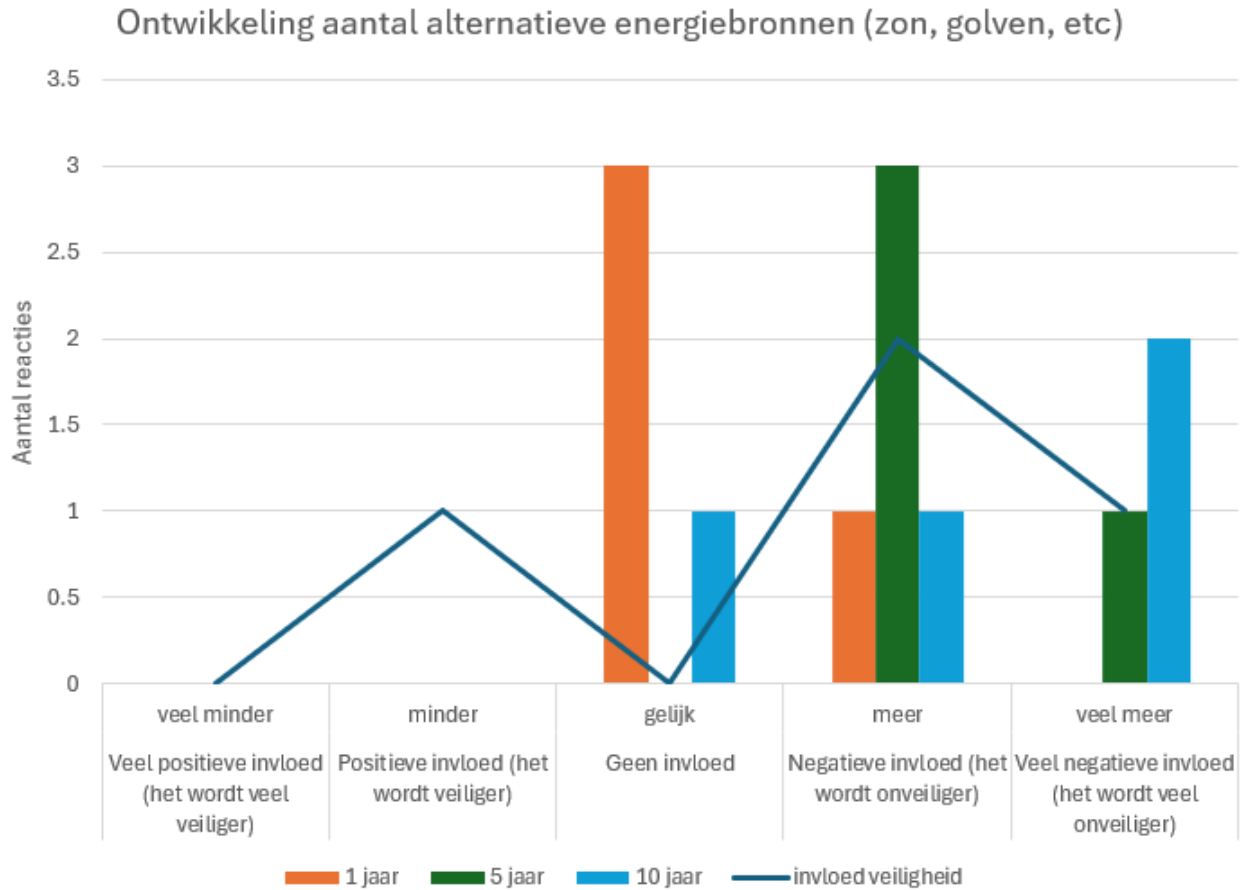


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	84	kort tot middellang	zeer onveilig
Schaalvergroting schepen	3	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	1	kort tot middellang	onveilig
Kwaliteit bemanning	34	kort tot middellang	onveilig
Automatisering (autonoom)	3	middellang tot lang	onveilig
Extreem weer	17	kort tot middellang	zeer onveilig
Verschillen landen	6	kort tot middellang	zeer onveilig
Internationale spanningen	5	kort tot middellang	onveilig
Toename objecten (geen wind)	13	kort tot middellang	zeer onveilig
Meer zeevaart	18	kort tot middellang	onveilig
Toename pleziervaart	2	middellang	onveilig
Vluchtelingen naar UK	2	kort tot middellang	onveilig
Rondrijvend materiaal	2	kort tot middellang	onveilig
Hogere snelheden	2	middellang tot lang	zeer onveilig
Uitzetten AIS	7	kort tot middellang	onveilig
Bezuinigingen	1	kort tot middellang	onveilig
Afname visserij	1	middellang	veilig
Meer LNG schepen	1	middellang	onveilig
Verouderde schepen	1	kort tot middellang	zeer onveilig
	203		

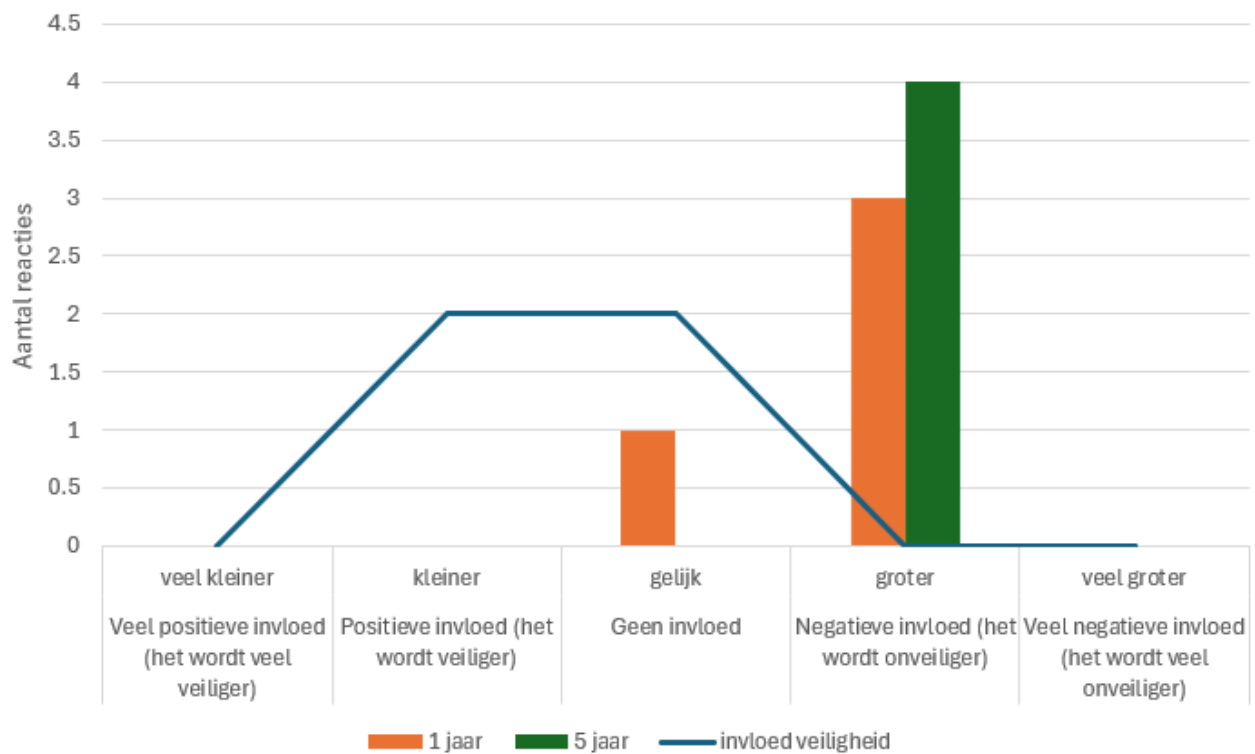
Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
VTMon Noordzee	2
Toezicht/boetes overtreden regels (o.a. visserij)	2
Uitbreiden VSS	2
Verbeterde data toepassingen (Uitrol S100 datamodellen)	2
Waarschuwingssystemen	1
ERTV	1
AIS verplichting alle schepen (ook kleine pleziervaart)	13
inzet AI en koppeling navigatie systemen tbv informatievoorziening schippers	1
doorvaart windparken tbv ruimte	4
Meer transponders op (cardinale) betonnen en havenmonden	2
uitluisterverplichting op VHF16 voor recreatievaart	1
informatievoorziening recreanten verbeteren	4
	35

APPENDIX 11 UITKOMSTEN ENQUETE ALTERNATIEVE ENERGIEBRONNEN

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



Ontwikkeling afmetingen alternatieve energiebronnen (zon, golven, etc)

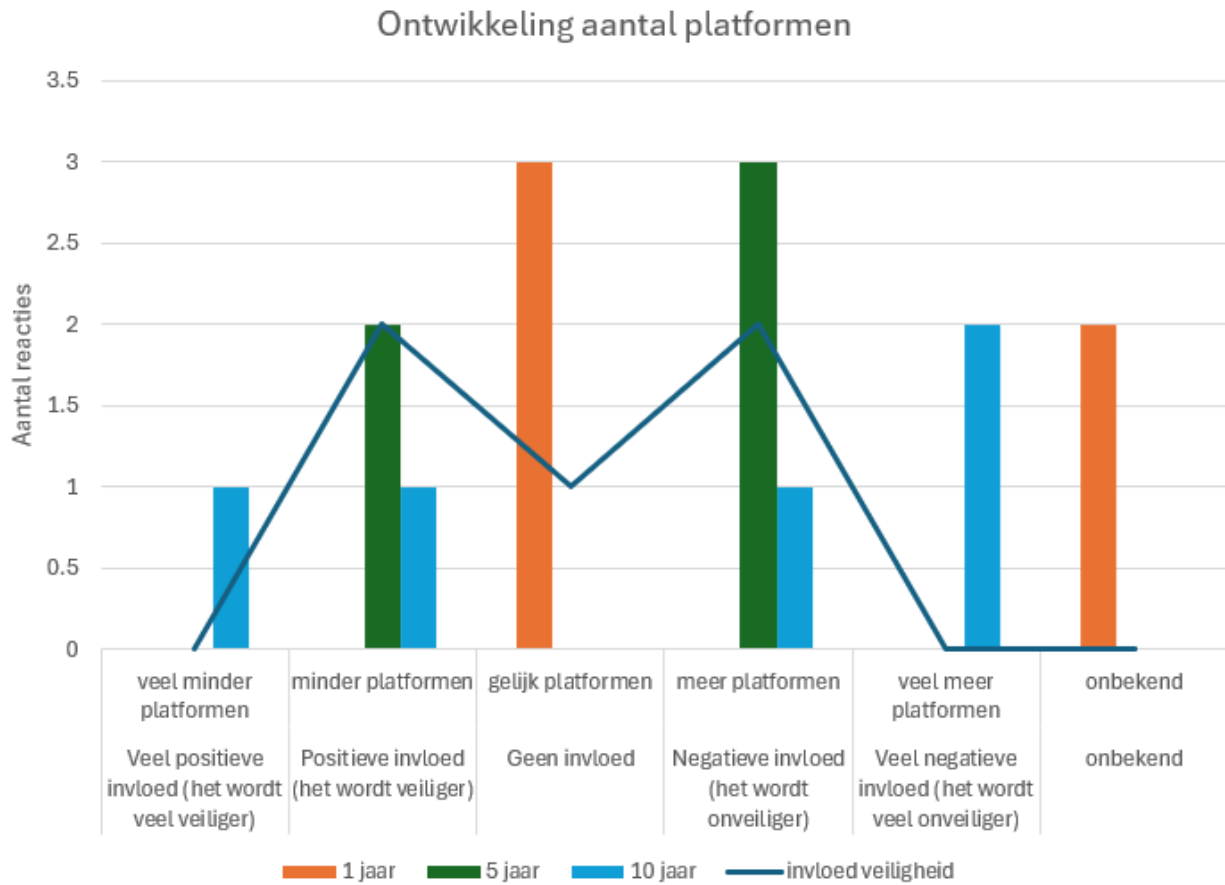


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	5	kort tot middellang	onveilig
Schaalvergroting schepen	1	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	1	kort tot middellang	onveilig
Kwaliteit bemanning	3	kort tot middellang	onveilig
Automatisering (autonoom)	1	kort tot middellang	veilig
Extreem weer	3	kort tot middellang	zeer onveilig
Internationale spanningen	3	kort tot middellang	zeer onveilig
Toename objecten (geen wind)	1	kort tot middellang	onveilig
Toepassing van drones	1	kort tot middellang	neutraal
	19		

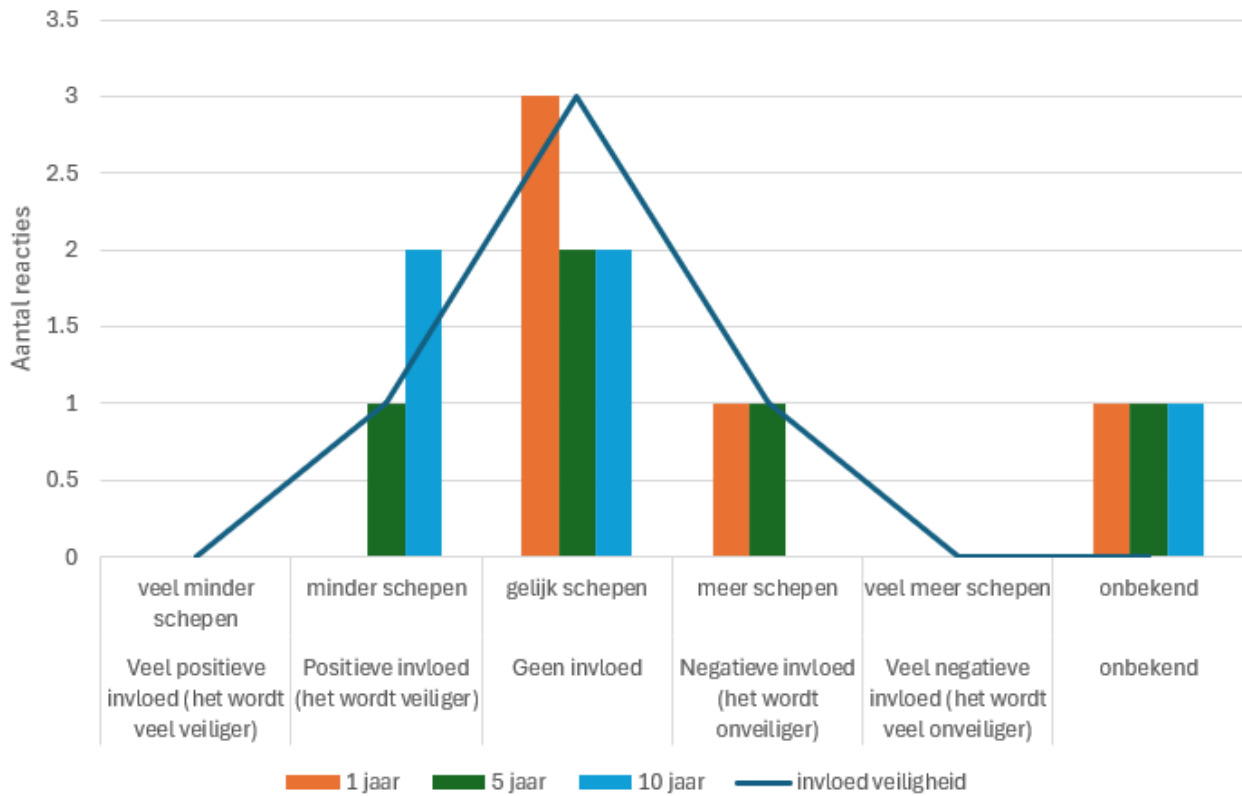
Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
Verbeterde data toepassingen (Uitrol S100 datamodellen)	1
Oplaad- en afmeerboeien om drift bij slecht weer te voorkomen	1
Internationale samenwerkingen	1
	3

APPENDIX 12 UITKOMSTEN ENQUETE TANKERS, OLIE, GAS, CHEM., CO2

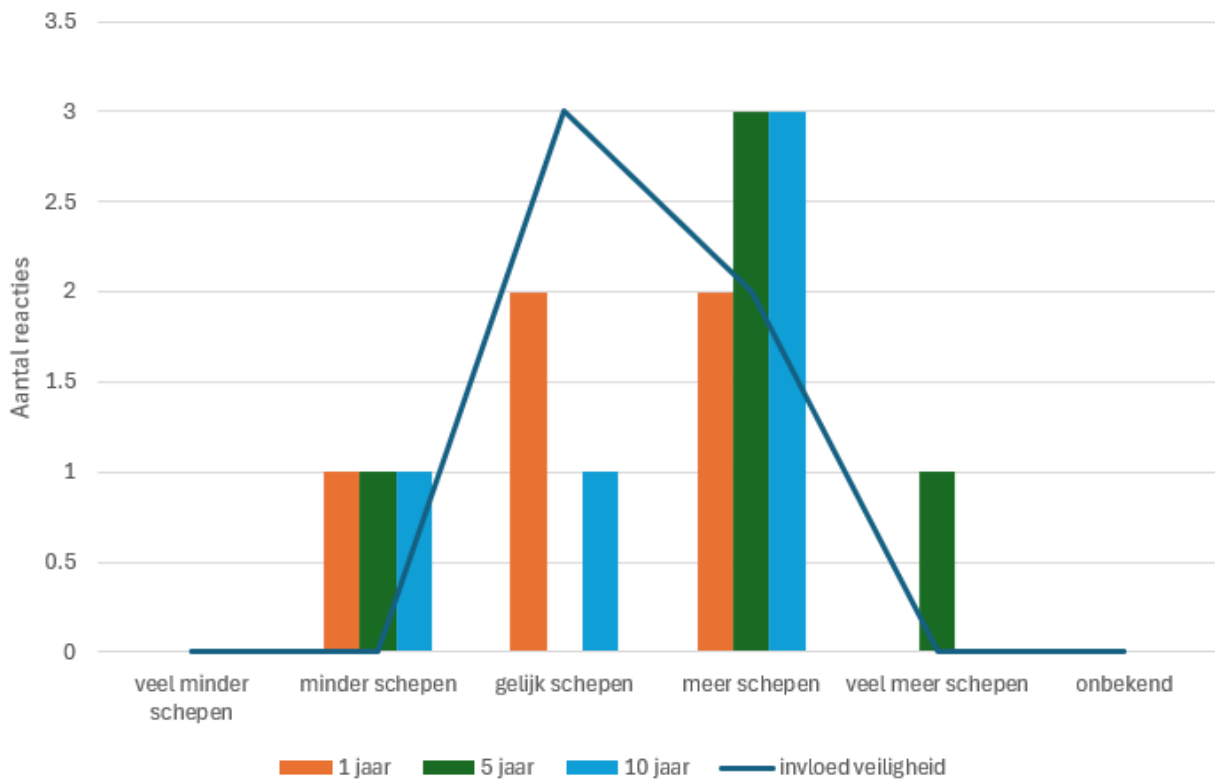
Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



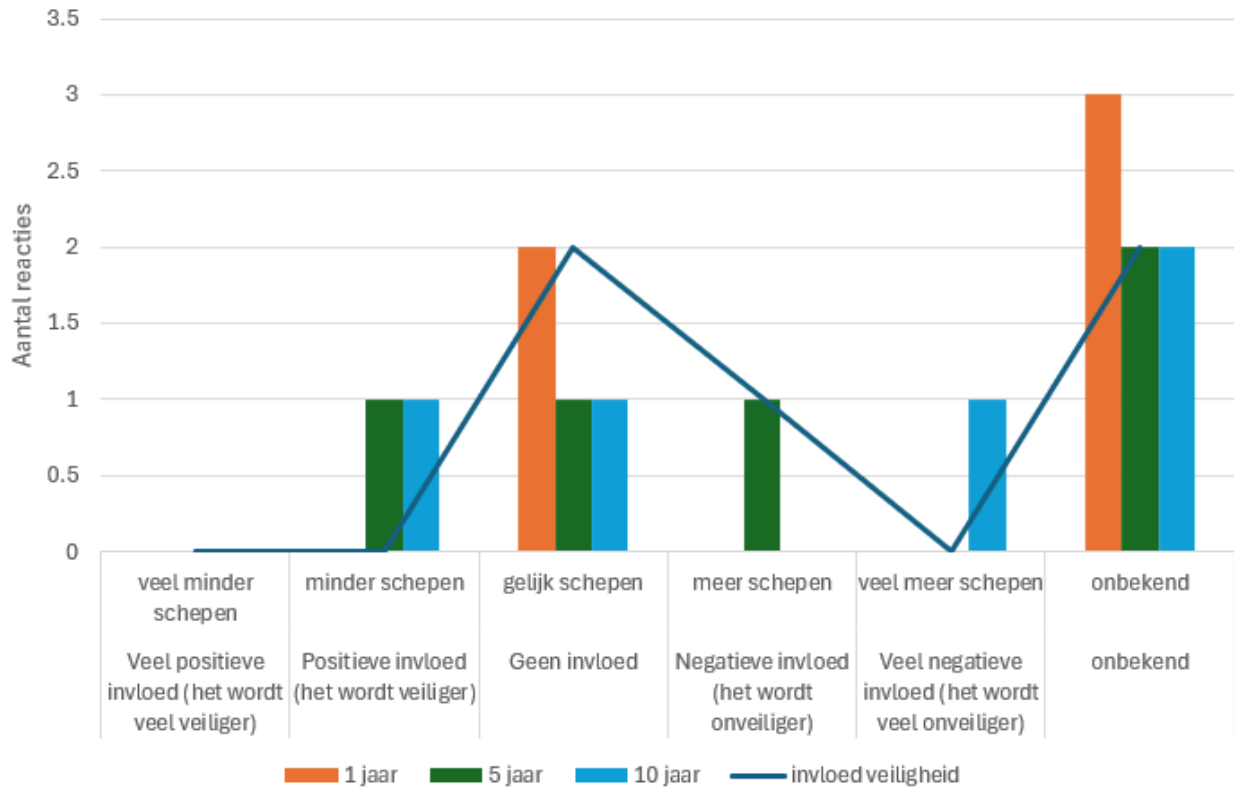
Ontwikkeling aantal olietankers



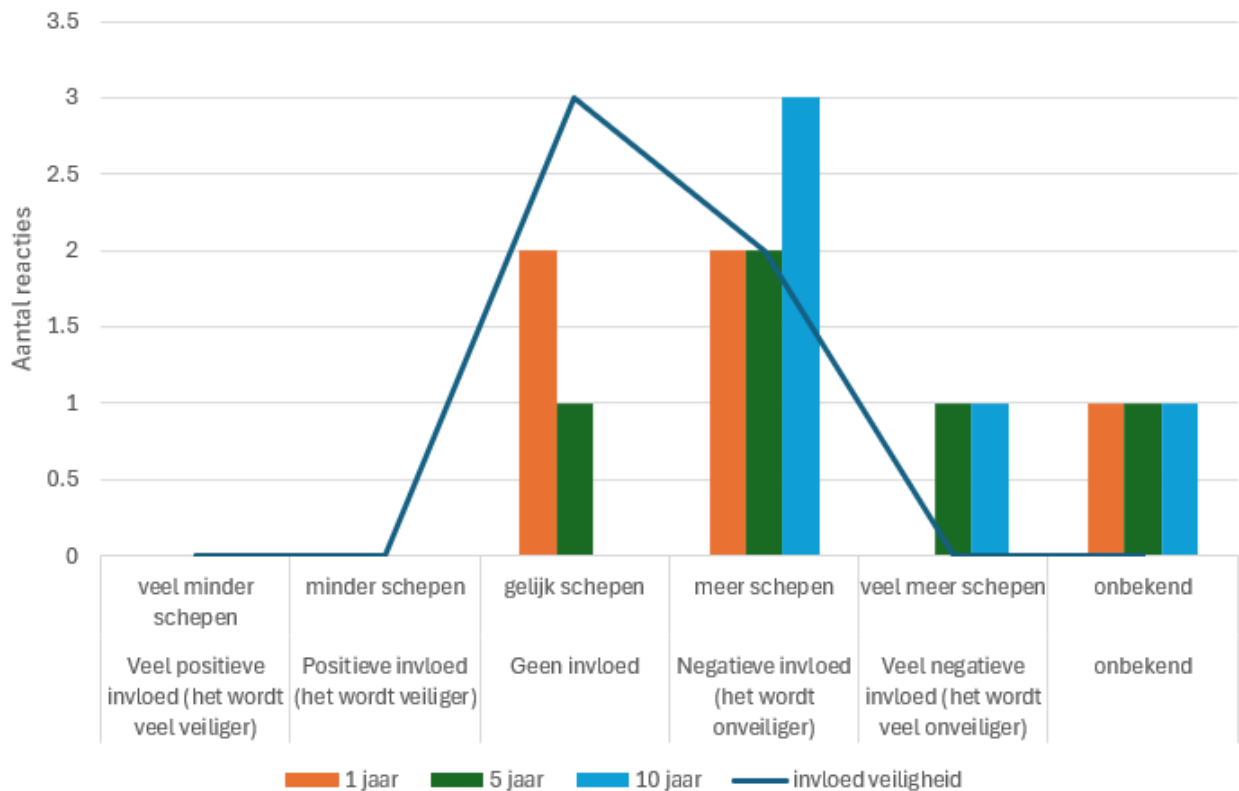
Ontwikkeling aantal gastankers



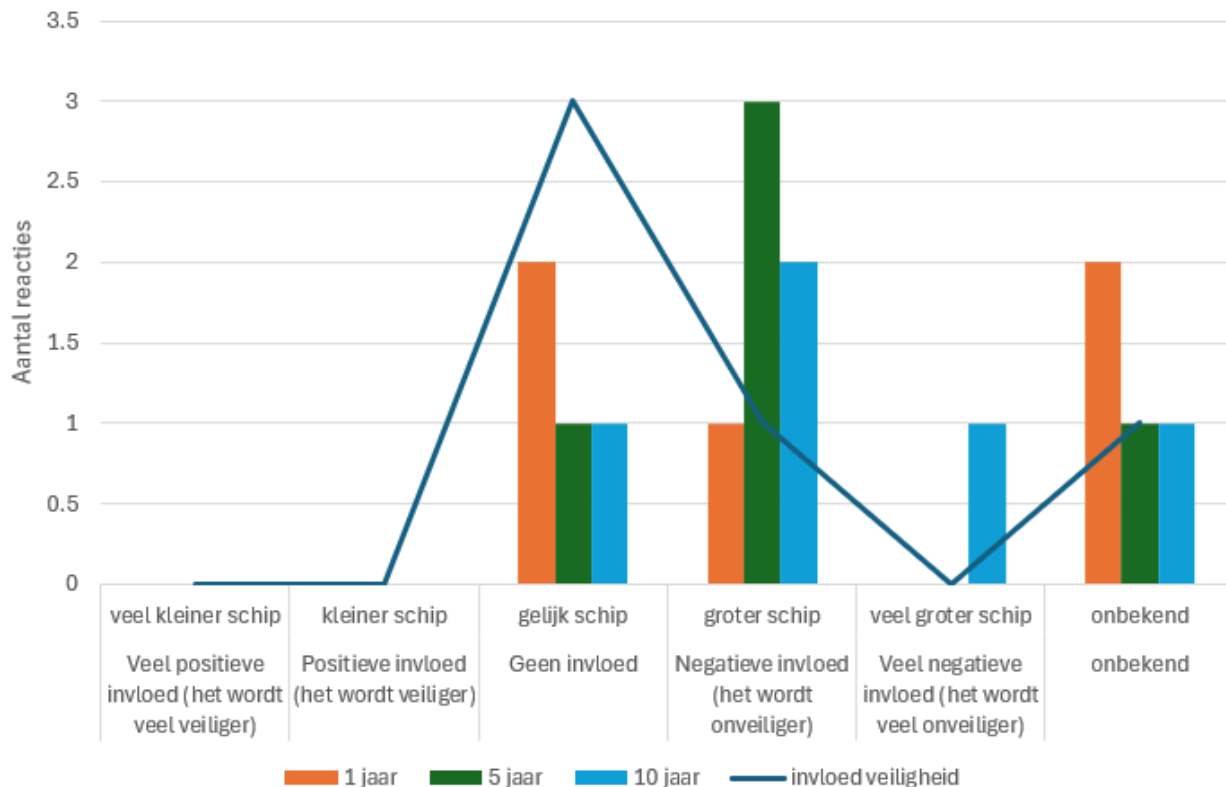
Ontwikkeling aantal chemicaliën tankers



Ontwikkeling aantal CO2 tankers



Ontwikkeling afmetingen tankers

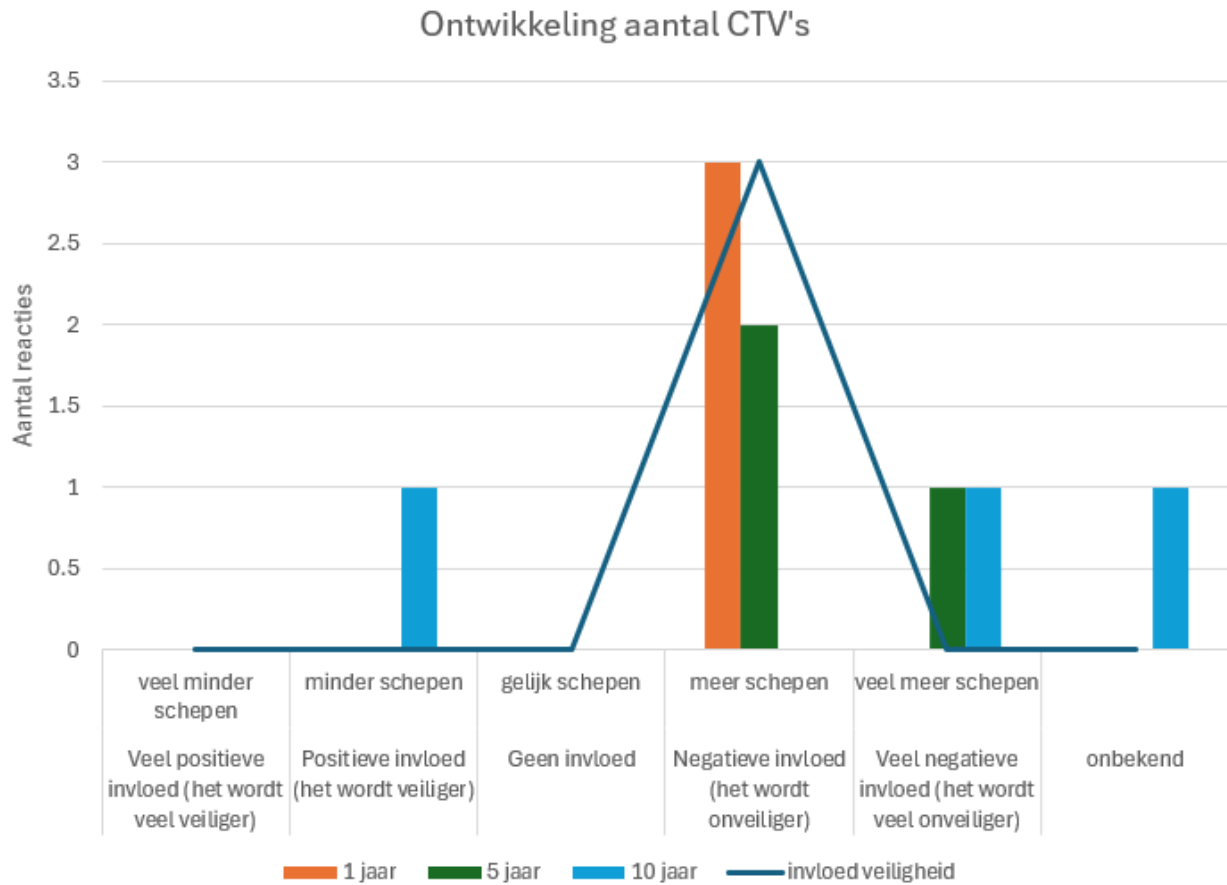


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	7	middellang tot lang	zeer onveiliger
Schaalvergroting schepen	3	middellang	zeer onveiliger
Kwaliteit bemanning	4	kort tot middellang	onveiliger
Automatisering (autonoom)	4	middellang tot lang	neutraal
Extreem weer	2	kort tot middellang	zeer onveiliger
Internationale spanningen	2	middellang	zeer onveiliger
Toename objecten (geen wind)	1	middellang	zeer onveiliger
Meer zeevaart	3	middellang	zeer onveiliger
Toename pleziervaart	3	middellang	zeer onveiliger
	29	middellang tot lang	zeer onveiliger

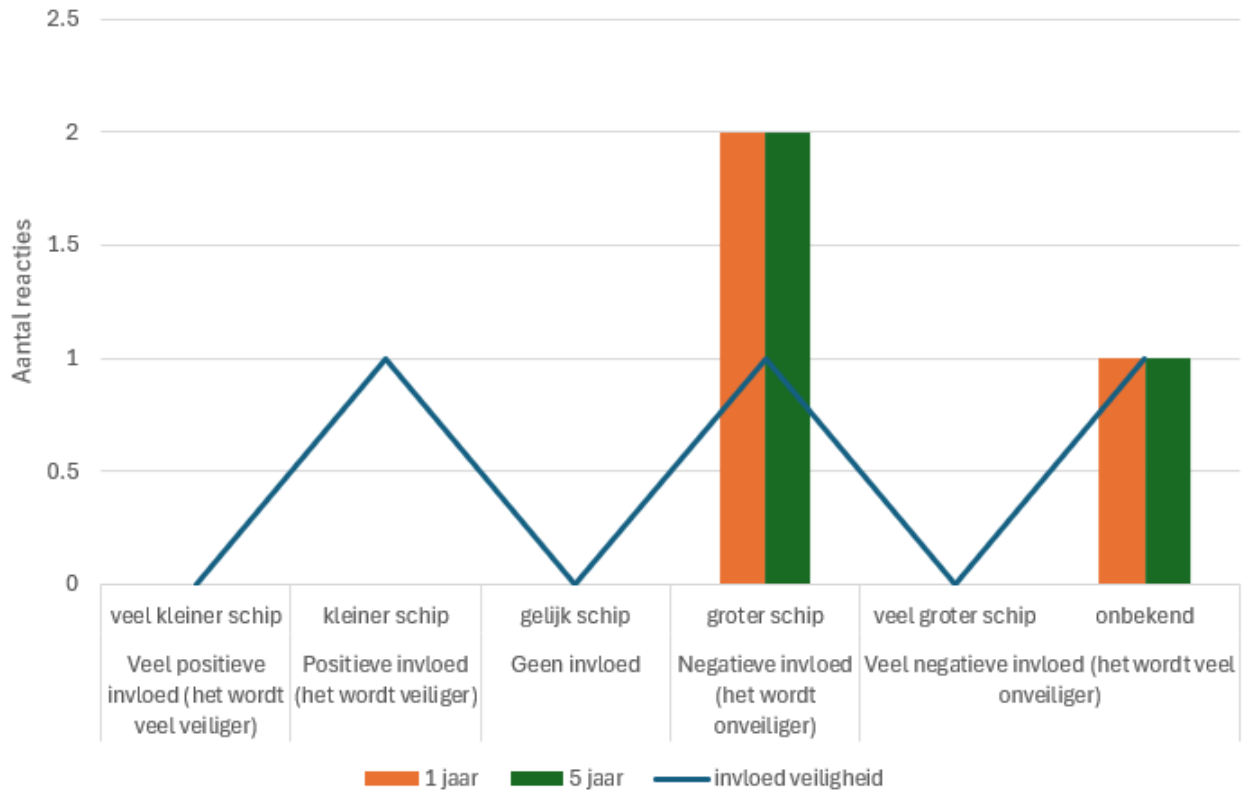
Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
Scheepvaartverkeersbegeleiding Noordzee (verplichte melding en routing)	2
Waarschuwingssystemen	1
Verbieden gsm's/internet op de brug	1
	4

APPENDIX 13 UITKOMSTEN ENQUETE WERKVAART CREWING

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



Ontwikkeling afmetingen CTV's

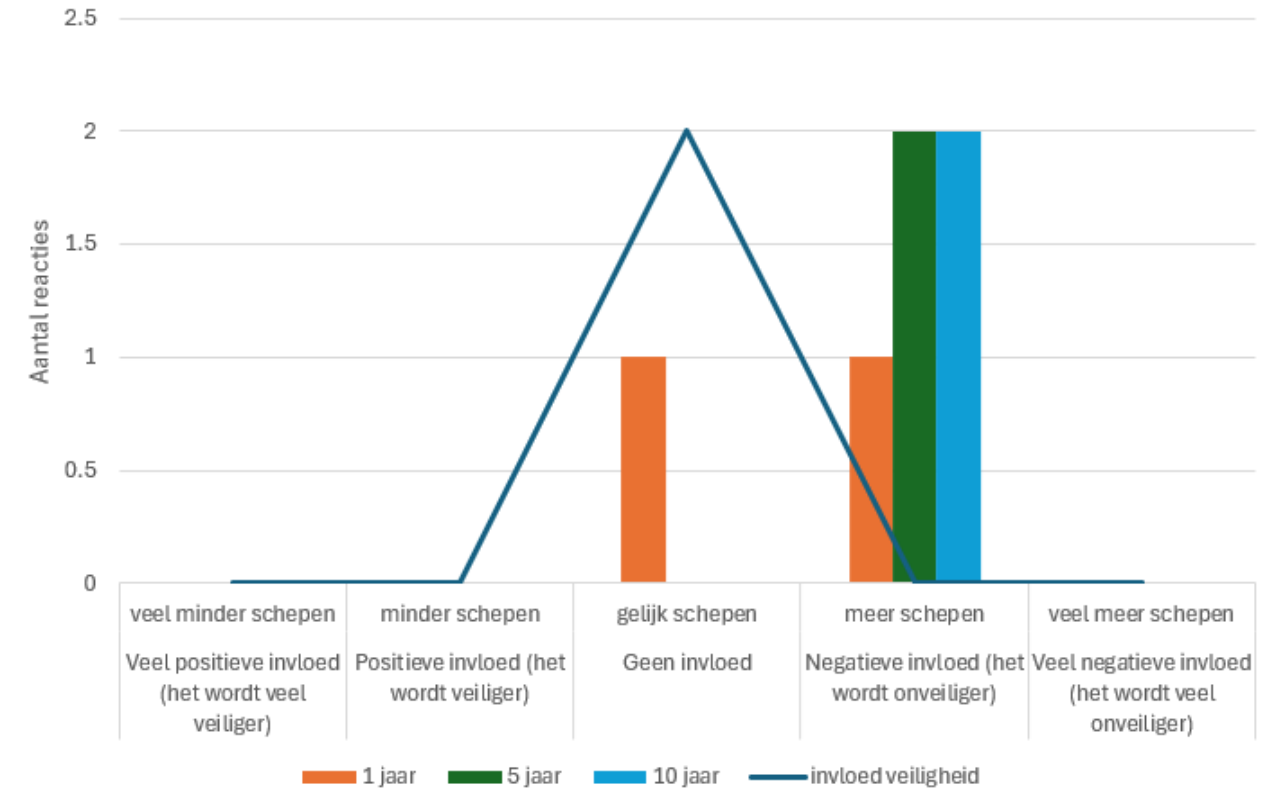


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	4	kort tot middellang	neutraal
Kwaliteit bemanning	12	kort tot middellang	zeer onveiliger
Extreem weer	2	kort tot middellang	onveiliger
Vluchtelingen naar UK	4	kort tot middellang	onveiliger
Toenemende kosten	4	kort tot middellang	neutraal
	26	kort tot middellang	neutraal

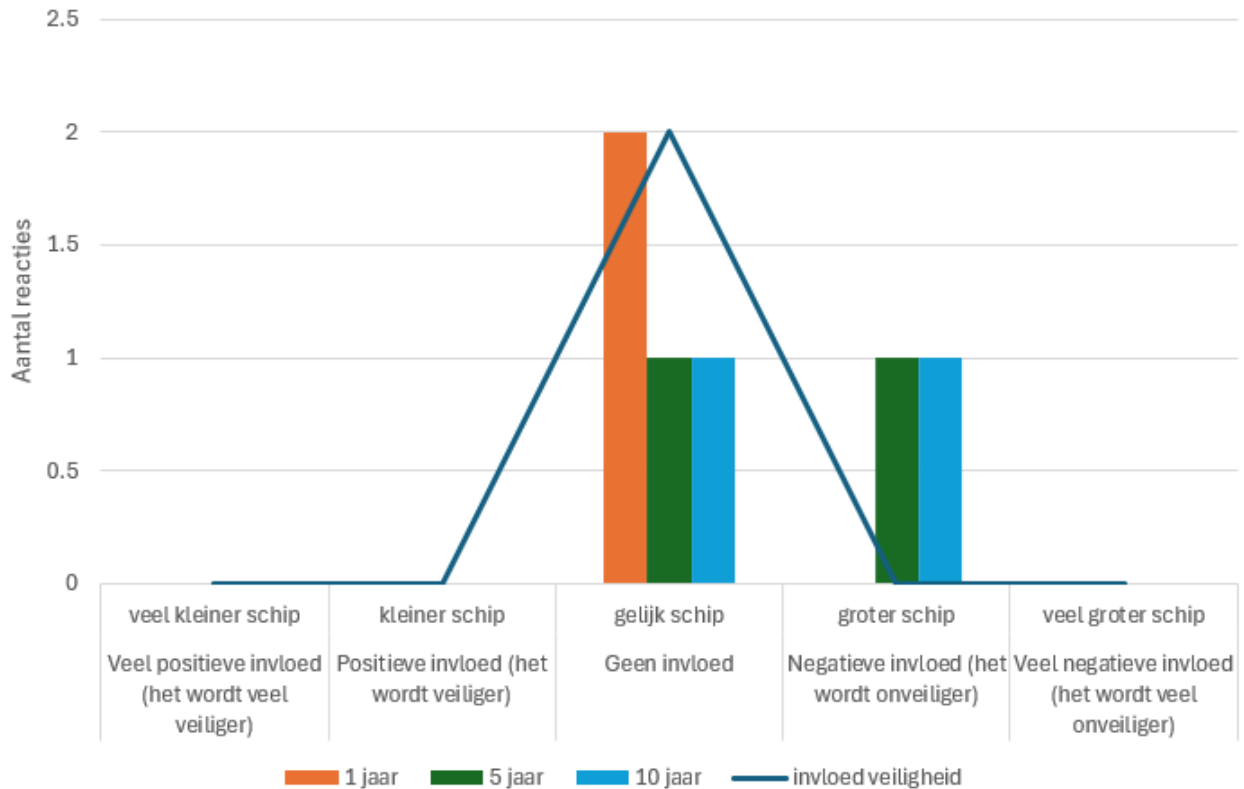
APPENDIX 14 UITKOMSTEN ENQUETE WERKVAART OFFSHORE SUPPORT

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.

Ontwikkeling aantal offshore support schepen



Ontwikkeling afmetingen offshore support schepen



Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	5	middellang	neutraal
Schaalvergroting schepen	5	middellang	neutraal
Alternatieve brandstoffen	6	middellang tot lang	neutraal
Kwaliteit bemanning	1	middellang	zeer onveilig
	17		

Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
Scheepvaartverkeersbegeleiding Noordzee (verplichte melding en routing)	1
ERTV	1
	2

APPENDIX 15 OVERZICHT ALTERNATIEVE BRANDSTOFFEN I.R.T. VEILIGHEID

Deze appendix betreft een samenvatting van de alternatieve brandstoffen, de huidige en toekomstig verwachte toepassingen en het effect op de veiligheid van het schip op basis van de roadmap zoals uitgebracht door RVO [Ref 39.].

<u>Energiedragers</u>	<u>Huidige status toepassing</u>	<u>Verwachte toekomstige toepassing</u>	<u>Veiligheid schip</u>
FAME	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof , wordt al ingezet in zeevaart; wereldwijd nog beperkt tov fossiel.	-	geen veiligheidsissues
HVO	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof , wordt al ingezet in zeevaart; wereldwijd nog beperkt tov fossiel.	-	geen veiligheidsissues
Fischer_Tropsch diesel	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof , wordt al ingezet in zeevaart; wereldwijd nog beperkt tov fossiel.	Nog geen demonstratieprojecten in scheepvaart	geen veiligheidsissues
LNG	Niet toepasbaar op huidige motoren/systemen. Kleine/medium dedicated gasmotoren beschikbaar voor LNG en retrofit mogelijk.1079 LNG schepen in de vaart, 829 besteld (juli 2023).	Verdere ingroei verwacht komende jaren .	Ontvlambaarheids- en explosierisico's. Laag vlammpunt geeft extra veiligheidsmaatregelen vanuit IGF code.
LNG - OCCS	LNG zie hierboven. CCS/CCU aan boord: toepasbaar op LNG gedreven schepen, nu nog onderzoek en testen, eerste pilots uitgevoerd.	LNG zie hierboven. CCS/CCU follow-up pilots in 2024/2025.	Zie LNG hierboven, CCS geen veiligheidsissues
SVO/PPO	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof , wordt al ingezet in zeevaart; wereldwijd nog beperkt tov fossiel.	-	geen veiligheidsissues
Geraffineerde afvaloliën en vetten	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof ,	-	geen veiligheidsissues

	wordt al ingezet in zeevaart; wereldwijd nog beperkt tov fossiel.		
HTL	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof. Wordt voor zover bekend nog niet ingezet in zeevaart.	-	geen veiligheidsissues
UPO/HPO	Voor bestaande motoren/systemen direct bruikbare biobrandstof. Wordt voor zover bekend nog niet ingezet in zeevaart.	-	geen veiligheidsissues
Methanol	Niet toepasbaar op huidige dieselmotoren/systemen. Nieuwbouw methanol schepen zijn beschikbaar voor o.a. tankers, containerschepen, werkschepen, pilot boats en veerboten. Ook methanol motoren beschikbaar en retrofit mogelijk. 27 methanol schepen in de vaart en 151 besteld (juli 2023).	Verdere ingroei verwacht komende jaren .	Veiligheidsmaatregelen ivm laag vlampunt en toxiciteit moeten nog verder ontwikkeld worden. Toepassing vereist aanpassing IGF code. Klassebureaus hebben regels ontwikkeld voor toepassing op schepen.
Ethanol	Niet toepasbaar op huidige dieselmotoren/systemen. Dual fuel motoren nodig of dedicated methanol motoren. Multi fuel motoren beschikbaar, ook in combi met methanol.	Geen projecten of testen bekend in de zeevaart. Nog weinig ontwikkeling in ethanol als brandstof voor schepen; nog geen schepen gebouwd voor bio-ethanol. Nog weinig interesse vanuit maritieme industrie.	Veiligheidsmaatregelen ivm laag vlampunt moeten nog verder ontwikkeld worden. Toepassing vereist aanpassing IGF code. Klassebureaus hebben regels ontwikkeld voor toepassing op schepen.
DME	Niet geschikt voor reguliere diesel verbrandingsmotor. Wel in multi-fuel of dual-fuel (aangepaste dieselmotor). DME is tot nu toe alleen getest in kleinere (scheeps)motoren. Ondanks gunstige eigenschappen tot nu toe weinig aandacht als	Aandacht voor deze brandstof is opkomend.	Laag vlampunt

	brandstof zonder duidelijke reden.		
Waterstof	<p>Toepasbaar in speciale verbrandingsmotoren (of dual-fuel waterstof-diesel) of in een brandstofcel (elektrische aandrijving, FCEV)</p> <p>Waterstof is vooral geschikt voor kleinere schepen die vaak kunnen bunkeren (elke 1-4 dagen) en voor korte afstanden en veerboten. Beperkt toepasbaar in 2-takt motoren in diepzee segment vanwege lage energiedichtheid en ruimtebeslag aan boord. Toepassing in 4-takt motoren en in brandstofcellen nog in ontwikkeling.</p>	<p>Demonstratie van waterstof in zowel verbrandingsmotor / dual fuel motor als brandstofcel. 5 waterstof schepen in de vaart en 5 besteld (juli 2023). Diverse actuele projecten gericht op ontwikkeling en toepassing van waterstof in schepen, in zowel verbrandingsmotor als brandstofcel.</p>	<p>Explosierisico's, gasvorming en kan gemakkelijk ontvlambare mengsels vormen. Waterstof brandt bij lage concentraties in lucht en met weinig energie aanvoer. Nog geen regels/standaarden voor gebruik van waterstof op schepen; interim guidelines in ontwikkeling (MSC).</p>
Ammoniak	<p>Verbrandingsmotoren en brandstofcellen voor ammoniak mogelijk complex, vooral kleinere; full range motoren ontwikkeling nodig. Nog geen toepassing van (e-)ammonia als scheepsbrandstof.</p>	<p>Toepassing vooralsnog verwacht op grote schepen en lange afstanden (diepzeevaart) met 2-takt motoren.</p>	<p>Explosierisico's en zeer giftig bij inademen en contact met ogen en huid, en voor het (zee)milieu. Nog geen regels/standaarden. Interim guidelines in ontwikkeling; aanpassing IGF code nodig.</p>
Elektrisch	<p>Aantrekkelijk ivm emissievrij en hoge efficiëntie. In demonstratiefase, voornamelijk kleinere schepen. 800 batterij-elektrische / hybride schepen in de vaart, 295 besteld (juli 2023).</p>	<p>Elektrisch waarschijnlijk voorlopig niet geschikt voor grote vermogens en lange afstanden bij zeevarende schepen; geschikt voor kleinere schepen, korte afstanden, operaties op zee; wel in ontwikkeling voor afstanden tot 500 mijl.</p>	<p>Relatief veilig, specifieke veiligheidsmaatregelen voor batterijen in regulering: zoals ventilatie-systeem, batterij-monitoring, blussystemen/isolatie tegen brand. Risico's groter bij groter vermogen.</p>

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl
   

APPENDIX 2 GEHANTEERDE SCENARIOPLANNINGSMETHODIEK (UITGEBREID)

Aan : **Projectteam**
Van : **Andries Nap**
CC :
Datum : **2026-02-27**

Project nr. : **77003.600**
Onderwerp : **Methodiek (uitgebreid) scenarioplanning studie**

1 INLEIDING

In deze memo wordt de gehanteerde methodiek gedetailleerd toegelicht. Dit aan hand van de volgende doorlopen fases binnen de studie:

- Fase 1: Oriëntatie scenarioplanning
De oriëntatie op scenarioplanning bestaat uit een aantal onderdelen zoals literatuuronderzoek, het opzetten van een scenarioplanningsteam, nader definiëren van het doel en het bepalen van de best passende soort scenario's en bijbehorende methodiek.
- Fase 2: Vormgeven kritieke onzekerheden
Startpunt voor de kritieke onzekerheden zijn de ontwikkelingen zoals door MARIN in beeld gebracht in 2024 [Ref 6.]. Dit laatstgenoemde onderzoek beperkt zich echter tot de beoordeling over de mate van invloed op de scheepvaartveiligheid. De mate van onzekerheid van deze ontwikkelingen en externe krachten achter deze ontwikkelingen zijn niet expliciet onderzocht, wat binnen deze studie alsnog is gedaan. Tevens wordt een nulsituatie per kritieke onzekerheid en mogelijke toekomstige uitersten per kritische onzekerheid in beeld gebracht.
- Fase 3: Uitwerken scenario's scheepvaartveiligheid
Op basis van kritieke onzekerheden die voldoende onzeker en relevant zijn, worden vier toekomstige scenario's gevormd. Een groep experts uit het scheepvaartveiligheidsdomein wordt methodisch begeleid om te komen tot deze vier waarschijnlijke toekomstscenario's.
- Fase 4: Definiëren handelingsperspectief t.b.v. de scheepvaartveiligheid
De scenario's zijn geen doel op zichzelf maar een instrument om beter te kunnen anticiperen op toekomstige ontwikkelingen. Dezelfde groep experts die betrokken was bij het uitwerken van de scenario's is ingezet om het handelingsperspectief te duiden. Ofwel welke beleidsboodschappen, mitigerende maatregelen, kennisleemten en scenario-indicatoren kunnen worden geïdentificeerd op basis van de scenario's.

Na de toelichting op elk van deze vier fases wordt toegelicht hoe kwaliteit van de scenario's zijn geborgd. De memo wordt afgesloten met de geleerde lessen, ofwel de aandachtspunten die achteraf zijn gemaakt bij de gekozen methodiek en het doorlopen participatieproces.

2 ORIËNTATIE SCENARIOPLANNING (FASE 1)

Zoals in de inleiding reeds geduid bestaat de oriëntatie in scenarioplanning uit een aantal separate activiteiten, deze worden hieronder nader toegelicht.

2.1 Literatuurstudie

De aanleiding voor de oriëntatie op scenarioplanning is de omschrijving van scenario's in de publicatie van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) 'Oefenen met de toekomst - Scenario's voor stedelijke ontwikkeling, infrastructuur en mobiliteit in Nederland voor 2049 – Ruimtelijke Verkenning: *De verhalende scenario's schetsen verschillende denkbare ontwikkelingen in de samenleving, de technologie en de verhoudingen tussen partijen. Ze maken voorstelbaar hoe de opgaven waar regio's voor staan, er uit kunnen gaan zien en hoe je daarmee kunt omgaan. Om strategisch beleid te kunnen uitstippelen is het nodig dat beleidsmakers zich ondanks de onzekerheid toch een beeld kunnen vormen van toekomstige ontwikkelingen. Het is belangrijk om bestaande perspectieven op problemen en oplossingen te bezien in het licht van de langere termijn en om mogelijke nieuwe opgaven, opvattingen en beleidsopties te verkennen.* De combinatie van ontwikkelscenario's met de hier door PBL gedefinieerde beleidsscenario's sluit goed aan bij de behoefte binnen het scheepvaartveiligheidsdomein om beter voorbereid te zijn op onzekere toekomstige ontwikkelingen. Scenarioplanning biedt concrete methodische handvatten om bestaande perspectieven en denkkaders op te rekken, dit is een aspect waar een meer traditionele risico aanpak, door middel van oorzaak-gevolg risicoscenario's, wat minder goed in voorziet.

De literatuurstudie is gebruikt om meer te leren over scenarioplanning, om met deze kennis te zoeken naar een passende toepassing binnen het Nederlandse, met name publieke, scheepvaartveiligheidsdomein. Meer concreet betekent dit dat de hierboven beschreven aanleiding nader is onderzocht, verschillende stromingen binnen scenarioplanning zijn vergeleken, de toepassing van scenarioplanning binnen andere (publieke) domeinen is bezien en een indruk is verkregen van beschikbare en geaccepteerde methoden waarbij ook methoden zoals de Wilson matrix zijn uitgetoetst.

Uiteindelijk is de gewenste toepassing van scenarioplanning binnen het scheepvaartveiligheidsdomein afgepeld aan hand van eveneens een PBL publicatie, namelijk 'Scenario's maken voor milieu, natuur en ruimte: een handreiking (2013)' [Ref 1.]. Dit afpellen is gebeurd in gezamenlijkheid met alle teamleden. Zie ook de volgende paragraaf 2.2 voor de teamsamenstelling en paragraaf 2.3 voor de keuzes die aan hand van deze handreiking zijn gemaakt.

2.2 Projectteam

Het projectteam bestaat uit zeven personen waarbij de opdrachtgever (ministerie van I&W) wordt vertegenwoordigd door twee personen. Hoewel gestreefd wordt naar consensus is de stem van de opdrachtgever uiteindelijk doorslaggevend in de keuzes die gedurende de studie worden gemaakt.

Rijkswaterstaat is als uitvoeringsorganisatie van het ministerie van I&W verantwoordelijk voor het beheer van de Noordzee Rijkswaterstaat, afdeling Water, Verkeer en Leefomgeving, wordt door twee personen vertegenwoordigd binnen het projectteam.

MARIN, zijnde de onafhankelijke onderzoekspartner van beide genoemde partijen, is penvoerder en heeft een voorttrekkende rol in de ontwikkeling van scenarioplanning binnen het scheepvaartveiligheidsdomein.

Uit de literatuur blijkt dat voldoende ervaring met scenarioplanning belangrijk is voor het doen slagen van scenarioplanning. Zeker bij een exploratieve en kwalitatieve benadering wordt sterk gebouwd op de kennis, commitment, geloofwaardigheid en communicatievaardigheden van het scenarioteam [Ref 2.]. De ervaring met scenarioplanning en de communicatievaardigheden die daarbij horen, is bij de drie eerder genoemde partijen beperkt. Om deze reden is het strategisch foresight bureau Futureconsult toegevoegd aan het projectteam. Futureconsult heeft circa 30 jaar ervaring opgebouwd met scenarioplanning binnen het publieke domein. Vanuit Futureconsult zijn in wisselende samenstelling vaak twee personen aanwezig tijdens projectteam bijeenkomsten.

2.3 Bepalen scenarioplanningsrichting

Op basis van de PBL handreiking om scenario's te maken [Ref 1.] is door het projectteam de gewenste scenarioplanningsrichting mede vorm gegeven aan hand van de volgende hoofdthema's welke nader worden toegelicht:

- Positionering scenarioplanningsstudie;
- Definiëring van de resultaten;
- Bepalen van de methoden;
- Organisatie scenarioplanningsstudie.

Positionering scenarioplanningsstudie

Onder de positionering van de scenarioplanningsstudie vallen het bepalen van de doelen, het bereik, de beoogde doelgroepen en de mate van zowel onzekerheid als complexiteit.

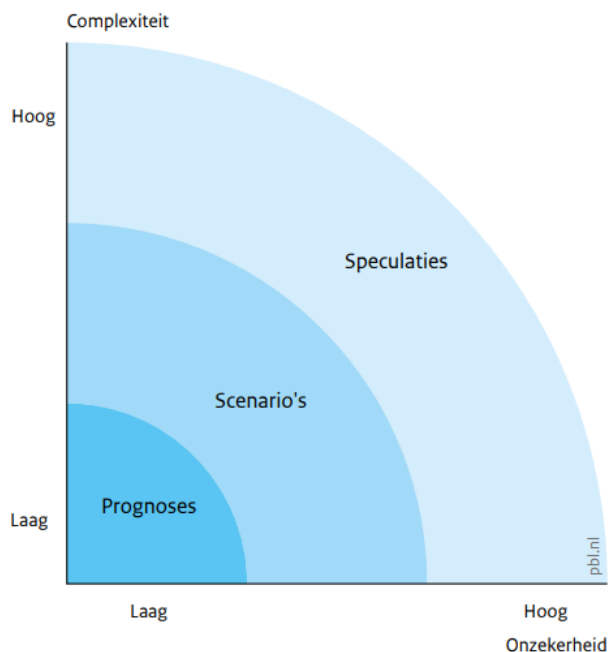
Mate van zowel onzekerheid als complexiteit [Ref 1.]

Afhankelijk van de mate van onzekerheid en de mate van complexiteit van het vraagstuk kunnen zowel prognoses, als scenario's als speculaties worden onderscheiden, zie Figuur 2-1 [Ref 1.].

Scenario's houden het midden tussen prognoses enerzijds en speculaties anderzijds, zie Figuur 2-1. Prognoses zijn erop gericht om op basis van kennis en gegevens over het verleden zo nauwkeurig mogelijke uitspraken te doen over het verloop van ontwikkelingen in de toekomst. Speculaties worden gebruikt in situaties waarin de complexiteit en de onzekerheid erg groot zijn, bijvoorbeeld omdat een ontwikkeling zich nog niet eerder heeft voorgedaan, omdat een ontwikkeling door een groot aantal bestaande of nieuwe factoren wordt beïnvloed, omdat zij een grillig ('chaotisch') verloop heeft of omdat de termijn waarop een ontwikkeling plaatsvindt erg lang is. Scenario's worden gemaakt in situaties waarin er weliswaar sprake is van complexiteit en onzekerheid, maar waarin deze niet zo groot zijn dat er sprake is van speculeren.

Vanwege de wens om de grenzen van het toekomstige mogelijke te verkennen, is bij de gemaakte scenario's wel de dunne grens tussen scenario's en speculeren opgezocht. Expertbeoordeling middels de Delphi methode (paragraaf 3.4) is gebruikt om het realisme van de toekomstbeelden te borgen.

Onderscheid tussen prognoses, scenario's en speculaties



Bron: PBL

Figuur 2-1 Onderscheid prognoses, scenario's en speculaties [Ref 1.]

Bereik

Het bereik van de studie is zowel geografisch als in tijd bepaald.

Deze scenarioplanningsstudie wordt geografisch begrenst door de Nederlandse Exclusief Economische Zone (EEZ) en de territoriale wateren. Zeevaart en de hierop van invloed zijnde ontwikkelingen beperken zich in veel gevallen niet tot landsgrenzen. De meerwaarde van deze geografische afbakening is daarmee beperkt.

Qua tijdshorizon voor de scenario's/toekomstbeelden is aangesloten bij de dynamiek dan wel aard van de mee te nemen ontwikkelingen. Een belangrijke ontwikkeling op de Nederlandse Noordzee is de uitrol van windenergiegebieden [Ref 8.], deze windparken hebben een verwachte levensduur van 20 tot 30 jaar [Ref 6.]. De technische levensduur van schepen bedraagt eveneens 25 tot 30 jaar [Ref 9.]. Door hierop aan te sluiten kunnen er voldoende alternatieve ontwikkelingen worden verkend.

Qua tijdshorizon is tevens een lange termijn (10-50jaar) nodig. Over deze lange termijn is het verloop van de ontwikkelingen en de koers van beleid dusdanig onzeker dat er verschillende richtingen dienen te worden verkend [Ref 1.]. Op basis van deze twee overwegingen (aard ontwikkelingen en voldoende onzekerheid) wordt bij de scenarioplanning Noordzee een tijdshorizon van 25 jaar gehanteerd.

Beoogde doelgroepen

Er zijn drie consultatiemomenten geweest, zowel het voor nader vormgeven van de kritieke onzekerheden, de definiëring van de scenario's als voor de definiëring van de beleidsboodschappen op basis van de scenario's.

Voor het nader vormgeven van de kritieke onzekerheden zijn experts benaderd met kennis van (een deel van) de betreffende kritische onzekerheid. Voor elke kritische onzekerheid is een separate groep experts samengesteld, bestaande uit zowel onderzoekers, beleidsmedewerkers als mensen uit het bedrijfsleven. Deze groepen zijn gevraagd deel te nemen aan het Delphi onderzoek dat nader uiteengezet wordt in paragraaf 3.4. Het onderwerp scheepvaartveiligheid is expliciet geen onderdeel van dit Delphi onderzoek.

Voor definiëring van de scenario's zijn juist experts uit het scheepvaartveiligheidsdomein benaderd, veelal werkende bij een organisatie die belang heeft bij scheepvaartveiligheid. Bij het toepassen van het voorgestelde ordenende principe (paragraaf 4.2) wordt de vertaling gemaakt van individuele kritieke onzekerheden naar geïntegreerde scenario's met een bepaald nautisch risicoprofiel. De hoofdzakelijke reden achter de keuze voor personen uit het scheepvaartveiligheidsdomein is dat deze personen gewend zijn na te denken over de vertaling van veranderingen in de nautische situatie naar effecten op het nautische veiligheidsniveau. De reden om met name experts te benaderen een organisatie vertegenwoordigen met een belang bij scheepvaartveiligheid is enerzijds omdat daardoor een intrinsieke motivatie bestaat om aan dit onderwerp bij te dragen. Anderzijds wordt door middel van scenarioplanning beoogd de communicatie tussen belanghebbenden in het scheepvaartveiligheidsdomein te ondersteunen en de betrokkenheid van deze belanghebbenden te versterken. Personen die hebben meegewerkt aan het opstellen van de scenario's vertegenwoordigen de volgende organisaties:

- Kustwacht;
- KNRM;
- Rijkswaterstaat;
- Ministerie I&W – DGLM;
- Havenbedrijf Amsterdam;
- Havenbedrijf Rotterdam;
- MARIN;
- Deltares;
- Loodswezen;
- Scheepvaart Adviesgroep Noordzee (SAN);
- Dienst der Hydrografie;
- Nederlandse Vereniging van Koopvaardij Kapiteins (NVKK);
- Divers koopvaardij - (ex) kapiteins.

De definiëring van de beleidsboodschappen is onderdeel van een laatste consultatie. Deze consultatie is tevens gebruikt voor het toetsen van de opgestelde scenario's. Hierbij is grotendeels dezelfde groep experts/belanghebbenden geconsulteerd als bij de definiëring van de scenario's.

Definiëring van de resultaten

Bij de definiëring van de resultaten is nagedacht over het beoogde soort scenario's en de gewenste scenario onderdelen.

Scenario-onderdelen

Van de door PBL onderscheiden scenario-onderdelen [Ref 1.] is gekozen om de scenario's zelf en de boodschappen uit te werken.

De scenario's zelf verkennen ontwikkelingen dan wel kritieke onzekerheden die op het vraagstuk nautische veiligheid van invloed zijn, welke externe krachten daarachter zitten, hoe dit in de toekomst kan verlopen en op welke wijzen zij het vraagstuk kunnen beïnvloeden [Ref 1.]. De mogelijke ontwikkelrichtingen naar 2050 zijn per kritische onzekerheid door middel van een Delphi onderzoek in beeld gebracht (zie paragraaf 3.4). Deze mogelijke ontwikkelrichtingen per kritische onzekerheid zijn voorgelegd aan experts op het gebied van nautische veiligheid. Deze nautische experts zijn methodisch begeleidt om deze ontwikkelingen te plaatsen in de context van nautische veiligheid op de Noordzee, en daarmee te komen tot vier mogelijke scheepvaartveiligheidsscenario's. Vervolgens zijn de scenario's gebruikt om de nautische experts beleidsboodschappen op te laten stellen.

De beleidsboodschappen zijn aandachtspunten en aanbevelingen voor het beleid en voor het onderzoek dat is gericht op de onderbouwing daarvan [Ref 1.]. Hierbij is onderzocht welke mogelijke maatregelen er zijn te bedenken om het risicoprofiel van elk scenario positief te beïnvloeden, welke relevante kennisleemten nog bestaan rondom (toekomstige) nautische risico's en welke indicatoren relevant zijn om te kunnen bezien richting welk scenario de werkelijkheid zich beweegt.

Soort scenario's

Er zijn verschillende soorten scenario's. Criteria die kunnen worden onderscheiden om de soorten te onderscheiden, zijn: de aard van de scenario's, de mate waarin zij de onzekerheid exploreren en de waarde-gerichtheid van de scenario's [Ref 1.], welke in deze paragraaf nader worden toegelicht. Het soort scenario's dat wordt beoogd te maken binnen deze studie zijn kwalitatieve, sterk exploratieve en met name descriptieve scenario's, zie ook Figuur 2-2.

Kwalitatieve scenario's betekent dat deze vooral verhalend en beeldend zullen worden uitgedrukt en niet zozeer door gebruik van meer expliciete numerieke inzichten op basis van gevalideerde modellen. Dit hangt ook samen met het sterk exploratieve karakter van de gewenste scenario's waarbij de grenzen van de mogelijke ontwikkelingen/veranderingen op de Noordzee worden afgetast. Gezien de hoofdonderzoeksvraag is het doel om de grenzen van het mogelijke te verkennen om te komen tot mogelijke toekomstscenario's. Daarnaast bestaan nog geen voldoende geschikte numerieke modellen waarmee de scenario's kwantitatief kunnen worden benaderd.

Qua waarde-gerichtheid schetst het PBL een bandbreedte tussen descriptieve scenario's enerzijds en normatieve scenario's anderzijds. Descriptieve scenario's, ook wel omgevingsscenario's genoemd, zijn erop gericht om de cognitieve onzekerheid te verkennen, ofwel het verkennen van onzekere ontwikkelingen in de buitenwereld en het effect ervan op het vraagstuk nautische veiligheid. Het verkennen van deze ontwikkelingen en het mogelijke effect ervan is een primair doel van deze scenario-planningsstudie. Normatieve scenario's, ook wel doelscenario's genoemd, zijn gericht op het verkennen van normatieve onzekerheid, ofwel het verkennen van gewenste beleidsdoelen en daarna de mogelijke te bewandelen wegen er naar toe. Normatieve of doelscenario's stellen keuzes of dilemma's centraal.

De op te stellen scenario's kunnen mogelijk helpen na te denken over anticipatie op de veranderende nautische veiligheidssituatie maar beogen niet direct een doel of norm te stellen. De opgestelde scenario's zijn met name descriptief van aard: het primaire doel is het in kaart brengen van mogelijke toekomstbeelden op basis van huidige en verwachte onzekerheden.



Figuur 2-2 Beoogde soort scenario's, uitgedrukt in drie criteria

Een deel van de hoofdonderzoeksvraag is echter gericht op het handelingsperspectief dat de Rijksoverheid heeft door middel van de in beeld gebrachte scenario's. De laatste consultatie met experts en belanghebbenden is bedoeld om beleidsboodschappen dan wel strategische opties per scenario in beeld te brengen. Deze strategische opties geven aan welke ruimte om te handelen bestaat. Hierbij is ook onderscheid gemaakt tussen mogelijke actoren per strategische optie. Dit nadenken en vormgeven van het handelingsperspectief per scenario betreft een normatieve benadering omdat beoogd wordt de mogelijke toekomst te beïnvloeden.

Bepalen methoden

De PBL handleiding onderscheidt onder methoden 'modellen', 'essays', 'stakeholder participatie' en 'ontwerpen'. In lijn met de eerder toegelichte keuze voor exploratieve, kwalitatieve en descriptieve scenario's wordt binnen deze scenarioplanningsstudie ingezet op een combinatie van stakeholder participatie en essays/verhaallijnen. De stakeholder participatie wordt nader uiteengezet in paragraaf 4.4 en de essays/verhaallijnen wordt nader uiteengezet in paragraaf 4.5.

Daarnaast is vanuit de literatuur gezocht naar een geaccepteerde en voor het scheepvaartveiligheidsdomein toepasbare methode om te komen tot een beperkt aantal scenario's die voldoen aan de kwaliteitscriteria zoals opgenomen in paragraaf 6. Vanuit de studie uit 2024 naar actuele en toekomstige ontwikkelingen op de Noordzee die van invloed zijn op het nautische veiligheidsniveau [Ref 8.], ontstaat de indruk dat veel (>5) scenariodrivens kunnen worden onderscheiden. De traditionele assenkruismethode waarbij twee drivers tegen elkaar worden uitgezet doet daarmee geen recht aan het complexe nautische systeem op de Noordzee. Bij meer dan twee scenariodrivens is de morfologische scenariomethode een vaak toegepaste en geaccepteerde methode [Ref 2.]. De morfologische methode biedt in zichzelf geen handvatten om te komen tot een beperkte selectie van scenario's. Om die reden is een assenkruismethode wel toegepast, als ordenend principe bij de morfologische methode. Het assenkruis bepaalt het perspectief waarmee vier verschillende morfologische lagen worden vormgegeven. Dit om enerzijds vanuit de morfologie analyse te komen tot een selectie van consistente, contrasterende en vergelijkbare scenario's, en anderzijds vanuit kritieke onzekerheden te komen tot een vertaling naar scheepvaartveiligheidsrisico's. De achterliggende gedachte hierbij is dat met de analyse van de kritieke onzekerheden de grenzen van alle mogelijke relevante ontwikkelingen worden verkend, en met de scenario's worden de grenzen van het bijbehorend nautische risicoprofiel verkend. De morfologische methode wordt nader toegelicht in paragraaf 4.1 en het ordenende principe wordt nader toegelicht in paragraaf 4.2.

Organisatie

Onder het hoofdthema organisatie zijn afspraken gemaakt over budget, planning, teamsamenstelling, communicatie en kwaliteitsborging. Het projectteam is nader geduid in paragraaf 2.2 en de kwaliteitsborging is toegelicht in paragraaf 6.

3 VORMGEVEN KRITIEKE ONZEKERHEDEN (FASE 2)

In deze sectie wordt het proces om te komen tot uitwerking van de kritieke onzekerheden toegelicht.

3.1 Selectie kritieke onzekerheden

In 2024 heeft MARIN een verkenning uitgevoerd naar alle actuele ontwikkelingen die (mogelijk) van invloed zijn op het nautisch veiligheidsniveau van de Noordzee [Ref 8.]. Deze ontwikkelingen zijn in beeld gebracht door middel van consultaties met experts, grootschalige enquêtes en aanvullend literatuuronderzoek. Hieruit volgen deze globale trends met een (mogelijk) effect op de nautische situatie op de Noordzee:

- Trends in politieke en economische orde:
 - Wereldwijde/regionale/lokale conflicten;
 - De-globalisatie en protectionisme;
 - Groei Azië en Afrika.
- Milieu trends:
 - CO₂ reductie:
 - Verlaging CO₂ uitstoot en verhoging CO₂ opslag;
 - Hernieuwbare energie vanaf zee;
 - Nieuwe (scheeps-)brandstoffen.
 - Effecten klimaatverandering;
 - Voedseltransitie.
- Technologische trends:
 - Gebruik van AI;
 - Meer integratie van Metaverse en AR/VR/MR technologieën;
 - Toename gebruik 'Internet of Things';
 - Automatisering.
- Sociale trends:
 - Komst kenniseconomie;
 - Efficiënt werken;
 - Migratie.

In het verlengde hiervan worden door nautische experts de volgende ontwikkelingen benoemd die het meest van invloed zijn op het nautische veiligheidsniveau van de Noordzee:

- Bouw van windparken op zee;
- Bouw overige infrastructuur/functies op zee (zijnde geen windparken);
- Kwaliteit van bemanning;
- Extremere omgevingscondities;
- Alternatieve brandstoffen;
- Schaalvergroting schepen;
- Toenemende automatisering (autonome) schepen;
- Internationale spanningen;
- (gedeeltelijke) Windvoortstuwung;
- Toenemende elektrificatie;
- Verandering gedrag/routing scheepsbewegingen over VSS (incl. ankeren).

Bovenstaande ontwikkelingen betreffen geaggregeerde ontwikkelingen omdat veel ontwikkelingen allerlei relevante subontwikkelingen als gevolg hebben. Een voorbeeld hiervan is de bouw van infrastructuur op zee. Dit is op zichzelf relevant voor de nautische veiligheid omdat allerlei objecten worden gerealiseerd die kunnen worden aangevaren door schepen en in meer of mindere mate de ruimte voor scheepvaart beperken. Daarnaast heeft deze infrastructuur vaak tot gevolg dat kabels en leidingen naar wal worden aangelegd, wat de ankermogelijkheden van schepen beperkt. Een ander gevolg is het benodigde extra (bouw en onderhoud) verkeer dat van en naar de infrastructuur vaart. Hierdoor nemen het aantal interacties met route-gebonden scheepvaartverkeer toe en daarmee de kans op incidenten. Door de bouw en onderhoud van infrastructuur zijn er ook meer mensen op zee die worden blootgesteld aan de gevaren van de zee, bijvoorbeeld bij het overstappen van schip naar turbine.

Het totaaloverzicht aan trends en ontwikkelingen vanuit dit eerdere onderzoek [Ref 8.] is de basis geweest voor een keuze van de initiële kritieke onzekerheden. De criteria om te komen tot kritieke onzekerheden zijn de volgende:

- Relevant: de kritieke onzekerheden dienen een zeker effect te hebben op de nautische veiligheid van de Noordzee.
- Compleetheid: er dient voorkomen te worden dat een relevante kritische onzekerheid wordt gemist. Hierbij is enerzijds afgepeeld wat op scheepsniveau de voor de nautische veiligheid relevante aspecten zijn. Anderzijds is de DESTEP-formule (Demografische, Economische, Sociaal-culturele, Technologische, Ecologische en Politieke ontwikkelingen) gebruikt om te controleren in hoeverre alle domeinen voorkomen.
- Onderscheidenheid: onderscheid de kritische onzekerheid zich voldoende van de andere kritieke onzekerheden. Bij voorkeur komen de domeinen uit de DESTEP-formule niet meerdere keren voor tenzij daar een duidelijk argumentatie voor bestaat.
- Balans aggregatieniveau: zo hoog mogelijk aggregatieniveau versus voldoende voor zichzelf sprekende ontwikkelingen die handvatten bieden voor een nautische risicobeoordeling. Zoals in de alinea hierboven is geschetst voor 'bouw infrastructuur op zee' kunnen ontwikkelingen allerlei gevolgen hebben die op zichzelf ook relevante ontwikkelingen zijn. Een te hoog aggregatieniveau biedt echter onvoldoende handvatten voor interpretatie en risicobeoordeling, een voorbeeld hiervan is 'effecten klimaatakkoord' wat zowel kan worden ingevuld met de bouw van windparken op zee, als de bouw van CO₂ platformen, als alternatieve scheepsbrandstoffen en gebruik van windvoortstuwing.

Uit de gehanteerde definitie voor kritieke onzekerheden volgt dat kritieke onzekerheden gekenmerkt worden door een grote mate van onzekerheid. De mate van onzekerheid was echter geen onderdeel van de onderzoeksvragen in het eerdere onderzoek [Ref 8.]. De mate van onzekerheid is met behulp van de Delphi studie (paragraaf 3.4) nader in beeld gebracht.

Uiteindelijk zijn de volgende acht kritieke onzekerheden gebruikt bij het maken van de scenario's waarbij onderscheid is gemaakt tussen vier schip interne en vier schip externe kritieke onzekerheden:

- Schip externe kritieke onzekerheden:
 - Ruimte vraag op zee, bestaande uit twee onzekerheden:
 - Bouw van niet-nautische functies op zee
 - Intensiteit scheepvaart (tonnages: combinatie van aantal + grootte van schepen)
 - Ontwikkeling omgevingscondities (wind, golven, stroming, zicht)
 - Security dreigingen
- Schip interne kritieke onzekerheden:
 - Technologische ontwikkelingen, bestaande uit twee onzekerheden:
 - Ontwikkeling scheepsontwerp & voortstuwing (o.a. windvoortstuwing, draagvleugeltoepassingen en alternatieve brandstoffen)
 - Ontwikkeling hulpsystemen (o.a. autonoom varen, AI, IoT, navigatie, decision support)
 - Staat van de vloot (veroudering, onderhoud)
 - Aanpassingsvermogen bemanning

3.2 Kritieke onzekerheden – extra onderdelen

Op basis van het in 2024 uitgevoerde onderzoek [Ref 8.] is al veel bekend over de acht onderscheiden ontwikkelingen (kritieke onzekerheden). Waar dit onderzoek niet in voorziet is het duiden van:

- De mate van onzekerheid van de ontwikkeling;
- De relevante externe krachten achter de ontwikkelingen;
- Een schets van hoe de ontwikkeling door middel van de externe krachten zich zou kunnen onvouwen tot aan 2050.

Daarom is zowel met behulp van LLM's (paragraaf 3.3) en een Delphi studie (paragraaf 3.4) een extra stap gezet in het duiden van de gedefinieerde kritieke onzekerheden. De output van de LLM's zijn toegevoegd aan de output van de eerste Delphi ronde, waarbij deze gecombineerde resultaten in een tweede en laatste Delphi ronde opnieuw aan de experts zijn voorgelegd ter beoordeling.

3.3 Grote taalmodellen (Large Language Models (LLMs))

Zoals in paragraaf 3.2 gesteld dient per kritische onzekerheid meer duiding te bestaan over de externe krachten die van invloed zijn en dient een schets gemaakt te worden van de mogelijke ontwikkeling van een kritische onzekerheid richting 2050.

Grote taalmodellen (LLMs) zijn geavanceerde AI-systemen die zijn getraind op basis van enorme hoeveelheden tekst om menselijke taal te begrijpen, te interpreteren en te genereren. Ze maken gebruik van zelfgestuurd machine learning en neurale netwerken om de context van woorden te verwerken en te begrijpen, zodat ze taken kunnen uitvoeren zoals vragen beantwoorden, tekst samenvatten en inhoud schrijven. Een groot taalmodel is een taalmodel dat zich onderscheidt doordat het voor algemene doeleinden tekst kan genereren, zogenaamde generatieve kunstmatige intelligentie.

LLMs zijn krachtige tools om op basis van grote hoeveelheden tekst een indruk te krijgen van een bepaald onderwerp en daarmee in dit geval extra informatie te krijgen over de betreffende kritieke onzekerheden. Zo is de binnen MARIN beschikbare Microsoft tool Copilot gebruikt om door

afgeschermd en openbare bronnen te zoeken naar relevante informatie. Om de kwaliteit van de antwoorden te bewaken is een zoekprotocol meegegeven, zaken die hier onder andere in worden bewaakt:

- Rekening houden met de richtlijnen voor verantwoord AI zoals die internationaal en in de EU worden gehanteerd, o.a. in de EU AI Act, OECD- en UNESCO-richtlijnen;
- De context tijdens het gesprek in stand houden;
- Duiding van betrouwbare te raadplegen bronnen (o.a. websites PBL.nl, McKinsey.com, Itf-oecd.org, open.rijkswaterstaat.nl, portofrotterdam.com, etc.);
- De opdracht om bij de gegeven antwoorden bronvermeldingen op te nemen.

De LLMs zijn gebruikt voor een beter zicht op de externe krachten achter de kritieke onzekerheden echter de uitkomst hiervan is uiteindelijk maar beperkt gebruikt in deze studie. De genoemde krachten in Hoofdstuk 3 zijn gebaseerd op de uitkomsten van de Delphi met enkele aanvullingen vanuit het projectteam. De reden hiervoor is dat de externe krachten slechts gebruikt zijn als consistentie controle van de scenario's en daardoor een bijrol vervullen omdat de consistentie ook is beoordeeld door de betrokken experts.

De LLMs zijn gebruikt om cijfers en trends in beeld te brengen voor specifieke deelontwikkelingen zoals bijvoorbeeld de ontwikkeling van de containerhandel mondiaal en voor specifieke havens. Dit is gebruikt om de uitkomst van de eerste Delphi ronde aan te vullen en te concretiseren waar wenselijk.

3.4 Delphi studie

De Delphi methode is een bekende methode binnen toekomstonderzoek. Het doel is een nauwkeurige toekomstvoorspelling te doen op basis van deskundigenoordelen. Het onderzoek heeft anoniem plaatsgevonden in twee rondes van digitale vragenlijsten. De resultaten waar geen consensus over was in de eerste ronde, zijn in een tweede ronde aan dezelfde deskundigen gepresenteerd met de vraag of zij hun oordeel willen toelichten of bijstellen. De resultaten geven vaak een goede indicatie van de uitersten van een ontwikkeling en hoe groot de impact zal zijn. Daarnaast levert het een gedragen nulmeting op.

Voor elk van de acht kritieke onzekerheden is een groep experts samengesteld met kennis van het betreffende onderwerp.

Eerste Delphi uitvraag

De vragen in de eerste ronde komen beknopt op het volgende weer:

- Het in beeld brengen van de externe krachten die van invloed zijn op de kritische onzekerheid, waarbij wordt doorgevraagd over:
 - de impact van de externe kracht op de kritische onzekerheid [zeer kleine impact / kleine impact / gemiddeld / hoge impact / zeer hoge impact];
 - de kans dat de ontwikkeling van de externe kracht zich doorzet tot aan 2050 [zeer kleine kans – klein – gemiddeld – groot – zeer grote kans].
- Het in beeld brengen van de verwachte ontwikkeling van de kritische onzekerheid tot aan 2050:
 - als deze in eenzelfde tempo zich doorontwikkeld, zijnde de nul situatie;
 - als deze maximaal toeneemt;
 - als deze maximaal afneemt.

Ter illustratie bij het laatstgenoemde punt was de vraagstelling aan de deelnemers aan het onderdeel niet-nautische functies: 'Stel u vliegt of vaart over de Noordzee van 2050 en het ruimtegebruik voor

niet-nautische functies is maximaal afgenomen, wat ziet u dan? Wat is anders dan nu? Hier wordt dus gevraagd naar een omschrijving van de Noordzee onder deze uiterst extreme omstandigheden.'

Tweede en laatste Delphi uitvraag

De vragen in de tweede ronde komen beknopt op het volgende weer:

- Weergave van de genoemde externe krachten uit de eerste ronde die het meest zijn genoemd als impactrijk. Voor elk van deze genoemde externe krachten zijn twee vragen gesteld:
 - Bij deze externe kracht schatten de meeste mensen de impact in als [...]. Hoe beoordeelt u op basis van deze informatie de impact nu? [zeer kleine impact – kleine impact – gemiddeld – hoge impact – zeer hoge impact];
 - Bij deze externe kracht schatten de meeste mensen de kans dat het zich doorzet in als [...]. Hoe beoordeelt u op basis van deze informatie de kans nu? [zeer kleine kans – klein – gemiddeld – groot – zeer grote kans].
- In de vorige ronde is naar voren gekomen dat de Noordzee er als volgt uitziet in 2050 als de ontwikkeling (van de kritische onzekerheid) zich met dezelfde snelheid doorzet [...]
 - Heeft u hier aanvullingen op? Mist er nog niets?
 - Is er een element dat u uit de beschrijving zou willen halen (bijvoorbeeld omdat u het als niet realistisch inschat)?
- In de vorige ronde is naar voren gekomen dat de Noordzee er als volgt uitziet in 2050 als de ontwikkeling (van de kritische onzekerheid) maximaal toeneemt [...]
 - Heeft u hier aanvullingen op? Mist er nog niets?
 - Is er een element dat u uit de beschrijving zou willen halen (bijvoorbeeld omdat u het als niet realistisch inschat)?
- In de vorige ronde is naar voren gekomen dat de Noordzee er als volgt uitziet in 2050 als de ontwikkeling (van de kritische onzekerheid) maximaal afneemt [...]
 - Heeft u hier aanvullingen op? Mist er nog niets?
 - Is er een element dat u uit de beschrijving zou willen halen (bijvoorbeeld omdat u het als niet realistisch inschat)?
- Hoe voorspelbaar is het hoe de kritische onzekerheid zich ontwikkelt? [zeer slecht voorspelbaar – slecht voorspelbaar – gemiddeld voorspelbaar – goed voorspelbaar – zeer goed voorspelbaar]
- Welke kant verwacht u dat het opgaat? Op een schaal van één (scenario maximale afname) tot negen (scenario maximale toename), hoe verwacht u dat de Noordzee eruit zal zien in 2050?

Nul situatie

De nulsituatie is uitgevraagd in de Delphi studie om het contrast tussen verwachte ontwikkeling en de extreme uitersten in beeld te hebben. De nulsituatie is uiteindelijk niet gebruikt bij het opstellen van de scenario's vanwege de gevolgde methodiek waarbij de deelnemers aan de scenario-workshop is gevraagd om de mate van ontwikkeling van de kritische onzekerheid in te schalen aan hand van het gekozen scenario assenkruis, zie hiervoor de meer uitgebreide toelichting in paragraaf 4.2.

Consultaties n.a.v. de Delphi resultaten

Voor de kritieke onzekerheden waar de respons op de tweede ronde beperkt was zijn achteraf aanvullende consultaties uitgevoerd om te borgen dat de geschetste uitersten de nodige waarschijnlijkheid hebben en niet te speculatief zijn.

3.5 Beoordeling relevantie kritieke onzekerheden

Op basis van het onderzoek uit 2024 [Ref 8.] en de expertise van het projectteam is de relevantie en daarmee invloed van de geselecteerde kritieke onzekerheden op de nautische veiligheid op de Noordzee voldoende geborgd.

Vanuit de Delphi resultaten zouden kanttekeningen gezet kunnen bij de mate van onzekerheid van niet-nautische ontwikkelingen. Gezien echter de behoorlijke bandbreedte aan mogelijke afname van deze niet-nautische ontwikkelingen, zoals geschetst door de experts, is deze ontwikkeling als voldoende onzeker ingeschat om mee te worden genomen binnen de scenario ontwikkeling. Te meer omdat niet-nautische functies (zoals windparken op zee) een dermate groot effect hebben op de nautische veiligheid op de Noordzee dat het zeer wenselijk wordt geacht om deze in de scenario's een plek te geven.

De staat van de vloot wordt vanuit het Delphi onderzoek ingeschat als gemiddeld tot goed voorspelbaar. Toch is er uiteindelijk voor gekozen om deze ontwikkeling wel mee te nemen in het scenario maakproces ter verificatie en volledigheid. Hierdoor kan worden bezien of de nautische experts deze ontwikkeling eveneens als voorspelbaar opvatten. Dit laatste bleek inderdaad het geval, de zorgen die er zijn over de staat van de vloot zijn marginaal en komen ook al wel bij de andere kritieke onzekerheden naar voren, zoals bijvoorbeeld de slecht onderhouden schaduwvloot bij security dreigingen. Hierdoor wordt op dit moment de staat van de vloot niet als kritieke onzekerheid gezien en als zodanig onderdeel van de scenario's.

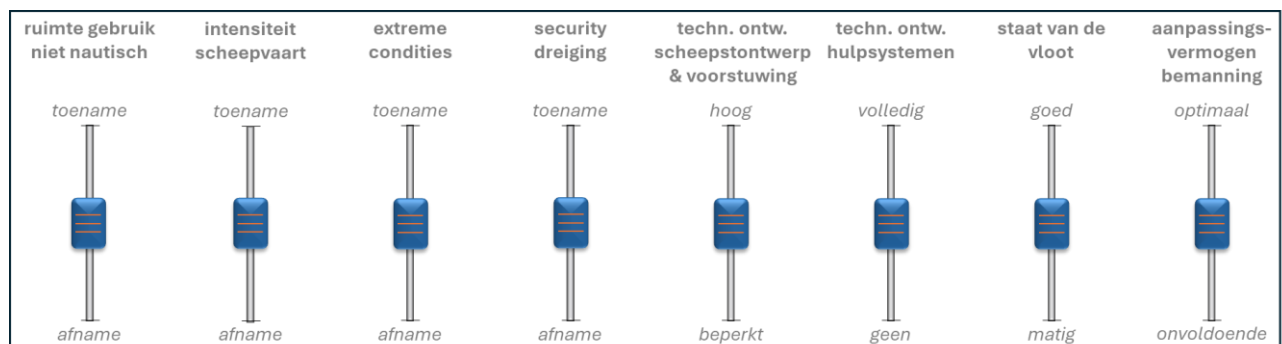
4 UITWERKEN SCENARIO'S SCHEEPVAARTVEILIGHEID (FASE 3)

Het maken en uitwerken van de scenario's is gedaan door een morfologische methode te combineren met een assenkruis, zijnde het ordenende principe, en expert participatie. Het proces om te komen tot de scenario's wordt toegelicht in deze sectie.

4.1 Morfologische methode

De morfologische methode is reeds in de jaren '60 van de vorige eeuw voorgesteld ten behoeve van het verkennen van alle mogelijke oplossingen van een multidimensionaal en niet-kwantificeerbaar probleem [Ref 2.]. Sindsdien is het door verschillende onderzoekers gebruikt voor ontwikkeling van toekomstscenario's. Met behulp van de morfologische methode kunnen verschillende elementen en dimensies van een systeem worden onderscheiden waarmee ruwe scenario's kunnen worden ontwikkeld [Ref 2.].

Vanuit de studie naar risico-ontwikkelingen op de Noordzee [Ref 8.] blijkt dat meerdere actuele ontwikkelingen van invloed zijn op het nautische risiconiveau van de Noordzee en daarmee van belang om meegenomen te worden in deze scenariostudie, zie ook de toelichting in paragraaf 3.1. Een scenario analyse op basis van twee kritieke onzekerheden volstaat daarmee niet, daarmee wordt geen recht gedaan aan de complexiteit van het nautische systeem op de Noordzee. De morfologische methode biedt ruimte om meerdere kritieke onzekerheden mee te nemen en biedt tevens ruimte om in te gaan op de complexe samenhang tussen de verschillende ontwikkelingen. De morfologische methode kan gerepresenteerd worden als zijnde een mengpaneel, zie Figuur 4-1 met de acht kritieke onzekerheden. De posities waarin de schuifknoppen kunnen staan, zijn de waarden/uitingsvormen die de kritieke onzekerheden kunnen aannemen. Een scenario is dan de specifieke combinatie van de posities van de schuifknoppen op het mengpaneel.



Figuur 4-1 Mengpaneel representatie van de morfologische analyse

4.2 Assenkruis – scheepvaartveiligheid

De meest overzichtelijke manier om scenario's te ontwikkelen is door middel van het opstellen van een assenkruis. In een assenkruis worden doorgaans de twee meest belangrijkste onzekerheden, met vier mogelijke uitersten, tegenover elkaar gezet. Zo ontstaan vier verschillende scenario's. Het assenkruis dient als raamwerk of bouwsteiger voor het schrijven van de scenario's.

In de hoofdonderzoeksvraag wordt gesproken van 'om het verkennen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen met een grote impact op de nautische veiligheid m.b.v. scenario's'. Of wel de scenario's dienen veelzeggend te zijn voor het nautische veiligheidsniveau. Op basis daarvan is de keuze gemaakt om scheepvaartveiligheid-scenario's te maken aan hand van het begrip risico, zijnde

kans maal gevolg. Het assenkruis ontstaat in dit geval door het begrip risico, zijnde kans maal gevolg, uit te zetten op twee assen waardoor vier risico-scenario's ontstaan, zie Figuur 5-4.

Met behulp van dit assenkruis wordt een beperkt aantal samenhangende doorsneden gemaakt uit de grote hoeveelheid mogelijke combinaties van kritieke onzekerheden (schuifjes op het mengpaneel), zie ook de volgende paragraaf 4.3.

Ook geeft dit assenkruis de mogelijkheid om de kritieke onzekerheden te benaderen vanuit een 'High impact, Low Probability' oogpunt zoals de OvV voorstelt. Namelijk het kwadrant 'Op wacht' vormt het scenario waarbij is nagedacht over hoe de samenstelling van kritieke onzekerheden kan leiden tot incidenten met een kleine kans van optreden maar met een grote impact.



Figuur 4-2 Assenkruis o.b.v. het begrip risico (risico = kans * gevolg)

In het assenkruis worden kansen en gevolgen van incidenten tegen elkaar uitgezet. Hierbij gaat het over scheepvaartveiligheid en daarmee nautische incidenten. Voorbeelden van nautische incidenten zijn schip-schip aanvaringen, schip-object aanvaringen, stranden, zinken, brand en explosie, spontaan romp falen en cargo ongelukken.

Vanuit een absolute benadering hebben de assen veel/weinig en lage/hoge kans een subjectief karakter en zouden daarmee om een normering vragen. Daarmee ontstaat echter een absolute risicobeoordeling en dat is niet wat met deze kwalitatieve exploratieve scenario's wordt beoogd. Wat wordt beoogd is een relatieve benadering van de verschillende kritieke onzekerheden ten opzichte van de geschetste uitersten en ten opzichte van elkaar. Daarmee worden de grenzen van de toekomstige nautische veiligheidsniveau op de Noordzee verkend.

Deze benadering dient het gesprek over de verschillende uitingsvormen/ontwikkelingen van de kritieke onzekerheden. Daarnaast bieden de uiteindelijke scenario's wel handvatten om meer toegepaste (kwantitatieve) risicoanalyses uit te voeren.

Tijdens de workshops en overleggen met het projectteam bestond bij enkele deelnemers echter wel behoefte aan meer uitlijning van belevingen, vooral ten aanzien van gevolgschade. Dit leidde tot vragen als: 'vinden we een incident met een klein schip waarbij een dode valt nu iets voor de veel of weinig gevolgschade kant?'. Om deze reden is qua gevolgschade wel enige duiding gegeven tijdens het scenario maakproces, zie Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Indicatieve tweedeling gevolgschade

<u>Schade per incident</u>	<u>Weinig gevolgschade</u>	<u>Veel gevolgschade</u>
Veiligheid, gezondheid en maatschappij	Minder dan 10 ernstig gewonden – geen doden	Meer dan 10 ernstig gewonden – een of meer doden
Milieu	Lokale verstoring – volledige herstelmogelijkheden flora en fauna binnen enkele jaren	Regionale verstoring of groter – geen volledige herstelmogelijkheden of herstel duurt langer dan enkele jaren
Economische schade voor RWS en eigenaar	Materiele schade minder dan 15mln	Materiele schade meer dan 15mln
Stremming	Volledige stremming vaargeul minder dan 1 dag	Volledige stremming vaargeul langer dan 1 dag

4.3 Combinatie morfologisch veld en assenkruis als ordenend principe

De morfologische methode biedt in zichzelf geen handvatten om te komen tot een beperkte selectie van scenario's. Zoals gesteld in paragraaf 4.1 is een scenario de specifieke combinatie van de posities van de schuifknoppen op het mengpaneel. Met acht kritieke onzekerheden en de brede range aan mogelijke posities van de schuifknoppen, maakt dat er veel mogelijke scenario's te onderscheiden zijn.

Om deze reden is een assenkruis toegepast als ordenend principe bij de morfologie methode. Het assenkruis maakt het mogelijk om per kwadrant te komen tot een beoordeling van een consistente samenstelling van gecombineerde kritieke onzekerheden, en wordt om deze reden als ordenend principe aangemerkt.

Een andere reden voor toepassing van het assenkruis is dat hierdoor enkele validatiecriteria worden gecontroleerd, namelijk het contrast tussen de scenario's en het nut/relevantie van de scenario's.

De interne consistentie van de scenario's wordt niet vanzelf geborgd door de toepassing van dit ordenend principe. De coherentie in de externe krachten achter elke kritische onzekerheid is achteraf getoetst, zie ook paragraaf 6 over de kwaliteitsborging van de scenario's.

De integratie van het morfologische veld en het ordenende principe heeft plaatsgevonden in de eerste workshop met experts en belanghebbenden. De experts zijn gevraagd om te komen tot een instelling van het mengpaneel per scenario (kwadrant in het assenkruis), zie ook de toelichting op dit proces in de volgende paragraaf 4.4.

4.4 Expert participatie – eerste workshop nautische experts

Het actief bij het scenariovormingsproces betrekken van experts kan bijdragen in het vergaren van inzichten, vergroten van de creativiteit, toetsen van de resultaten en betere verspreiding van de resultaten [Ref 1.]. Om deze reden is ervoor gekozen om de scenario's te laten maken door nautische experts binnen het scheepvaartveiligheidsdomein (zie ook de toelichting onder '*Beoogde doelgroepen*' in paragraaf 2.3) en hen daarbij methodisch te begeleiden. Deze workshop is methodisch voorbereid en begeleid door Futureconsult, het projectteam was aanwezig voor inhoudelijke ondersteuning (zie ook paragraaf 2.2).

Een aantal dagen voorafgaand aan de workshop zijn de uitgewerkte kritieke onzekerheden gedeeld met de deelnemers. Tijdens de introductie van de workshop heeft Futureconsult de deelnemers meegenomen in foresight en scenario denken, in het algemeen en binnen deze studie.

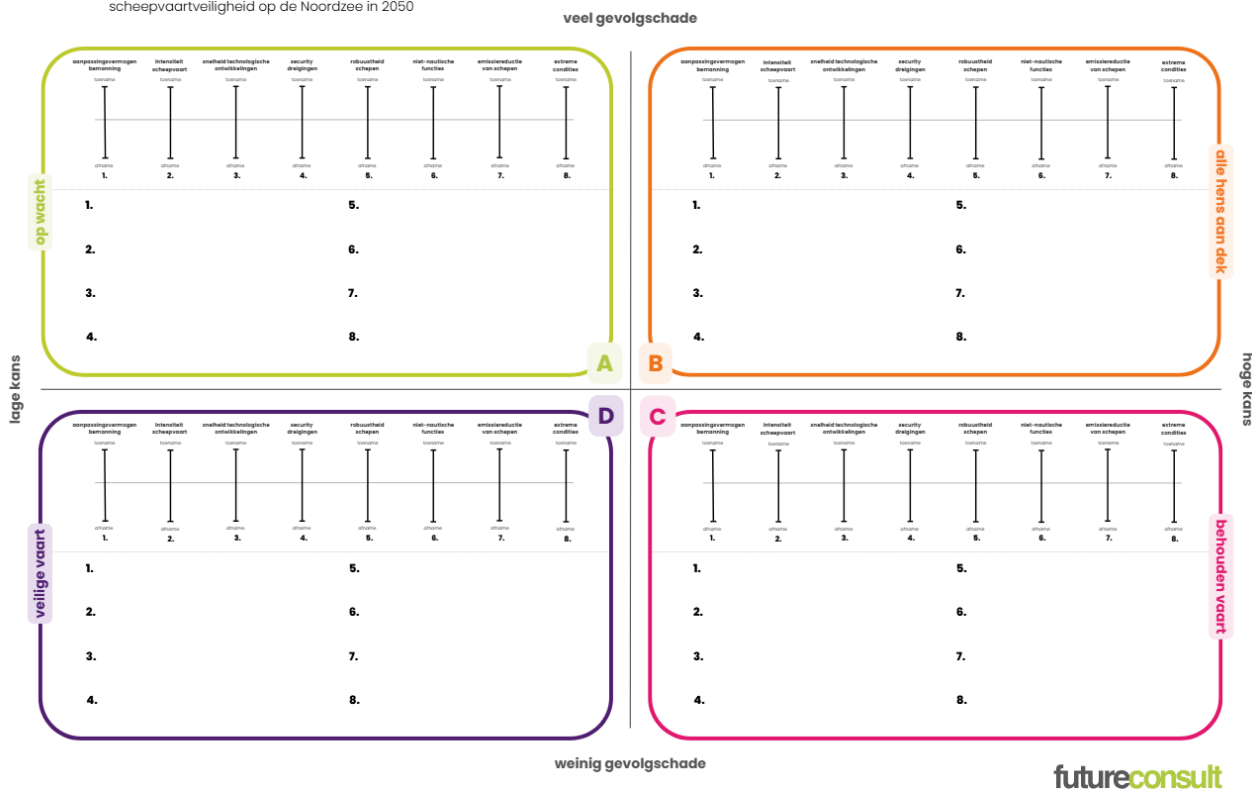
Tijdens deze workshop is gebruik gemaakt van de moderatiemethode. De deelnemers van een workshop zijn in meerdere subgroepen van 5 tot 6 personen verdeeld. Deze subgroepen krijgen dezelfde vraag die ze op een werkvel van A0 formaat moeten uitwerken (zie Figuur 4-3). De opdrachten zijn door de moderatoren van te voren uitgelegd, maar de werkbladen zijn ook zo vormgegeven dat het voor iedereen duidelijk is wat er verwacht wordt. De subgroepen gaan hierover in gesprek. Welke antwoorden komen overeen en waar zitten de verschillen? Als er verschillen zijn, wordt gekeken naar de achtergrond van de verschillen. Discussies in de workshops vinden plaats met inachtneming van de Chatham House Rules: wat er besproken wordt zal vertrouwelijk worden behandeld. Bovendien hanteren de moderatoren de uitgangspunten van Deep Democracy waardoor ook minder breed gedeelde meningen en tegenstellingen boven water kunnen worden gehaald. Voorbeelden van gehanteerde Deep Democracy uitgangspunten zijn dat alle inbreng ertoe doet, er gefocust wordt op de gehele groep en het horen van een ieder zijn/haar/hen bijdrage en de groepsleider faciliteert het proces maar blijft neutraal.



scenario's

scheepvaartveiligheid op de Noordzee in 2050

groep: _____



Figuur 4-3 Impressie A0 ten behoeve van het scenario's maakproces (eerste deel van de workshop)

De workshop bestond uit twee delen, namelijk scenario's maken en scenario's uitwerken. Tijdens het eerste deel 'scenario's maken' hebben de deelnemers in groepjes de parameters in het morfologisch veld besproken en ingevuld per kwadrant in het assenkruis met behulp van werkbladen. Op deze manier komen de hoofdlijnen van de scenario's op papier te staan.

Het doel van het tweede deel is om de scenario's meer verhalend en toekomstgericht te maken door middel van de implicatieboom methode. Hierbij wordt het basisscenario in het midden gezet en worden vervolgens de implicaties verkend van deze configuratie van parameters. Eerst verkennen de deelnemers de implicaties van de eerste orde – de directe implicaties van het scenario. Vervolgens werden de implicaties van de tweede orde onderzocht: wat zijn de implicaties van de implicaties? Door de implicaties mee te nemen in de scenario's zorgen we voor gelaagde en doordachte toekomstgerichte scenario's.

Dit tweede deel is later nog eens herhaald met het projectteam en een kleine afvaardiging van de groep experts. De reden hiervoor was dat tijdens de workshop uiteindelijk onvoldoende ruimte was, qua tijd en qua voldoende interpretatie van de resultaten uit het eerste deel, om de implicaties voldoende uit te werken.

4.5 Presentatie scenario's

Essays, dan wel de verhaallijn van de scenario's, bestaan uit een logisch samenhangende beschrijving van de belangrijkste ontwikkelingen die in het scenario plaatsvinden, de oorzaken daarvan en de effecten op het beleidsvraagstuk in kwestie [Ref 1.]. Essays worden met name toegepast bij de hier beoogde sterk exploratieve scenario's, die uiteenlopende visies op de toekomst belichamen [Ref 1.]. De essays zijn in eerste instantie geschreven door Futureconsult op basis van de input vanuit experts tijdens de eerste workshop. Op basis van eigen expertise en logisch redeneren van het projectteam zijn deze essays gecontroleerd en bijgeschaafd. Het resultaat hiervan is in een tweede workshop ter toetsing voorgelegd aan dezelfde groep experts.

5 TOETSEN SCENARIO'S EN DEFINIËREN HANDELINGSPERSPECTIEF (FASE 4)

Het doel van deze fase is het in kaart brengen van het handelingsperspectief dat voortvloeit uit de scenario's. In de hoofdvraag van deze studie is expliciet gemaakt dat de scenario's geschikt moeten zijn om als Rijksoverheid op te kunnen anticiperen. In deze fase zijn de scenario's opnieuw voorgelegd aan experts om hierop te reflecteren en in beeld te brengen wat het mogelijke handelingsperspectief is.

Net als bij de eerste workshop is tijdens deze workshop gebruik gemaakt van de moderatiemethode. De deelnemers aan de workshop zijn in meerdere subgroepen van 5 tot 6 personen verdeeld. Deze subgroepen krijgen dezelfde vraag die ze op een werkblad van A0 formaat moeten uitwerken.

Deze workshop is methodisch voorbereid en begeleid door Futureconsult, het projectteam was aanwezig voor inhoudelijke ondersteuning (zie ook paragraaf 2.2). Hoewel het merendeel van de deelnemers ook aan de eerste workshop heeft deelgenomen, heeft Futureconsult als introductie de deelnemers (opnieuw) meegenomen in foresight en scenario denken, in het algemeen en binnen deze studie.

5.1 Scenario toetsing – tweede workshop deel 1

Het doel van het eerste deel van de workshop is om de scenario's te toetsen bij de experts.

Dit is enerzijds gebeurd door elke groep te vragen om elk scenario op de volgende drie criteria te beoordelen (op een schaal van 1 t/m 10) welke zich in een trilemma tot elkaar verhouden:

- Radicaliteit: zet het scenario aan tot denken? Biedt het een andere kijk op de hedendaagse problemen?
- Plausibel: is het voorstelbaar dat het scenario binnen de gegeven periode realiteit kan worden?
- Relevant: geeft het scenario de inzichten die je op basis van de hoofdonderzoeksvraag zou verwachten?

Goede scenario's voldoen aan drie criteria die zich in een trilemma tot elkaar verhouden, scenario's moeten zowel radicaal zijn, als plausibel, als relevant [Ref 5.]. Tussen die vereisten zit een zekere spanning. Een heel geloofwaardig scenario zal niet erg verrassend zijn, omdat het niet buiten de gebaande denkkaders treedt. Een zeer radicaal scenario dat een volstrekt nieuwe wereld schetst, heeft weinig relevantie voor mensen die de problemen van vandaag en morgen moeten oplossen. Een heel plausibel scenario is zo weinig verrassend dat niemand er wakker van ligt [Ref 5.]. Hoe de scenario's scoren op deze drie criteria is opgenomen in paragraaf 6.

Het toetsen van de scenario's door de deelnemers heeft als doel om een indicatie te krijgen hoe de deelnemers naar de scenario's kijken: zijn de scenario's geschikt voor de huidige exercitie? Bij het toetsen van de scenario's gaat het om de set van scenario's als geheel: er is altijd een scenario dat radicaler is dan de andere en een scenario dat meer op de huidige situatie lijkt. Scenario's schetsen immers verschillende mogelijke toekomsten waarvan de één misschien waarschijnlijker is dan de ander [Ref 5.]. Het streven is echter wel om ervoor te zorgen dat de scenario's gelijkwaardig zijn, in de zin dat ze als ongeveer even plausibel, radicaal en relevant worden ervaren.

Naast de toetsing aan hand van de drie genoemde criteria zijn een aantal open vragen gesteld die in groepsverband zijn beantwoord:

- Zou dit scenario zich zo kunnen voordoen, is het denkbaar? Waarom wel of niet, of op welke onderdelen wel of niet?

- Gelet op de samenhang van het scenario, ontbreekt er iets in dit scenario? Zitten er blinde vlekken in?
- Wat zijn huidige of toekomstige indicatoren die aangeven dat we ons richting dit scenario bewegen?
- Hebben jullie nog andere opmerkingen over dit scenario?

De reacties op de eerste twee en laatste vraag zijn besproken in het projectteam waarbij voor elke opmerking is bepaald of en op welke wijze we het scenario hierop willen aanpassen.

De vraag naar welke indicatoren er al te zien zijn in de richting van de verschillende scenario's, ook wel early warning signals genoemd, is helpend in het anticiperen op de verschillende mogelijke toekomst. Door het in beeld hebben kunnen de scenario's gemonitord worden. Dit is een opstapje naar het tweede deel van de workshop waarin is nagedacht over de mogelijke strategische opties per scenario, zie de volgende paragraaf 5.2.

5.2 Strategische opties - tweede workshop deel 2

Het doel van het tweede deel van de workshop is het in beeld brengen van het handelingsperspectief per scenario. Ofwel welke strategieën zijn per scenario mogelijk om risico's te mitigeren? Om deze te kunnen vertalen naar beleidsboodschappen: waar ligt de ruimte voor verschillende actoren om te handelen?

Het A0 dat de door de deelnemers wordt ingevuld bevat een tabel met aan de ene zijde de scenario's in oplopende volgorde qua risicoprofiel. Hierbij dient opgemerkt te worden dat scenario 'Op wacht' en 'Behouden vaart' een vergelijkbaar risicoprofiel hebben. Vervolgens dienen de deelnemers per scenario invulling te geven aan de volgende vragen:

- Welke mitigerende maatregelen zijn nodig om de kans op incidenten te verlagen?
- Welke mitigerende maatregelen zijn nodig om de gevolgschade van incidenten te beperken?
- Welke actoren zijn aan zet voor deze maatregelen?
- Welke aanvullende kennis is nodig ten aanzien van de kans op incidenten?
- Welke aanvullende kennis is nodig ten aanzien van de gevolgschade van incidenten?

Doordat de scenario's in oplopende volgorde staan qua risicoprofiel is het achterliggende idee van deze invuloefening dat maatregelen of ontbrekende kennis die worden genoemd bij het scenario met het laagste risicoprofiel, niet nog eens worden benoemd bij de overige scenario's. Tenzij het bijvoorbeeld een uitbreiding van deze maatregelen betreft.

De combinatie van indicatoren, maatregelen per scenario en ontbrekende kennis over de scenario's vormen de beleidsboodschappen op basis van de opgestelde scenario's.



strategische opties

Hoe kunnen we risico's mitigeren in de verschillende scenario's? Wat zijn de meest impactrijke maatregelen in elk scenario?

groep: _____

risicoprofiel		welke mitigerende maatregelen zijn nodig om de kans op incidenten te verkleinen?	welke mitigerende maatregelen zijn nodig om de gevolgschade te beperken?	welke actoren zijn aan zet voor deze maatregelen?	welke kennis is nodig om een goede inschatting te kunnen maken op de kans op incidenten?	welke kennis is nodig om de gevolgschade van incidenten te beperken en dit goed te kunnen inschatten?
lager	scenario A					
	scenario B					
gemiddeld	scenario D					
	scenario C					
hoogst						

futureconsult

Figuur 5-1 Impressie A0 ten behoeve van de beleidsboodschappen (tweede deel van de workshop)

6 KWALITEITSBORGING

Inhoudelijke borging

De op te stellen scenario's dienen te voldoen aan de volgende scenario validatie criteria [Ref 1.] [Ref 2.]:

- Plausibel: aannemelijk dat scenario zich kan voordoen;
- Consistentie: logische samenhang binnen een scenario;
- Nut/relevantie: voldoende specifiek, bijdragen aan inzichten in toekomst en helpend bij nemen van strategische beslissingen i.r.t. nautische veiligheid;
- Contrast: mate waarin scenario's verschillende richtingen verkennen;
- Vergelijkbaarheid: mate waarin de scenario's over hetzelfde vraagstuk/beleid/drijvend krachten gaan;
- Radicaliteit: heeft het scenario voldoende werfkracht? Zet het aan tot denken?

De eerste drie genoemde criteria verhouden zich tot elkaar in een trilemma [Ref 5.]. Op deze drie criteria zijn de scenario's getoetst in de tweede workshop, zie ook paragraaf 5.1. In dit geval scoren alleen scenario A en D niet op alle criteria voldoende. Deels is dit op basis van bepaalde zinnen/deelelementen van de scenario's, hierop zijn de scenario's naar aanleiding van deze feedback aangepast. Scenario A scoort niet zo hoog op plausibiliteit en relevantie. Vooral omdat dit scenario een erg effectieve mitigatie van mogelijke risico's illustreert waarvan erg onzeker is of dat haalbaar is, en het doel van de scenario's juist is om na te denken over mogelijke mitigerende maatregelen n.a.v. de scenario's.

Het contrast en de vergelijkbaarheid tussen de scenario's is geborgd door het toegepaste assenkruis waarmee de uitersten van het begrip 'scheepvaartveiligheidsrisico' in beeld worden gebracht en door morfologische analyse over acht kritieke onzekerheden, zie ook paragraaf 4.2 en paragraaf 4.3.

De interne consistentie is geborgd door in elk scenario de acht kritieke onzekerheden in andere verschijningsvormen terug te laten komen en te controleren dat externe krachten per kritische onzekerheid elkaar niet tegenwerken.

Procesmatige borging

Futureconsult is gevraagd het consultatieproces te begeleiden. Futureconsult heeft als bureau circa 30 jaar ervaring met het meenemen van experts en/of belanghebbenden in foresight, ofwel experts meenemen buiten bestaande denkkaders. De belangrijkste reden voor het betrekken van Futureconsult is dat deze ervaring onvoldoende aanwezig is binnen het projectteam.

Naast het betrekken van Futureconsult, heeft Ed Dammers (PBL) zich als wetenschappelijk scenarioplanning-expert beschikbaar gesteld om de (methodologische) kwaliteit van deze scenarioplanningsstudie te beoordelen. Dit op basis van het initiële beknopte onderzoeksvoorstel en op basis van de concept resultaten van de studie. Omdat deze studie een eerste toepassing van scenarioplanning binnen het scheepvaartveiligheidsdomein betreft, zijn de opmerkingen van de reviewcommissie meegenomen in de aanbevelingen bij dit rapport.

7 GELEERDE LESSEN

Een aandachtspunt bij de toegepaste methodiek is dat het een eerste toepassing is van scenarioplanning binnen het Nederlandse scheepvaartveiligheidsdomein. Dat betekent dat gedurende de studie sprake is geweest van een leercurve en voortschrijdende inzichten. Hier is zoveel mogelijk direct op geanticipeerd. Echter de reviews van de studie zijn nog de nodige aandachtspunten en aanbevelingen gekomen komen die van meerwaarde zijn bij herhaalde toepassing. Deze zijn hieronder benoemd.

Uit de evaluatie met het projectteam komt naar voren dat de beschikbare tijd voor het gehele traject als beperkt is ervaren. Dit geldt met name voor de periode van ruim een half jaar waarin zowel de Delphi als twee workshops zijn georganiseerd. Meer tijd had meer ruimte voor diepgang kunnen brengen en daarmee een gedetailleerder resultaat.

Voor het Delphi onderzoek naar de kritieke onzekerheden geldt dat voor sommige kritieke onzekerheden de respons beperkt was. Om deze reden is het Delphi onderzoek op drie onderwerpen aangevuld met consultaties, extern voor de scheepsexterne onzekerheden en MARIN intern als het gaat om scheepsinterne onzekerheden. Tevens is de indruk ontstaan dat de experts middels de Delphi het lastig vinden om radicaal te zijn en de speculatieve grens op te zoeken, dit heeft de radicaliteit van uitkomsten binnen deze studie beïnvloed. De aanbeveling is om bij toekomstige herhaalde toepassing eerst een basis te leggen van de uiterste mogelijkheden per kritieke onzekerheid. Dit door middel van een Delphi onderzoek, of een literatuurstudie al dan niet met behulp van een LLM, of een combinatie van beide. Om vervolgens deze basis van uiterste mogelijkheden per kritieke onzekerheid door middel van een aantal consultaties of een consultatie met meerdere experts te bevragen, te verifiëren en te radicaliseren.

Het scenario maakproces vroeg veel tijd, gesprek en afstemming doordat de bouwstenen nogal veelomvattend waren. Elke bouwsteen bestond uit verschillende deelelementen en er was geen expliciete kadering. Dat maakte ook dat deelelementen werden benoemd die niet relevant zijn voor de nautische veiligheid. Voor een herhaalde toepassing van deze studie zou worden voorgesteld om een extra laag schuifjes te gebruiken per bouwsteen. Daarmee worden mee te nemen deelelementen gelimiteerd en kunnen alleen deelelementen worden geselecteerd die voldoen aan de criteria voor kritische onzekerheden, namelijk voldoende relevant en onzeker. Deze aanpak vraagt wel extra aandacht voor borging van de compleetheid in ontwikkelingen zodat geen relevante ontwikkelingen worden gemist.

Voor het vormgeven van de scenario's en beleidsboodschappen is een grote diverse groep van nautische experts betrokken in de fysieke workshops, vierendertig (34) exclusief de teamleden. Het voorwerk door middel van de kritieke onzekerheden en de strakke methodische begeleiding leidde tot waardevolle gesprekken en input. Echter omdat de workshop binnen een afgebakend tijdslot plaatsvonden, werd de tijd tijdens de workshops als beperkt ervaren. Ook was er enige verscheidenheid in mate van inlezen en het overzien van de kritieke onzekerheden, waardoor redelijk wat tijd en aandacht is uitgegaan naar het juist plaatsen van opmerkingen. Zowel tijdens de workshops als in de verwerking van de workshops.

De workshops met nautische experts bestonden uit een goede mix van achtergronden en kennis. Echter de aanwezigen met praktijk ervaring waren vooral oudere heel ervaren personen. Voor de toekomstige workshop zou het van meerwaarde zijn als ook jongere praktijkmensen betrokken worden, mensen die in de toekomst op de Noordzee werken en nu aan het begin of halverwege hun carrière staan. Vooral voor ontwikkelingen met een hoog 'innovatie' gehalte worden jongere deelnemers als van toegevoegde waarde ingeschat.

Nu zijn twee workshops georganiseerd met een grote groep experts en adhoc nog een workshop met een kleine groep. De grote groep is van toegevoegde waarde voor het breed ophalen van input en het creëren van betrokkenheid. De uitwerking van de scenario's in een kleine groep is ervaren als dat daar meer focus, effectiviteit en diepgang werd bewerkstelligd. Voor herhaalde toepassing van deze studie wordt dan ook een combinatie van beide groepsgroottes voorgestaan.

Tijdens deze studie is de nullijn een aantal keer ter sprake gekomen. Het 'nu', de huidige situatie op de Noordzee, is het vertrekpunt naar 2050. Echter hoe we tot de huidige situatie zijn gekomen is niet expliciet geanalyseerd en meegegeven tijdens de workshops. Hiermee wordt mogelijk een lineaire bias in het denken voorkomen maar mogelijk worden ook lessen gemist. Het alsnog uitwerken van de ontwikkeling van de scheepvaartveiligheid op de Noordzee over de laatste decennia, kan behulpzaam zijn bij het nadenken over de beleidsboodschappen.

LITERATUURLIJST

- [Ref 1.] E. Dammers, S. van 't Klooster, B. de Wit, H. Hilderink, A. Petersen & W. Tuinstra
Scenario's maken voor milieu, natuur en ruimte: een handreiking
PBL, PBL-publicatienummer: 713, 2013
- [Ref 2.] M. Amer, T.U. Daim & A. Jetter
A review of scenario planning
Futures 46, 2013
- [Ref 3.] J. Oligvy
Scenario Planning and Strategic Forecasting
Stratfor, januari 2015
- [Ref 4.] E. Dammers, S. van 't Klooster, B. de Wit, H. Hilderink, A. Petersen & W. Tuinstra
Building scenarios for environmental, nature and spatial planning policy: Guidance Document
PBL, PBL-publicatienummer: 3434, 2019
- [Ref 5.] J. Nekkers
Wijzer in de toekomst – werken met toekomstscenario's
Februari 2020
- [Ref 6.] T. H. van der Meulen, T. Bastein, S. K. Swamy , N. Saraswati, J. Joustra (TU Delft)
Offshore windpark decommissioning – een oriëntatie van mogelijke economische activiteit
in de regio zuid-holland en het havengebied van Rotterdam
TNO, oktober 2020
- [Ref 7.] The Economist Group
Global Maritime Trends 2050
Lloyds Register, 2023
- [Ref 8.] N. Neuman, C. Jackson & A. Nap
Risico-ontwikkelingen en mitigatie
MARIN, 77000-2-MO-rev.0.2, december 2024
- [Ref 9.] G. Geilenkirchen, J. Harmsen, R. Verbeek, J. Faber, E. van den Toorn
KLIMAATNEUTRALE ZEESCHEEPVAART IN 2050 - Een verkenning van beelden en
paden daar naartoe
PBL i.s.m. TNO en CE Delft, PBL-publicatienummer: 5221, maart 2024

APPENDIX 3 VERSLAG WORKSHOP HANDELINGSPERSPECTIEF

Aan : **Projectteam**
Van : **Andries Nap**
CC :
Datum : **2026-05-27**

Project nr. : **77003.600**
Onderwerp : **Verslag – handelingsperspectief workshop 6 november 2025**

1 INLEIDING

In deze memo wordt verslag gelegd van het tweede deel van de workshop met nautische experts die op 6 november 2025 is gehouden. Dit deel van de workshop stond in het teken van het handelingsperspectief dat op basis van de scenario's is te definiëren. De workshop betreft een eerste inventarisatie en heeft daarom een nadere uitwerking. Het handelingsperspectief tijdens de workshop bestond met name uit ideeën voor mitigerende maatregelen en in te vullen kennisleemten, waarbij ook de genoemde relevante actoren worden gepresenteerd.

Het handelingsperspectief is opgebouwd over de vier scenario's, beginnende bij het scenario 'Veiligste vaart' met het laagste risicoprofiel, naar scenario's 'Op wacht' en 'Behouden vaart' met een gemiddeld risicoprofiel, naar het scenario 'Alle hens aan dek' met het hoogste risicoprofiel. De mitigerende maatregelen kunnen een invulling betreffen van dat wat al in de scenario's wordt voorzien dat zou gebeuren. Hoewel scenario 'Veiligste vaart' deels vorm krijgt door de effectiviteit van maatregelen werken ook alle autonome ontwikkelingen in dit scenario ten goede voor de scheepvaartveiligheid. Dit in tegenstelling tot de scenario's met een hoger risicoprofiel. Dit betekent dat veronderstelt mag worden dat voor de scenario's met een hoger risicoprofiel meer mitigerende maatregelen nodig zijn dan bij de scenario's met een lager risicoprofiel. Vandaar de opbouw in maatregelen over de scenario's, waarbij de maatregelen bij scenario 'Veiligste vaart' als minimale set kan worden beschouwd.

Vanuit de workshop bestaat een brede spreiding over welke maatregel in welk scenario urgent zou moeten zijn. In de uitwerking is ervoor gekozen om maatregelen niet dubbel te noemen, tenzij het een uitbreiding betreft van dezelfde maatregel, maar om de maatregel te presenteren bij het scenario waar de maatregel is genoemd en het laagste risicoprofiel heeft. Dit betekent echter dat het zwaartepunt van maatregelen naar de laagste risicoscenario's is geschoven binnen dit hoofdstuk en de prioritering van maatregelen nog afstemming en heroverweging heeft.

2 AANZET HANDELINGSPERSPECTIEF SCENARIO 'VEILIGSTE VAART'

2.1 Maatregelen gericht op het verkleinen van de kans op incidenten

De volgende maatregelen zijn genoemd bij scenario 'Veiligste vaart' om de kans op incidenten zo klein mogelijk te houden:

- Ten aanzien van de ruimtelijke ordening ten behoeve van de scheepvaartveiligheid (DGLM):
 - Zorg voor bredere bufferzones tussen verkeersscheidingstelsel en (gevoelige) infrastructuur, wijs gebieden aan als driftgebied via de IMO.
 - Europese afstemming ten aanzien van ruimtelijke planning en regels rondom infrastructuur.
- Ten aanzien van de coördinatie vanaf de wal:
 - Onderzoek de mogelijkheid om VTS ook buiten 12 mijl (VTM) in te zetten. Hiervoor is het nodig om het sensorennetwerk uit te breiden zodat incidenten op tijd gedetecteerd kunnen worden en effectief gecommuniceerd kan worden tijdens een noodtoestand.
 - Zorg ervoor dat alle 'zoute' VTS posten (Vlissingen, Rotterdam, Scheveningen, IJmuiden, Den Helder) een netwerk vormen en samenwerken. Gebruik lokale kennis om verder op zee te kunnen kijken. Als netwerk kun je een groter effect behalen. Hier is wel technologische innovatie voor nodig, anders zijn heel veel mensen nodig.
 - VTMon kan nog aan kracht winnen als ze schepen kunnen adviseren over waar op de Noordzee wat kan: waar is ruimte om te driften en waar kun je ankeren?
 - Breidt de verkeersbegeleiding/VTS uit voor kleine kruisende vaart, zoals de schepen die van en naar windparken op zee varen.
 - Stimuleer de ontwikkeling van (Noordzee)loodsen op afstand (LoA), dit bevordert de efficiëntie van loodsen (ze kunnen meerdere schepen tegelijk helpen en hebben geen reistijd naar een schip toe) en het is minder risicovol (doordat ze niet aan boord hoeven komen).
 - Voorzie meer en betere/gedetailleerdere hydro/meteo informatie en informeer schepen actief hierover zodat ze kunnen anticiperen. Dit kan door betere weersvoorspellingsmodellen en -systemen en meer hydro/meteo sensoren, bijvoorbeeld op windturbines.
- Ten aanzien van governance en samenwerking:
 - Zorg voor duidelijke governance en beleg de hele governance voor alles op de Noordzee bijvoorbeeld bij één persoon, zoals een minister van de Noordzee. Hierbij moet de scheepvaartveiligheid geborgd worden en moeten safety en security met elkaar worden afgestemd.
 - Investeer in een zeer vroeg stadium in Europese en/of bredere internationale samenwerking, waarin security en safety gecombineerd worden. Aan zet: de ministeries van IenW, Defensie en JenV.
 - Coördineer de inzet van verschillende partijen (KNRM, Kustwacht, samenwerking met JenV, veiligheidsregio's, etc.) en de maatregelen waar zij over beschikken, zodat optimaal resultaat behaald kan worden. Ook de schepen die in de buurt zijn ten tijde van een incident spelen een grote rol – het principe dat je altijd helpt als iemand in nood is op zee, is breed gedragen.
 - Regel afstemming tussen havens over de beslissing of een schip de zee op mag gaan bij slecht weer. Het is niet wenselijk als de ene haven besluit een schip de zee op te laten gaan en de volgende haven dit schip de haven niet binnen wil laten gaan vanwege het weer.
- Ten aanzien van Rijkswaterstaat taken:
 - Zorg ervoor dat er andere mogelijkheden zijn om positie te bepalen als de navigatiesystemen aan boord vallen. Voorbeelden zijn back-up

navigatiesystemen/methoden op het schip maar ook bakens, betonning en andere visuele hulpmiddelen op zee.

- Ten aanzien van IMO gemandateerde regelgeving:
 - Investeer in onderwijs, standaardiseer dat en verhoog de opleidingseisen van de bemanning. Aan zet hiervoor is de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) die dit kan aankaarten bij IMO. Meer specifiek genoemd:
 - Neem vermogen tot improviseren mee in de opleidingen van de bemanning. Om ervoor te zorgen dat de vele incidenten in dit scenario niet leiden tot grote gevolgen, moet de bemanning hier goed mee om kunnen gaan en moeten de eisen hoog zijn. Standaardiseren is niet mogelijk voor deze onvoorspelbare situaties dus zal de bemanning moeten kunnen improviseren.
 - Als er meer incidenten zijn en verschillende soorten incidenten, kan niet overal op getraind worden. Het is dan belangrijk om de weerbaarheid van de hele brug samen en iedereen aan boord te vergroten. Het klassieke veiligheidsdenken waarin alle risico's in kaart zijn gebracht, voldoet niet meer.
 - Omgang met toxische en explosieve brandstoffen.
 - Borg voldoende driftruimte voor schepen.
 - Zorg voor goede wet- en regelgeving bij de scheepsbouw van schepen die varen op andere brandstoffen en bij autonome schepen. Stel voorschriften op ten aanzien van batterijen aan boord om risico's te verkleinen en zet binnen de IMO in op veilig vervoer van brandstof. Zorg daarnaast ook voor meer inspecties om ervoor te zorgen dat aan de regels wordt voldaan. Aan zet: de klassebureaus, IMO en DGLM.
 - Zet in op strengere regels met name voor oude schepen t.o.v. snelle standaardisatie scheepssystemen en updates nautische kaarten.
- Zet in op handhaving:
 - Zorg daarnaast ook voor meer inspecties om te controleren of aan wet- en regelgeving wordt voldaan ten aanzien van varen op andere brandstoffen en bij autonome schepen. Aan zet: Nederlandse vlaggestaat als richtinggever aan de klassebureaus en ILT.

2.2 Maatregelen gericht op beperken van de gevolgschade

De volgende maatregelen zijn genoemd bij scenario 'Veiligste vaart' om de gevolgen bij incidenten zo veel mogelijk te beperken:

- Verbeter de noodhulp door (DGLM):
 - Meer reddingsschepen, dit kunnen Kustwacht/KNRM schepen zijn maar ook windparkexploitanten zouden bijvoorbeeld verplicht kunnen worden dat ze reddingsschepen moeten hebben.
 - Zorg voor voldoende SAR capaciteit en stimuleer innovatie van de SAR, bijvoorbeeld op het gebied van keten/samenwerking, techniek en drones. Aan zet: Kustwacht, kennisinstituten, KNRM.
 - Uitbreiding aantal ERTV's.
 - Vergroot de effectiviteit van noodsleephulp door inzet tow assist teams.
- Ten aanzien van IMO gemandateerde regelgeving
 - Verplicht schepen om in elk geval één winch voorop het schip op de noodstroom te hebben zitten, zodat de sleeptros makkelijker omhoog kan worden gehaald.

Ook kan bemanning een bijdrage leveren in het beperken van de gevolgschade. Daardoor is het in de vorige paragraaf 2.1 genoemde punt over het verhogen van de opleidingseisen via de IMO ook hier relevant.

2.3 In te vullen kennisleemten

De volgende kennisleemten zijn genoemd bij scenario 'Veiligste vaart' ten behoeve van de scheepvaartveiligheid:

- De effectiviteit van maatregelen in het algemeen en daarbij meer specifiek:
 - Kennis over toekomstige VTS (3.0) vormen/toepassingen;
 - Ten aanzien van SAR;
 - Mogelijke innovaties;
 - Aandacht voor regionale/lokale bijzonderheden dan wel toepassing;
- De impact van alternatieve energiedragers, zoals:
 - Gewijzigde procedures aan boord en technische uitdagingen in relatie tot mogelijke uitval van voortstuwing;
 - Kennis over verspreiding van chemicaliën bij (nautische) incidenten, spill forecasting modellen ontwikkelen;
 - Algemene bestrijdingskennis van verontreinigingen;
 - Incidentmanagement.
- Goede voorspellingen van scheepsbewegingen op basis van golfvoorspellingen ter ondersteuning van VTS/VTMon. Dit ligt (deels, wat betreft golfvoorspellingen) bij RWS.
- Een goed beeld van de dynamiek van de Noordzee, wat zijn de gevaarlijkste plekken?

Een benoemd aandachtspunt is dat data vanuit sensoren een belangrijke rol speelt bij het ontwikkelen van kennis. Bij een toekomst waarbij de infrastructuur op de Noordzee afneemt dient de dekking van de sensoren te worden geborgd.

3 (AANVULLEND) HANDELINGSPERSPECTIEF SCENARIO 'BEHOUDEN VAART'

3.1 Maatregelen gericht op het verkleinen van de kans op incidenten

De volgende aanvullende maatregelen (t.o.v. scenario 'Veiligste vaart') zijn genoemd bij scenario 'Behouden vaart' om de kans op incidenten zo klein mogelijk te houden:

- Ten aanzien van Nederlandse overheid gemandateerde regelgeving:
 - Zorg ervoor dat kabels in de zeebodem dieper liggen zodat schepen die voor anker daar geen risico voor vormen. Ruim oude kabels op en verdiep nieuwe, en voer hier betere regie op met het oog op scheepvaartveiligheid.
 - Zorg voor voldoende aanvaarbeschermingsmaatregelen (bedoeld wordt het vermijden van aanvaringen/drijvingen van schepen met windmolens en kritieke overige infrastructuur).
 - Zorg dat het hele beheer van de Noordzee bij één (internationale) instantie komt die ook hydro meteo informatie en cybersecurity doet en proactief van informatie kan voorzien. Dit is in principe VTS 3.0, maar zou eerder al gedaan kunnen worden door Eurocontrol.
 - Verhoog het opleidingsniveau van de recreatievaart.
 - Pas het beleid op het gebied van doorvaart aan: regel de doorvaartpassages strakker en intensiveer het toezicht hierop.
 - Uitbreiding aantal ERTV's.
 - Trainen veiligheidsketen op stressvolle situaties.
- Ten aanzien van verhogen effectiviteit walondersteuning:
 - Zorg ervoor dat driftende schepen vroeg herkend worden en dat er meer capaciteit is om in te grijpen bij driftende schepen. In dit scenario is namelijk weinig ruimte voor veilig kunnen drijven. Dit ligt bij de Kustwacht maar wellicht ook bij commerciële partijen.

- Ten aanzien van IMO gemandateerde regelgeving:
 - Breid de loodsplicht uit voor verder op zee (Noordzeeloods). Dit kan kapiteins helpen die varen tussen windmolenparken niet gewend zijn.
 - Laat schepen op manoeuvreersnelheid gebruik maken van (delen van) de NL EEZ.

3.2 Maatregelen gericht op beperken van de gevolgschade

De volgende aanvullende maatregelen (t.o.v. scenario 'Veiligste vaart') zijn genoemd bij scenario 'Behouden vaart' om de gevolgen bij incidenten zo veel mogelijk te beperken:

- Ten aanzien van Nederlandse overheid gemandateerde regelgeving:
 - Verhoog de standaard van zelfredzaamheid bij schepen voor windparken en medegebruik, tot op de hoogte van de olie- en gassector.
 - In het geval dat er een gaswolk of chemicaliënlek ontstaat door een incident op zee, zorg voor goed contact met veiligheidsregio's zodat mensen op land geëvacueerd kunnen worden indien nodig en zorg dat ervoor waterschermen (bluskanonnen) gezorgd kan worden om een gaswolk te verdunnen.
- Ten aanzien van IMO gemandateerde regelgeving:
 - Zorg ervoor dat (grote container)schepen meer ondersteuning hebben, dat ze beschikking hebben over data en ondersteunende software die adviezen geeft over de beste koers. Intenties delen is hier ook onderdeel van.

3.3 In te vullen kennisleemten

De volgende aanvullende kennisleemten (t.o.v. scenario 'Veiligste vaart') zijn genoemd bij scenario 'Behouden vaart' ten behoeve van de scheepvaartveiligheid:

- Nautische risicoanalyse als gevolg van cybersecurity dreigingen.
- Algoritme voor vroege driftdetectie.
- Andere technische oplossingen (o.a. met behulp van AI) ter voorkoming van incidenten.

4 (AANVULLEND) HANDELINGSPERSPECTIEF SCENARIO 'OP WACHT'

4.1 Maatregelen gericht op het verkleinen van de kans op incidenten

De volgende aanvullende maatregelen (t.o.v. scenario 'Veiligste vaart') zijn genoemd bij scenario 'Op wacht' om de kans op incidenten zo klein mogelijk te houden:

- Ten aanzien van Nederlandse overheid gemandateerde regelgeving:
 - Voorzie windturbines van 'breekbouten' ofwel een dusdanig constructie dat bij een incident contact een gondel altijd van het schip afvalt.
 - Zorg voor een verbeterd toezicht op (Rusische) schaduwvloot en zorg voor een strenger toelatingsbeleid inclusief security taskforce.
- Ten aanzien van IMO gemandateerde regelgeving:
 - Eis een lagere mogelijke maximum snelheid.
 - Zorg voor meer mandaat VTS, het route advies is te vrijblijvend. Breid de Dover Straits uit en maak dit Noordzee breed.

4.2 Maatregelen gericht op beperken van de gevolgschade

De volgende aanvullende maatregelen (t.o.v. scenario 'Veiligste vaart') zijn genoemd bij scenario 'Op wacht' om de gevolgen bij incidenten zo veel mogelijk te beperken:

- Ten aanzien van Nederlandse overheid gemandateerde regelgeving:

- Investeer in meer samenwerking en interactie tussen VTMon, VTS en ERTV.
- Adequater afhandeling incidenten door snellere berging schepen sneller beperken en opruimen verspreiding van olie en ander afval.
- Zorg voor manieren waarop waarneming vergroot kunnen worden, zoals drones.
- Meer interventiemogelijkheden van sleepboten, ook commerciële in opdracht van de staat.
- Ten aanzien van mogelijkheden NL havens:
 - Sturen op just-in-time verkeersstromen, dit kan ervoor zorgen dat verkeerspatronen eenvoudiger worden en efficiënter gevaren kan worden. Dit zorgt ook voor meer veiligheid doordat niet geankerd hoeft te worden of schepen op het VSS blijven 'hangen'.
- Ten aanzien van EU of IMO gemandateerde regelgeving:
 - Verbeter de regelgeving voor opslag en vervoer van nieuwe brandstoffen.
 - Controle op kwaliteit van opleidingen en trainingen (minimale STCW normen).

4.3 In te vullen kennisleemten

De volgende aanvullende kennisleemten (t.o.v. scenario 'Veiligste vaart') zijn genoemd bij scenario 'Op wacht' ten behoeve van de scheepvaartveiligheid:

- Met just-in-time ervoor zorgen dat verkeerspatronen eenvoudiger worden en efficiënter gevaren kan worden. Dit zorgt ook voor meer veiligheid. Aan zet: havens, reders, charteraars en bijbehorende belangenorganisaties.
- Kennis over bestrijding nucleaire incidenten .

5 (AANVULLEND) HANDELINGSPERSPECTIEF SCENARIO 'ALLE HENS AAN DEK'

5.1 Maatregelen gericht op het verkleinen van de kans op incidenten

De volgende aanvullende maatregelen (t.o.v. de andere scenario's) zijn genoemd bij scenario 'Alle hens aan dek' om de kans op incidenten zo klein mogelijk te houden:

- Ten aanzien van de ruimtelijke ordening ten behoeve van de scheepvaartveiligheid (DGLM):
 - Zorg voor ruimtelijke oplossingen bij kruisingen zodat schepen elkaar veilig kunnen passeren. Dit kan bijvoorbeeld door verbreding/meer ruimte VSS.
 - Zorg in de ruimtelijke ordening voor meer ruimte voor de scheepvaart, haal bijvoorbeeld rijen weg uit windparken of haal gehele windparken weg.
- Ten aanzien van de coördinatie vanaf de wal:
 - Zorg voor VTS systemen buiten de 12 mijlszone en zorg voor VTS begeleiding op de hele Noordzee, indien nodig op de meest extreme manier: dat schepen een route opgelegd krijgen.
- Ten aanzien IMO gemandateerde regelgeving:
 - Zorg voor maatregelen om complexe (aan boord) systemen beheersbaar te maken (bijvoorbeeld powermanagementsysteem) en verbeter de opleiding zodat de bemanning hier beter mee kan om gaan.
 - Standaardiseer systemen aan boord.

Een algemene gemaakte opmerking bij dit scenario is dat maatregelen nodig zijn die verder gaan dan wat via IMO mag of geregeld kan worden aangezien het maatregelen zijn die nergens anders ter wereld nodig zijn, behalve op de Noordzee. Wellicht kan er meer via de EU geregeld worden. In ieder geval is een sterke bestuurlijke en operationele internationale samenwerking binnen de EU gewenst. De hoeveelheid en ernst van incidenten in dit scenario kan niet door één land worden opgelost.

5.2 Maatregelen gericht op beperken van de gevolgschade

De volgende aanvullende maatregelen (t.o.v. de andere scenario's) zijn genoemd bij scenario 'Alle hens aan dek' om de gevolgen bij incidenten zo veel mogelijk te beperken:

- Verbeter de noodhulp door (DGLM):
 - Vergroot de reddingscapaciteit en het aantal incident response units.
 - Zoek ook voor meer internationale samenwerking van reddende eenheden.
 - Borg de medische behandeling van grote hoeveelheden slachtoffers, met name bij incidenten ver op zee, bijvoorbeeld bij windparken ver uit de kust of bij incidenten met cruiseschepen.
- Ten aanzien van overige Nederlandse overheid gemandateerde regelgeving:
 - Zorg voor mogelijkheden waarop de besturing vanaf wal overgenomen kan worden.
 - Onderzoek de mogelijkheid van strategisch geplaatste marine schepen, die een tweeledige taak hebben: GPS jamming voorkomen door te patrouilleren en als jamming wel plaatsvindt, schepen helpen hun weg te vinden.
- Leg sancties op aan partijen op basis van veiligheid (safety en security), stimuleer EU-integratie. Aan zet: VN, EU, G7 en het ministerie van Buitenlandse Zaken.

5.3 In te vullen kennisleemten

De volgende aanvullende kennisleemten (t.o.v. de andere scenario's) zijn genoemd bij scenario 'Alle hens aan dek' ten behoeve van de scheepvaartveiligheid:

- Kennis over fail-safe mogelijkheden voor AI aan boord
- Onderzoek de mogelijkheid van een 'wegenwacht' op zee.

6 RESUMÉ VERSLAG HANDELINGSPERSPECTIEF

Deze memo presenteert een eerste aanzet voor het handelingsperspectief gericht op het vergroten van de scheepvaartveiligheid op de Nederlandse Noordzee. De bevindingen zijn gebaseerd op de toekomstscenario's en input uit een workshop met nautische experts. Voor elk scenario – van Veiligste vaart (laagste risico) tot Alle hens aan dek (hoogste risico) – zijn maatregelen, kennisleemten en relevante actoren geïnventariseerd. De maatregelen richten zich zowel op het verkleinen van de kans op incidenten als op het beperken van gevolgschade wanneer incidenten zich voordoen.

In scenario's met een hoger risicoprofiel zijn meer en zwaardere mitigerende maatregelen noodzakelijk. De in dit document opgenomen maatregelen zijn daarom gepositioneerd bij het laagste scenario waarin zij genoemd zijn, maar de uiteindelijke prioritering vraagt nog om nadere afstemming. De onderwerpen variëren van ruimtelijke ordening, walgebaseerde coördinatie en governance tot regelgeving via de IMO, handhaving, SAR-capaciteit en technische innovaties.

Daarnaast zijn kennisleemten geïdentificeerd op onderwerpen zoals VTS-innovaties, effecten van alternatieve energiedragers, spill-forecasting, driftdetectie, cybersecurity-risico's en bestrijding van complexe incidenten. Voor elk scenario geldt dat het dichtbij van deze kennisleemten noodzakelijk is om passende maatregelen te kunnen onderbouwen.

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl
   