



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

RISICO-ONTWIKKELING EN MITIGATIE NOORDZEE

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

Opdrachtgever : Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Gerapporteerd door : N. Neuman, C. Jackson & A. Nap

Paraaf management :



Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.2	28 december 2024	Concept	Pieter de Graeff (MARIN), Johan de Jong (MARIN)
1.0	19 juni 2025	Definitief	Asher Boersma-Willkomm (ministerie van I&W, DGLM)

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 verstuurde 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 bevraagd 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 orde grootte.

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 gedeelde 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.

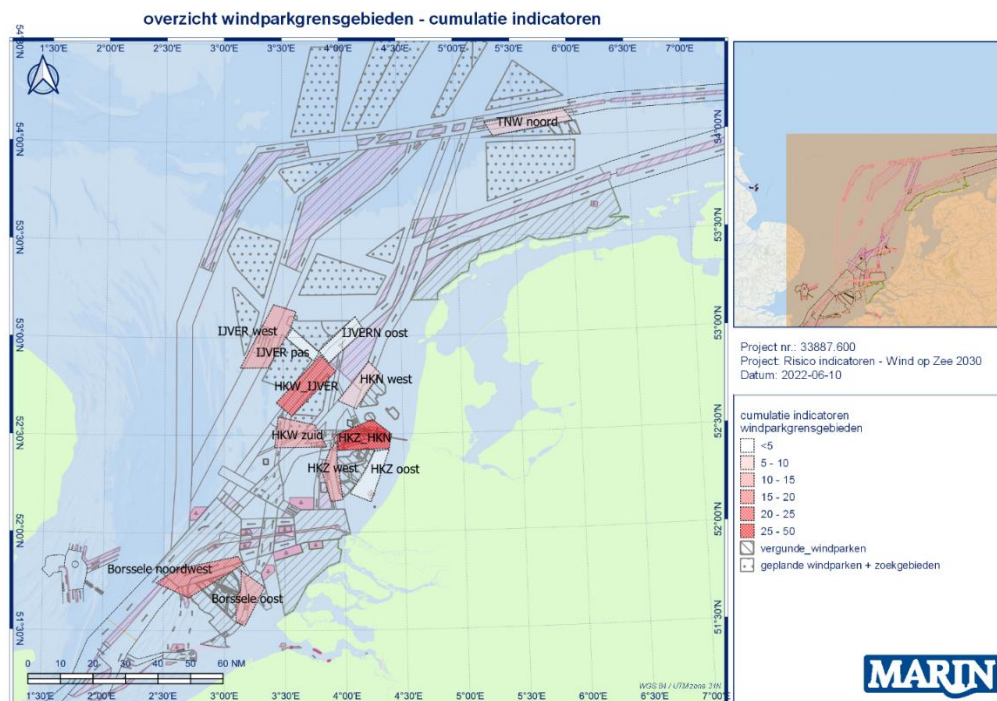
- De verplaatsing/intensivering van het scheepvaartverkeer vanuit en rond de randen van de windenergiegebieden, verhoogt het risicoprofiel van andere reeds bestaande platformen.
- Doorvaart van windparken door kleinere scheepvaart is een aandachtspunt omdat de nautische kennis en ervaring van deze schippers (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 scheepvaartrisico'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 dieselolie [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 vlammpunt, 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 werklast 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 werklast 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 (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>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).
- Windvoorstuwung (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].

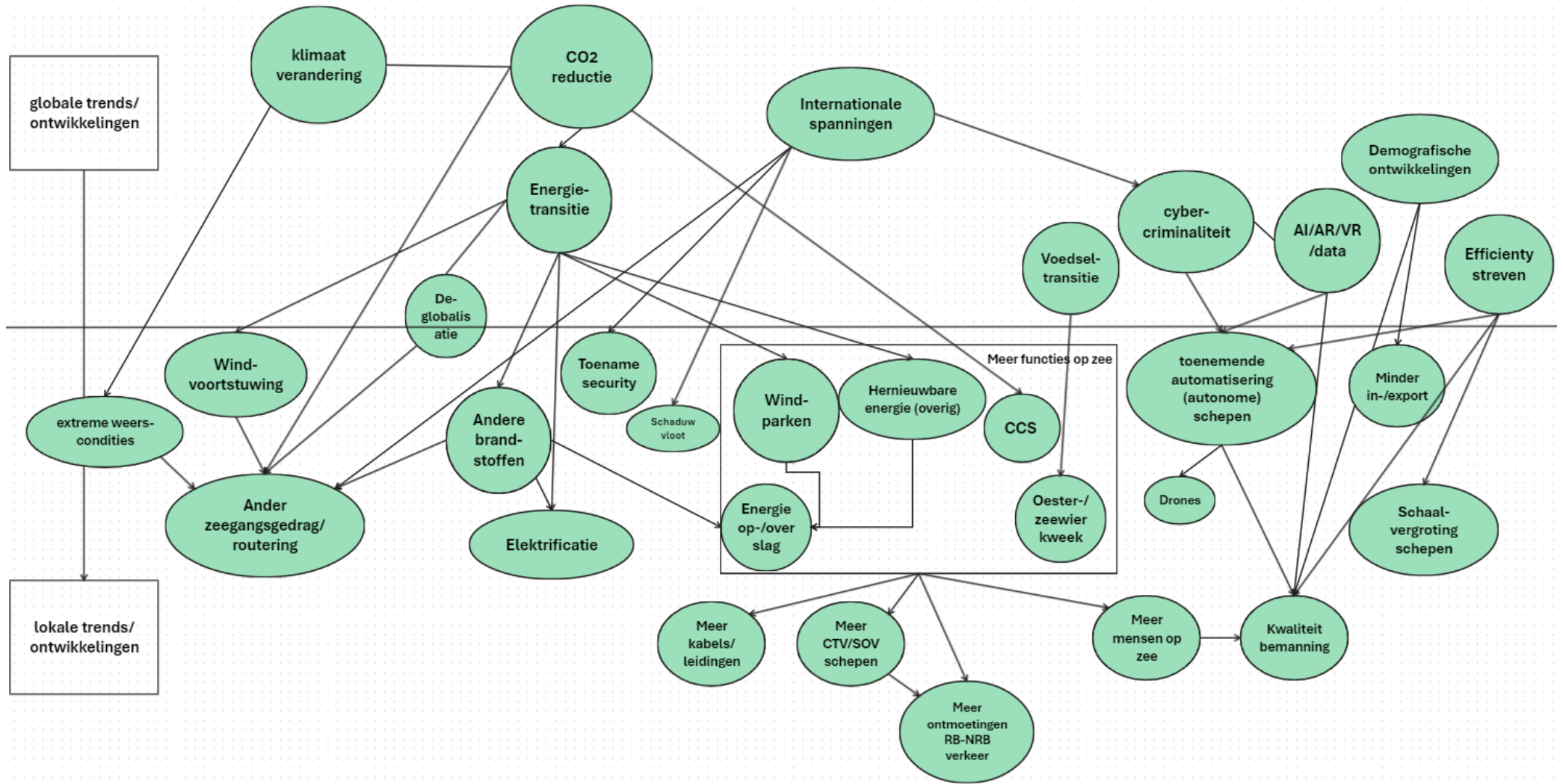
Intensiteit zeevaart

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:

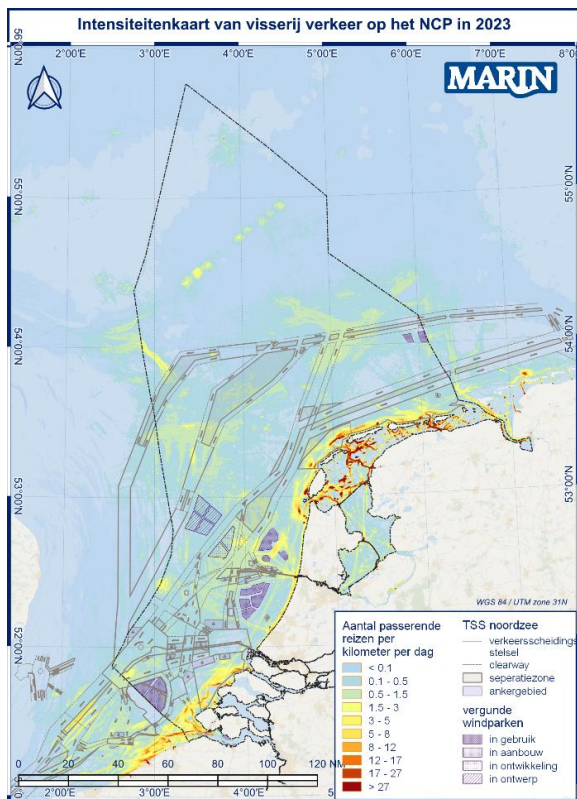
<i>Ontwikkeling:</i>	<i>Toename op de middellange termijn</i>
<i>Relevante (risico-)ontwikkelingen:</i>	<i>Losraken van systemen, toename scheepsbewegingen, ontwikkelingen als genoemd in paragraaf 0</i>

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

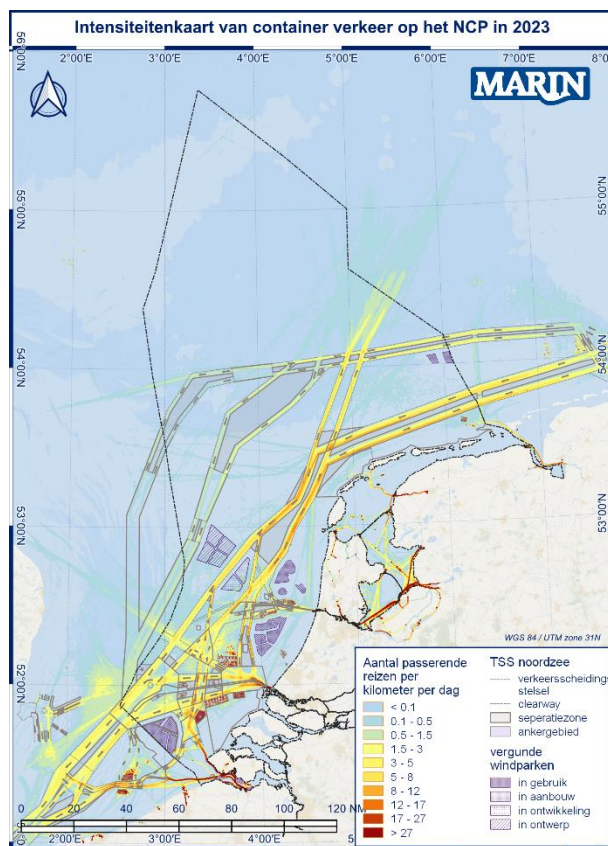
5.4 Gebruikersgroep: containervaart

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>

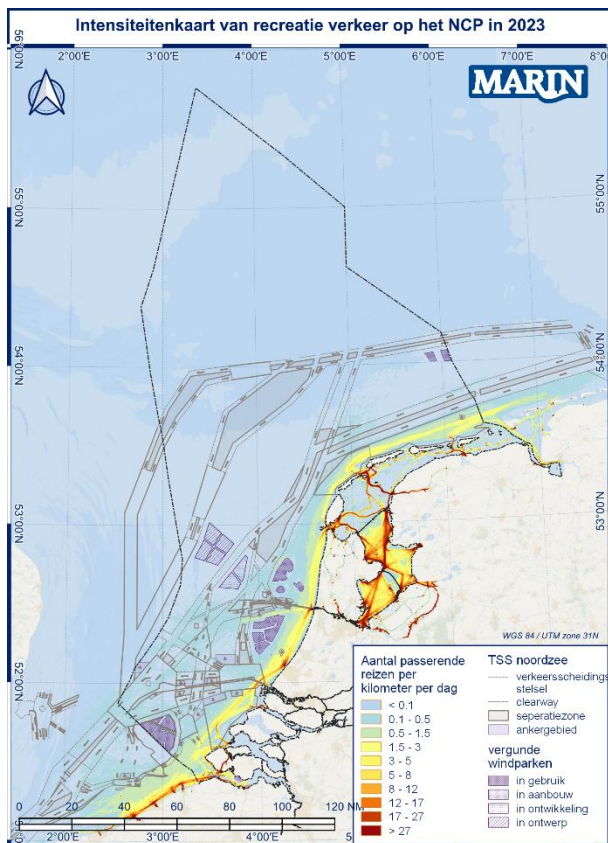
5.5 Gebruikersgroep: recreatievaart

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

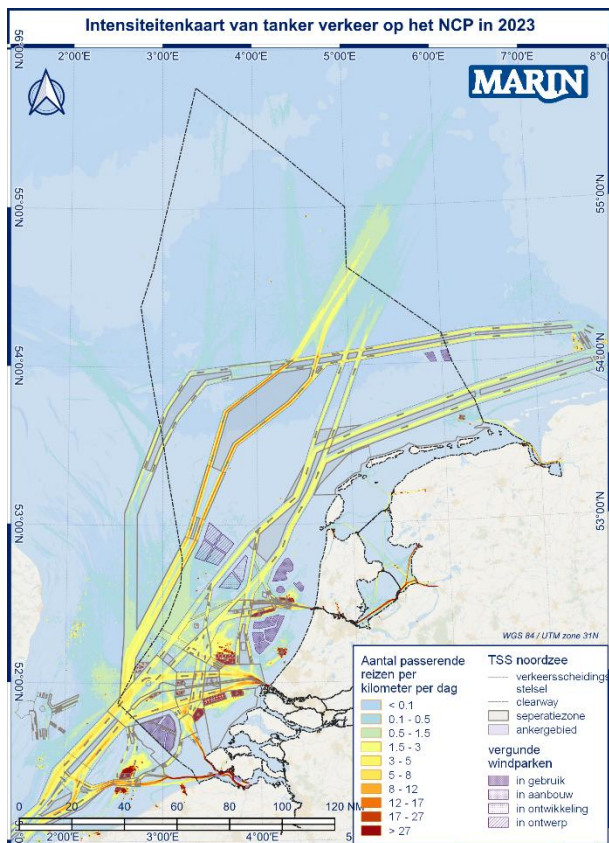
Het gebruik van de Noordzee van tankers is vergelijkbaar met het gebruik van de containervaart. Scheepsbewegingen concentreren zich op de VSS en de ankergebieden, met het verschil dat tankers meer gebruik maken van de diepwaterroutes (Figuur 5-4). Het aantal tankers op de Noordzee vertoont een stijgende 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 veroudert 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:

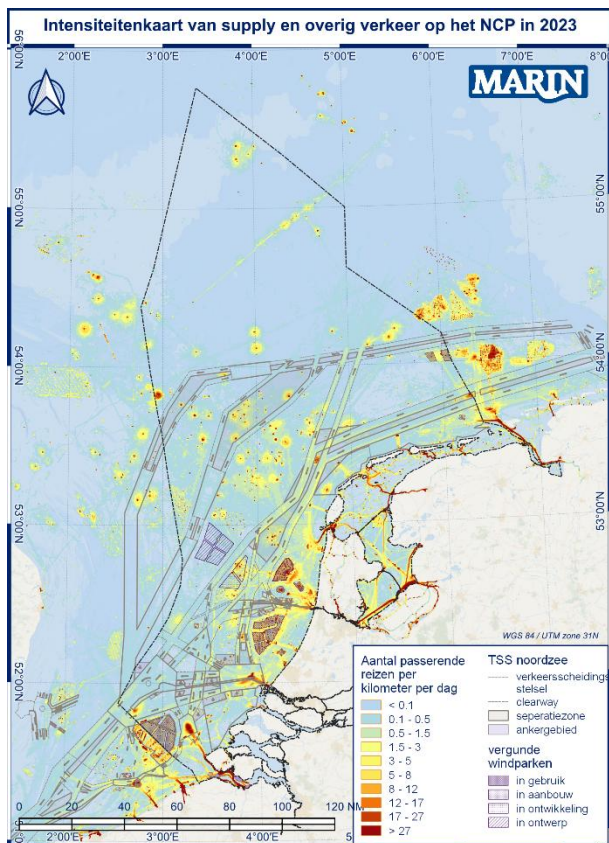
<i>Vlootontwikkeling:</i>	<i>Toename</i>
<i>Relevante (risico-)ontwikkelingen:</i>	<i>Bemanning, extreem weer, meer verkeer en mensen</i>

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.

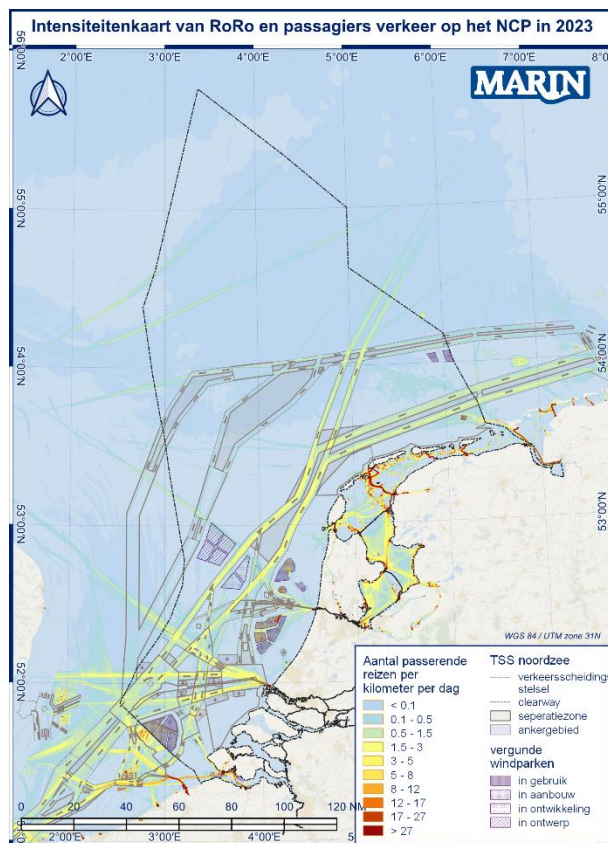
5.11 Gebruikersgroep: RoRo / Ferry's

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 voortstuwingsystemen (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

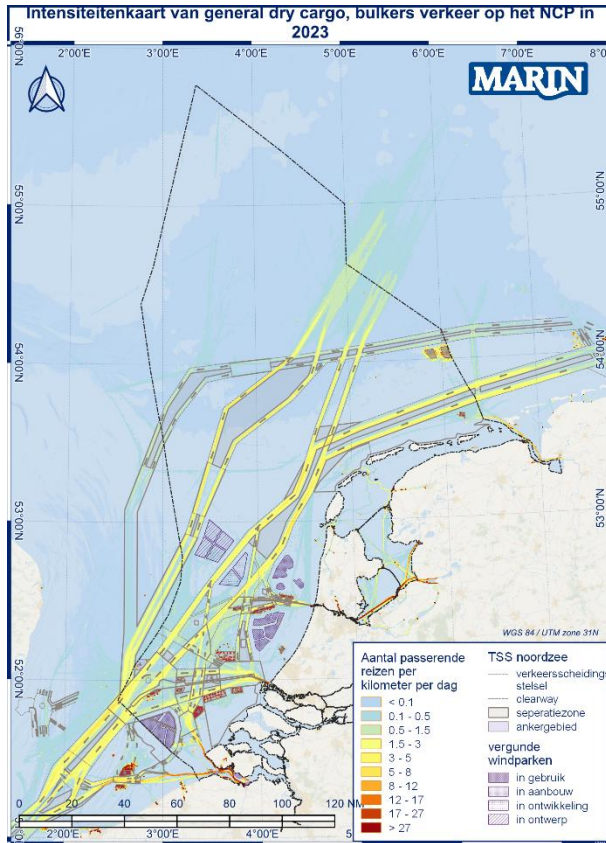
De gebruikersgroep general cargo (GDC) betreft alle schepen op de Noordzee die stukgoed vervoeren. Bulk carriers vervoeren bulk zoals erts en kolen. Vanuit GDC is geen respons verkregen op de verstuurde enquêtes, voor de gebruikersgroep bulkschepen slechts een.

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/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?

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

- 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

-
-
-

Mensen/Organisaties

- ***

Monitoren/Indicatoren/Onderzoek

-
-
-
-
-
-

Renewables

Contact personen: Erik-Jan de Ridder

Users	Current and Future Developments
Energieproductie zon & wind	<p>Grootschalige uitrol van offshore wind op de Noordzee</p> <p>Elektriciteit zal deels aan land worden gebracht m.b.v. waterstof/amonia</p> <p>Energie zal ook opgeslagen gaan worden bij de windparken (waterstof FPSO, Oceangrazer)</p> <p>Drijvende zon en mogelijk ook getijde of golf energie devices</p> <p>Onder water geluid een aandachtspunt bij installatie windparken</p> <p>Monopile goedkoopste windturbine constructie maar zwaar wat beperkingen geeft aan materieel</p> <p>Siemens en Vestas maken verlies, nog grote risico's aan offshore wind</p> <p>Extra wensen overheid (medegebruik) in windparken kost veel geld</p> <p>Kosten kapotte windturbine is relevant voor business case windpark, productietrein al gestopt/opgeschaald</p> <p>Momenteel materiaal+personeel duur</p> <p>Autonoom varende schepen/drones in opkomst, regelgeving nog beperkend</p> <p>Te weinig installatieschepen beschikbaar momenteel</p> <p>Toename CTV's en SOV schepen</p> <p>Opkomst Chinese materiaal/personeel/materieel mogelijk door daar aanwezige kennis en materieel en lagere kosten</p>

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 manoeuvrable 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 chemicalien, 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 toenemende autonomie/remot control
Crew transfer	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) 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 _____

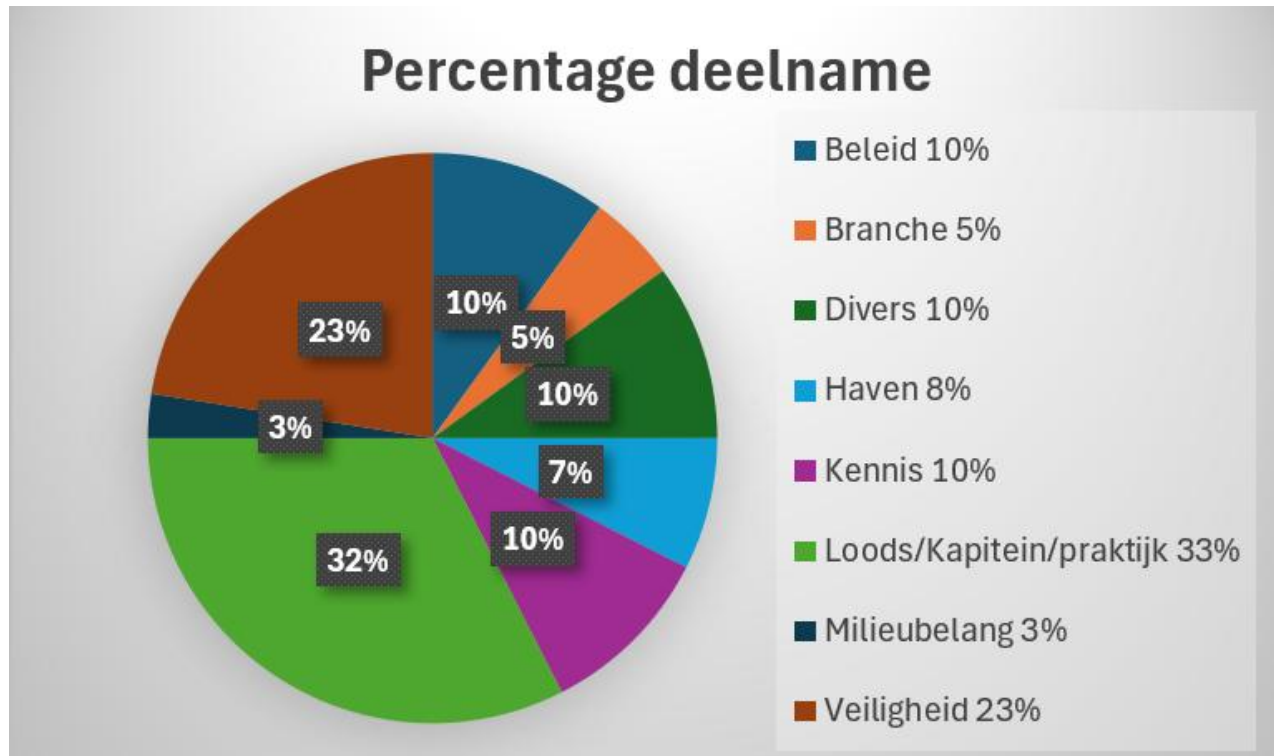
Vorige

Verzenden

Formulier wissen

APPENDIX 7 UITKOMSTEN ENQUETE ALGEMEEN BELANGHEBBENDEN

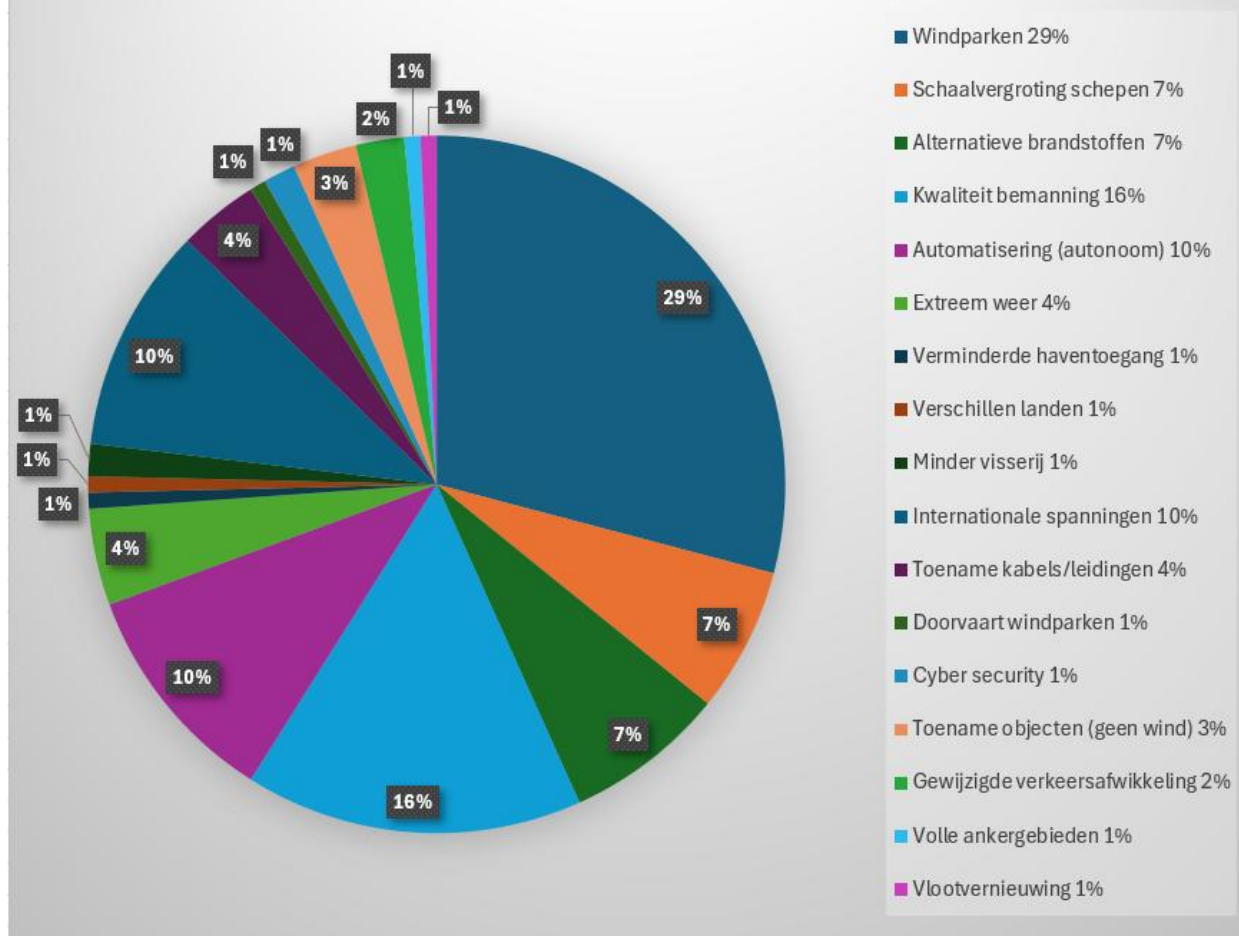
Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport. Mitigerende maatregelen worden vaak als toelichting bij een ontwikkeling genoemd. Daarom zijn voor deze maatregelen niet de horizon en ernst geëvalueerd.



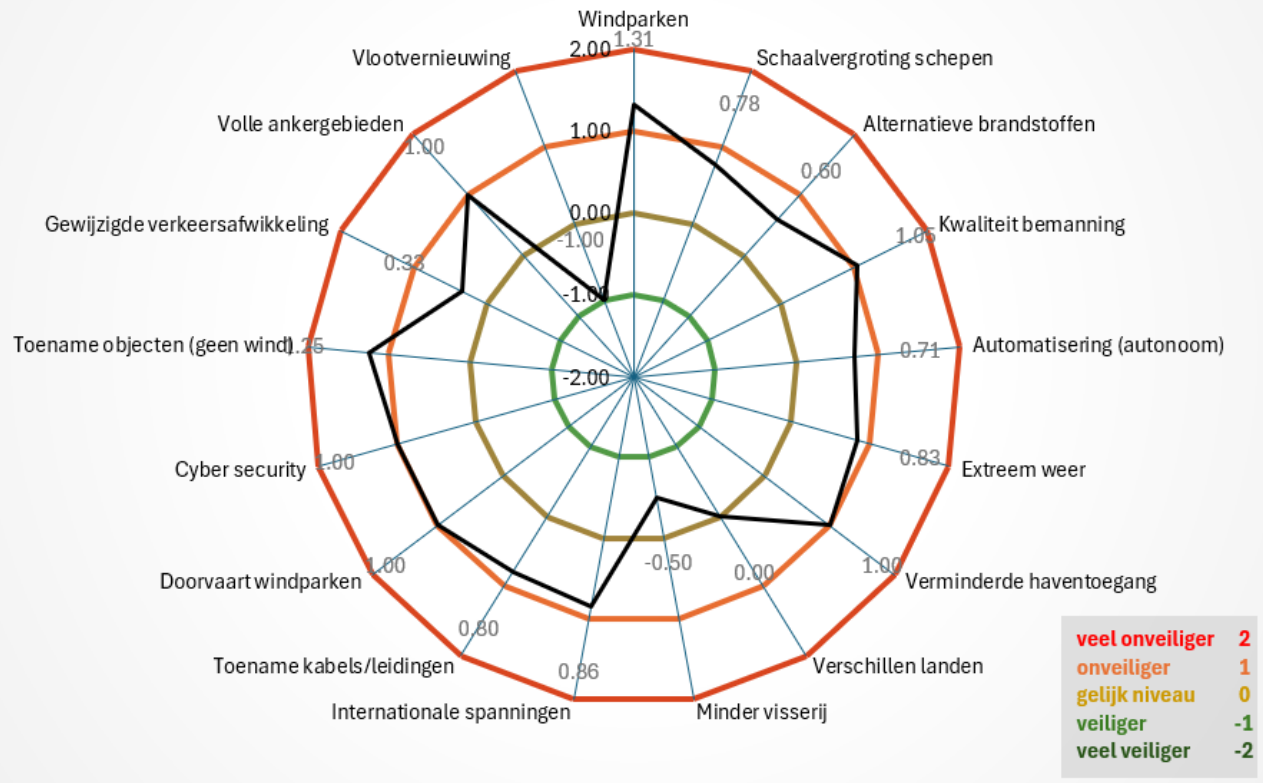
Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	39	kort tot middellang	zeer onveiliger
Schaalvergroting schepen	9	kort tot middellang	onveiliger
Alternatieve brandstoffen	10	kort tot middellang	onveiliger
Kwaliteit bemanning	21	kort tot middellang	zeer onveiliger
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

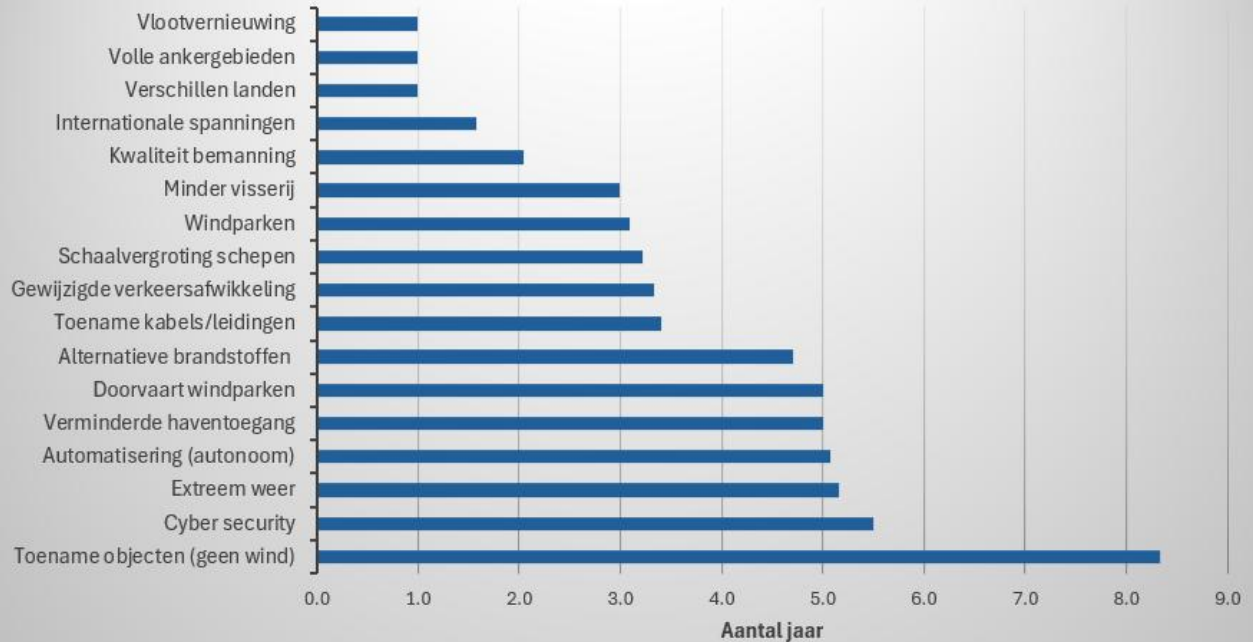
De mate waarin een ontwikkeling wordt benoemd i.r.t. het totaal van genoemde ontwikkelingen



Ernst ontwikkelingen (gemiddelde over reacties)

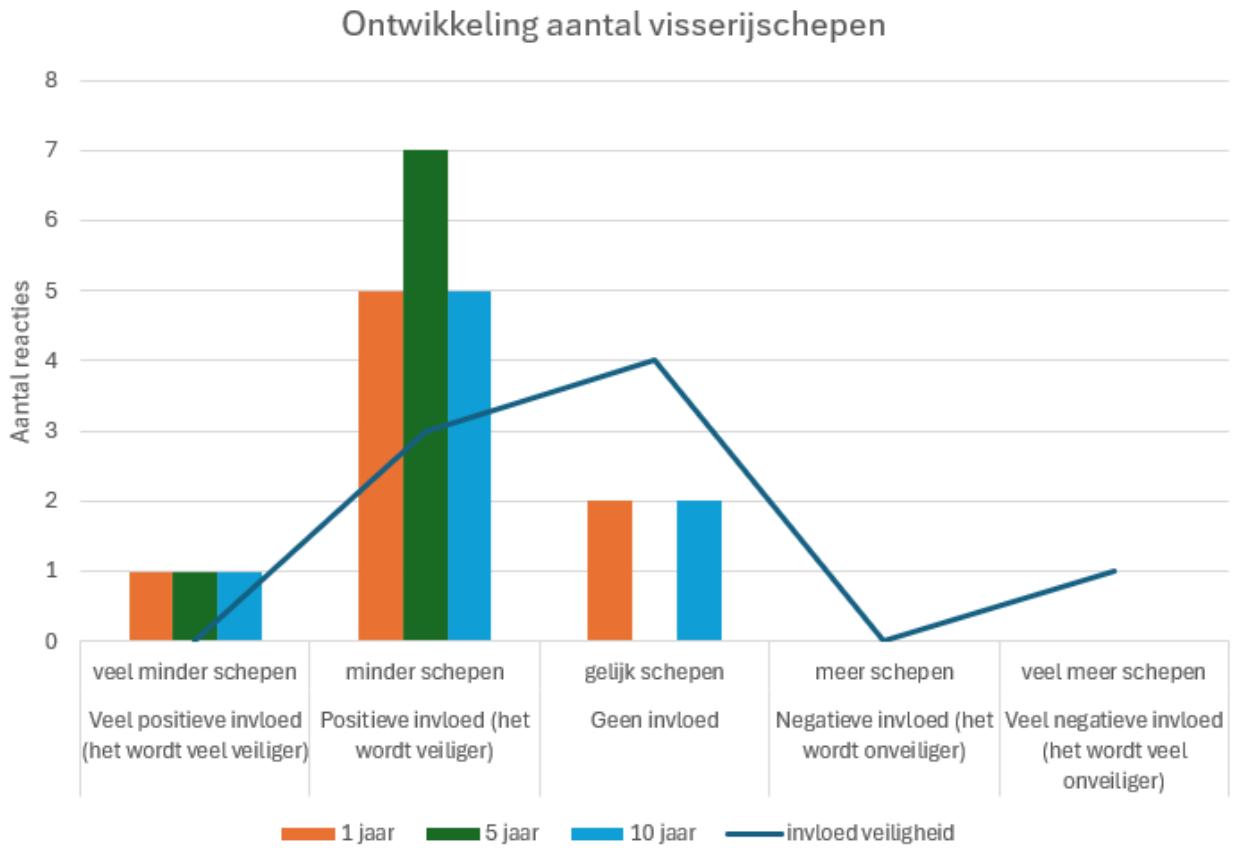


Tijdshorizon per ontwikkeling (gemiddelde over reacties)

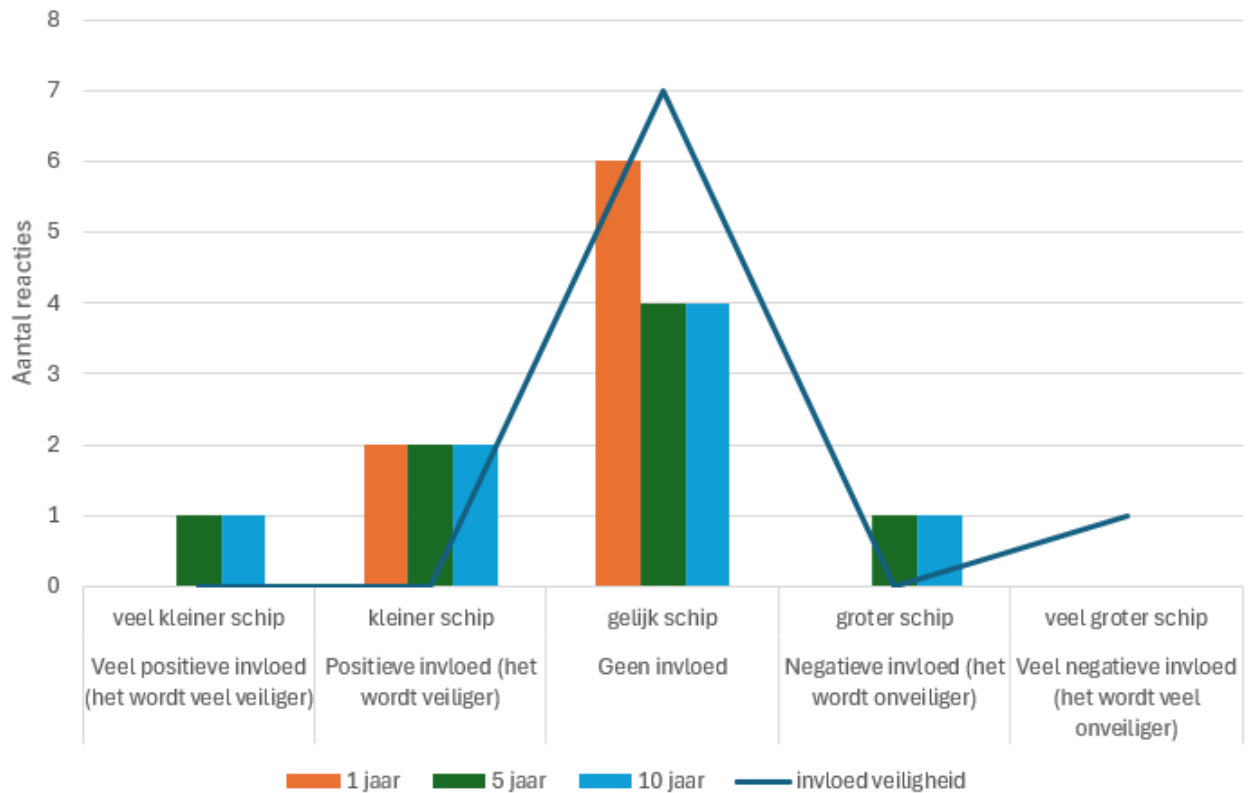


APPENDIX 8 UITKOMSTEN ENQUETE VISSERIJ

Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



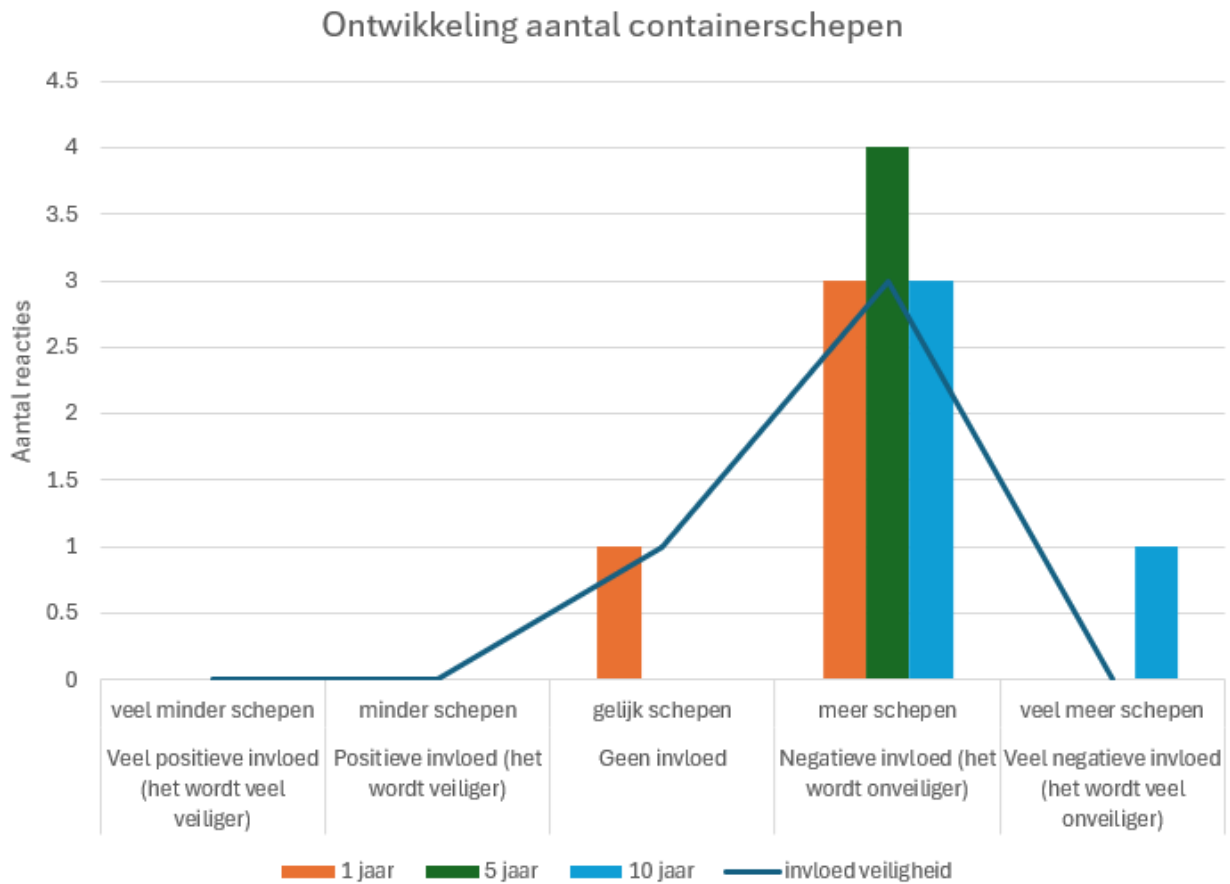
Ontwikkeling afmetingen visserijschip



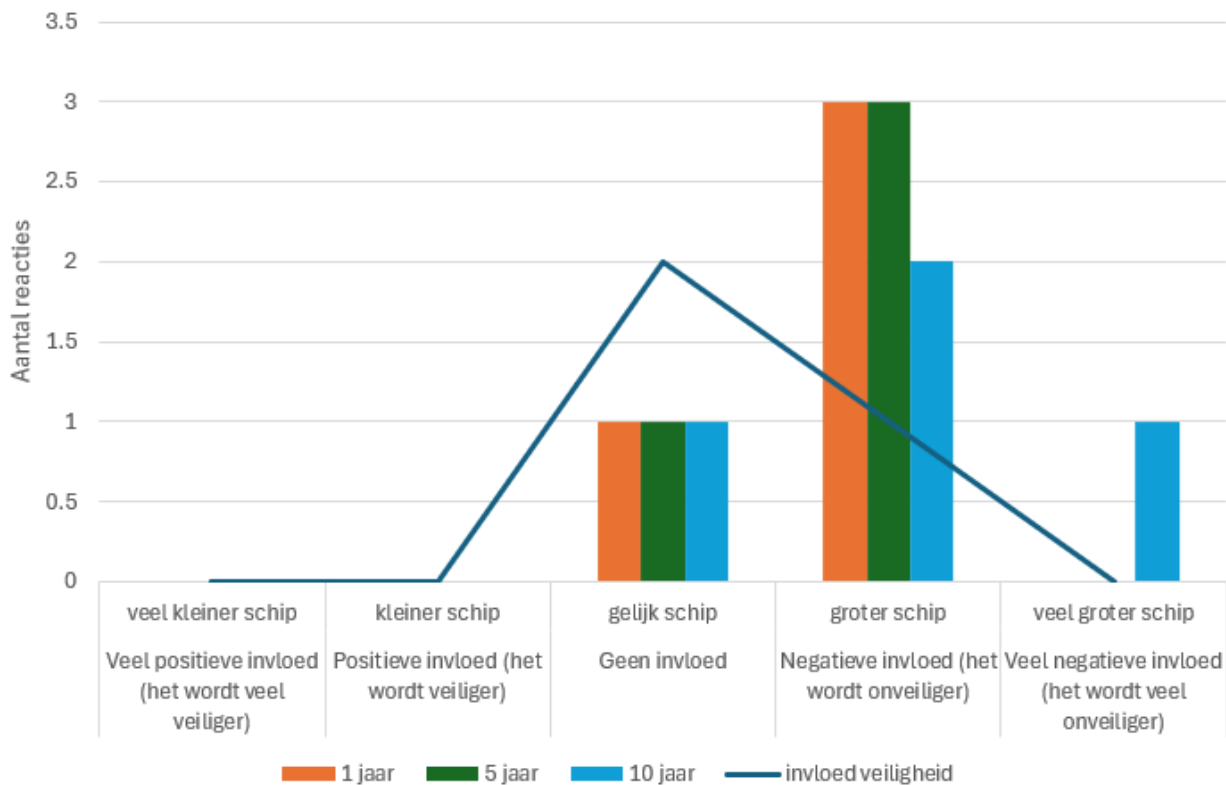
Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	5	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	1	kort tot middellang	onveilig
Vlootvernieuwing	1	middellang	veilig
Andere vistechnieken	1	kort tot middellang	onveilig
Meer zeevaart	2	kort tot middellang	onveilig
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.



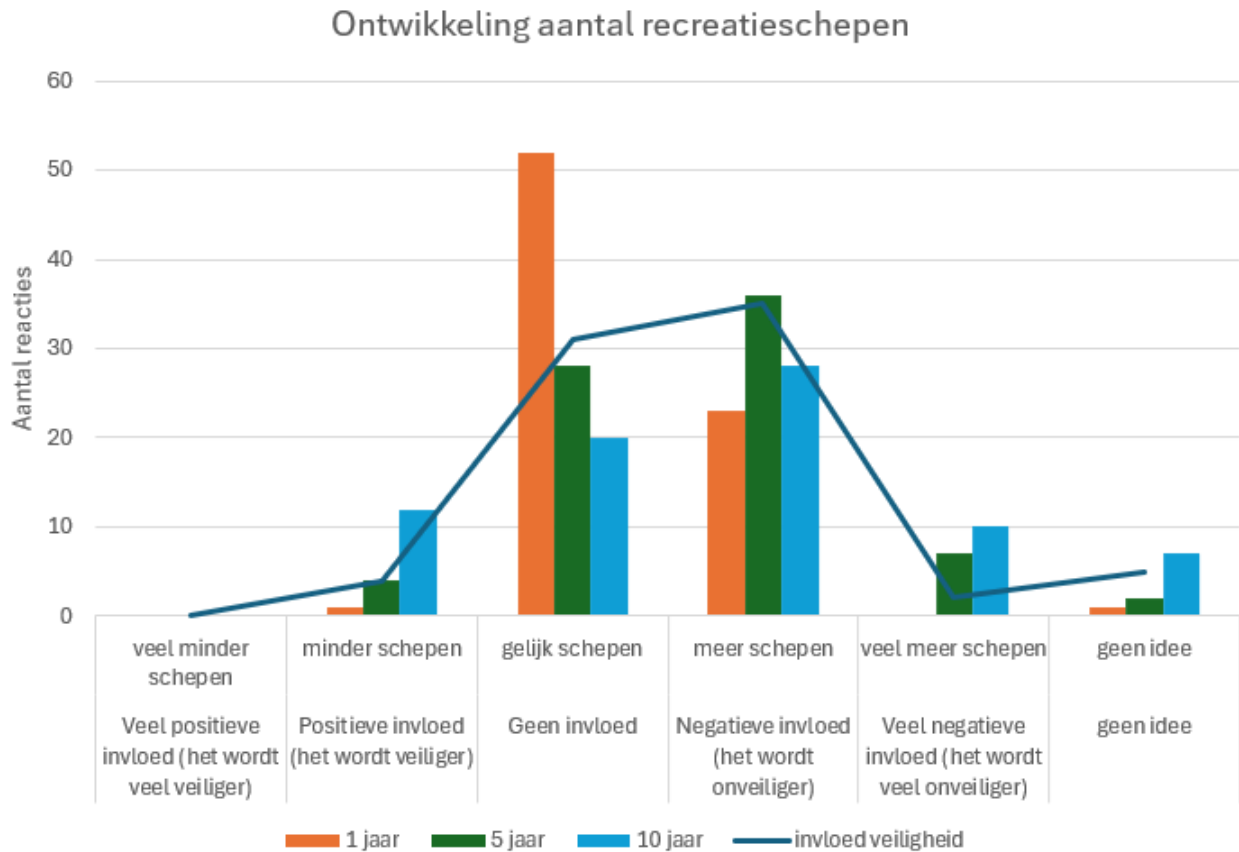
Ontwikkeling afmetingen containerschip



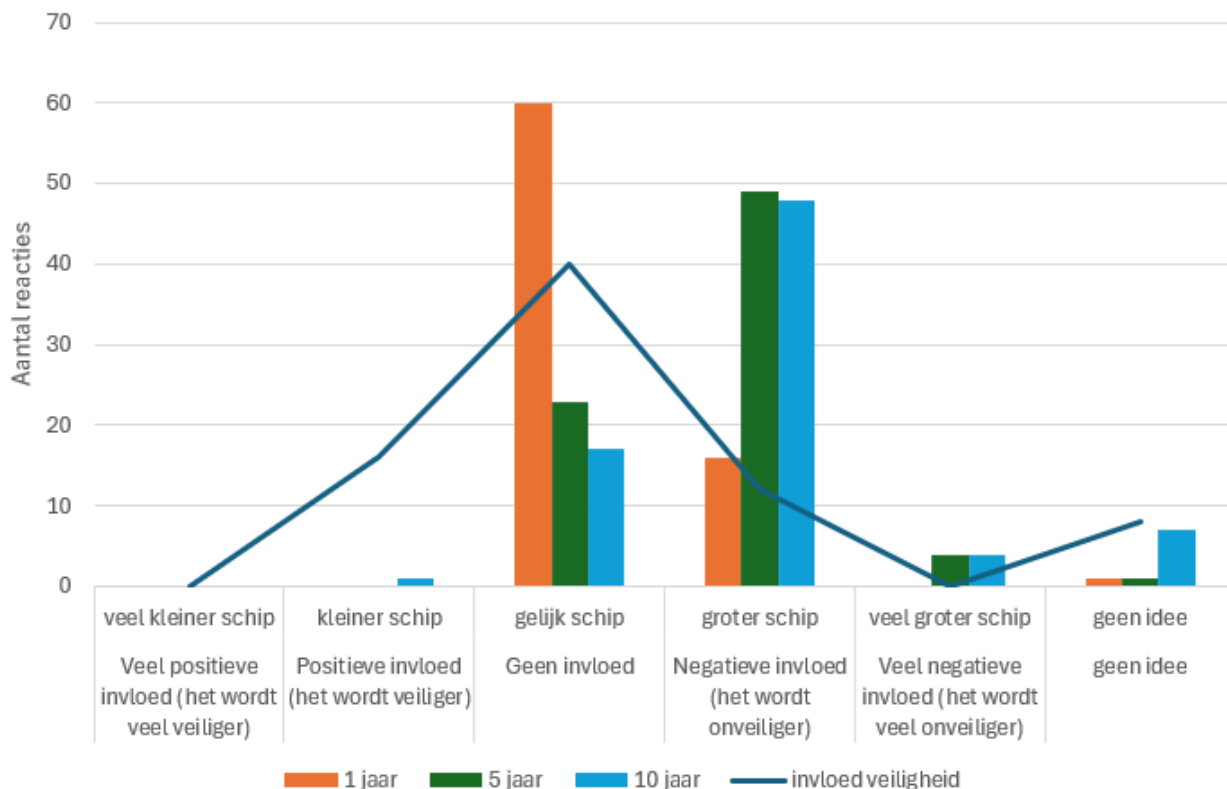
Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	4	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	2	kort tot middellang	zeer onveilig
Automatisering (autonoom)	4	kort tot middellang	onveilig
Extrem weer	5	kort tot middellang	zeer onveilig
Internationale spanningen	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

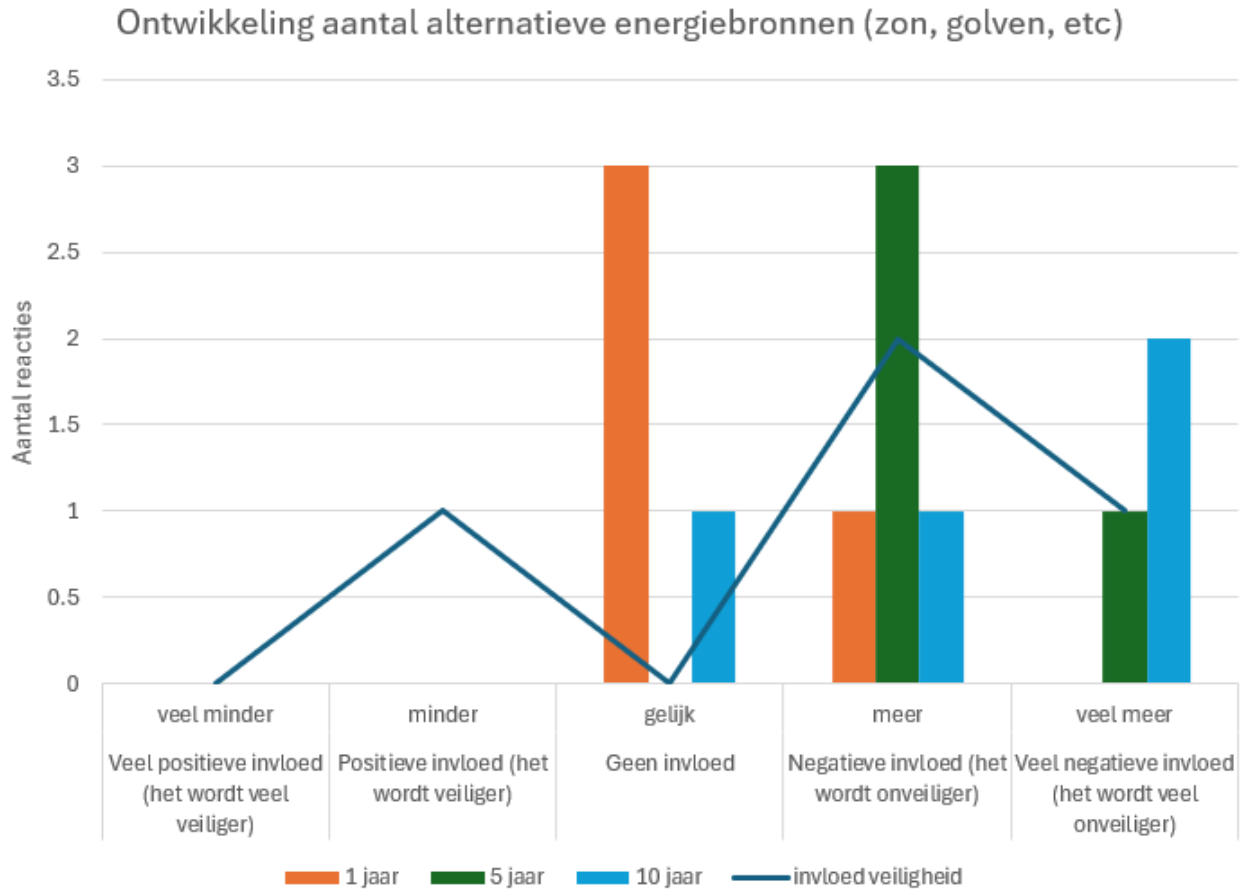


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	84	kort tot middellang	zeer onveilig
Schaalvergroting schepen	3	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	1	kort tot middellang	onveilig
Kwaliteit bemanning	34	kort tot middellang	onveilig
Automatisering (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		

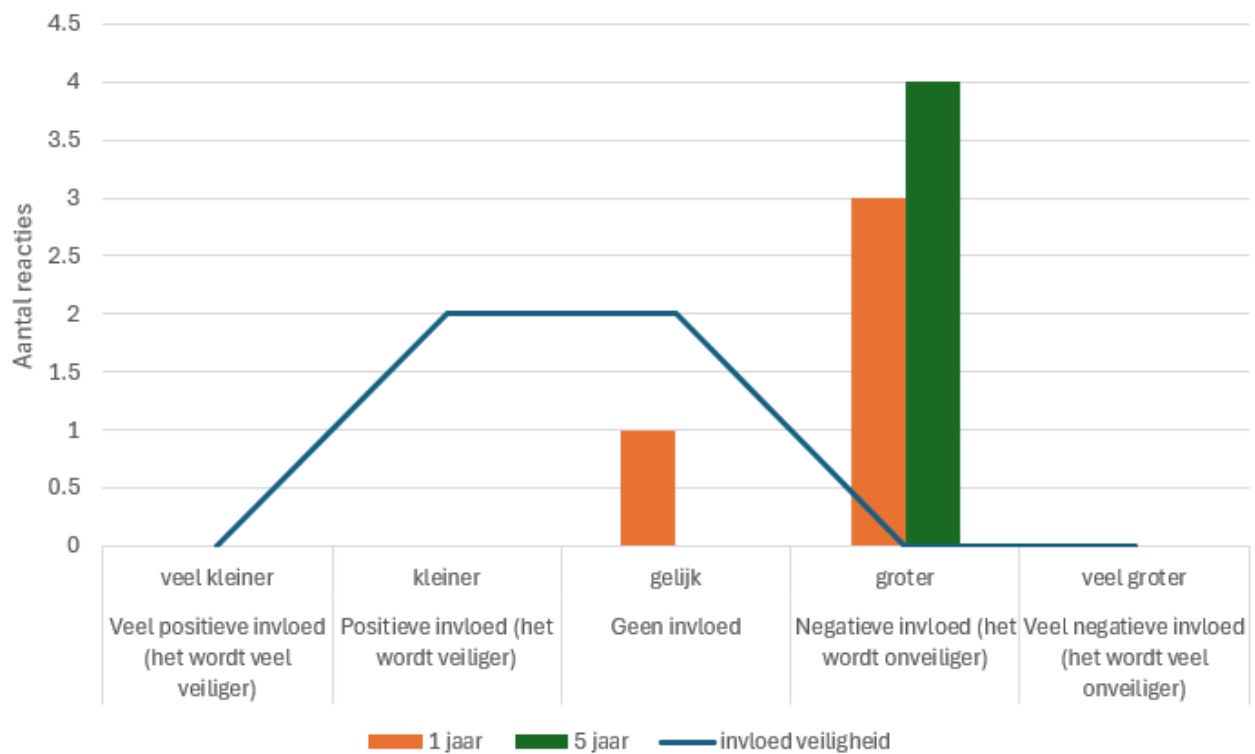
Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
VTMon Noordzee	2
Toezicht/boetes overtreden regels (o.a. visserij)	2
Uitbreiden VSS	2
Verbeterde data toepassingen (Uitrol S100 datamodellen)	2
Waarschuwingssystemen	1
ERTV	1
AIS verplichting alle schepen (ook kleine pleziervaart)	13
inzet 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)

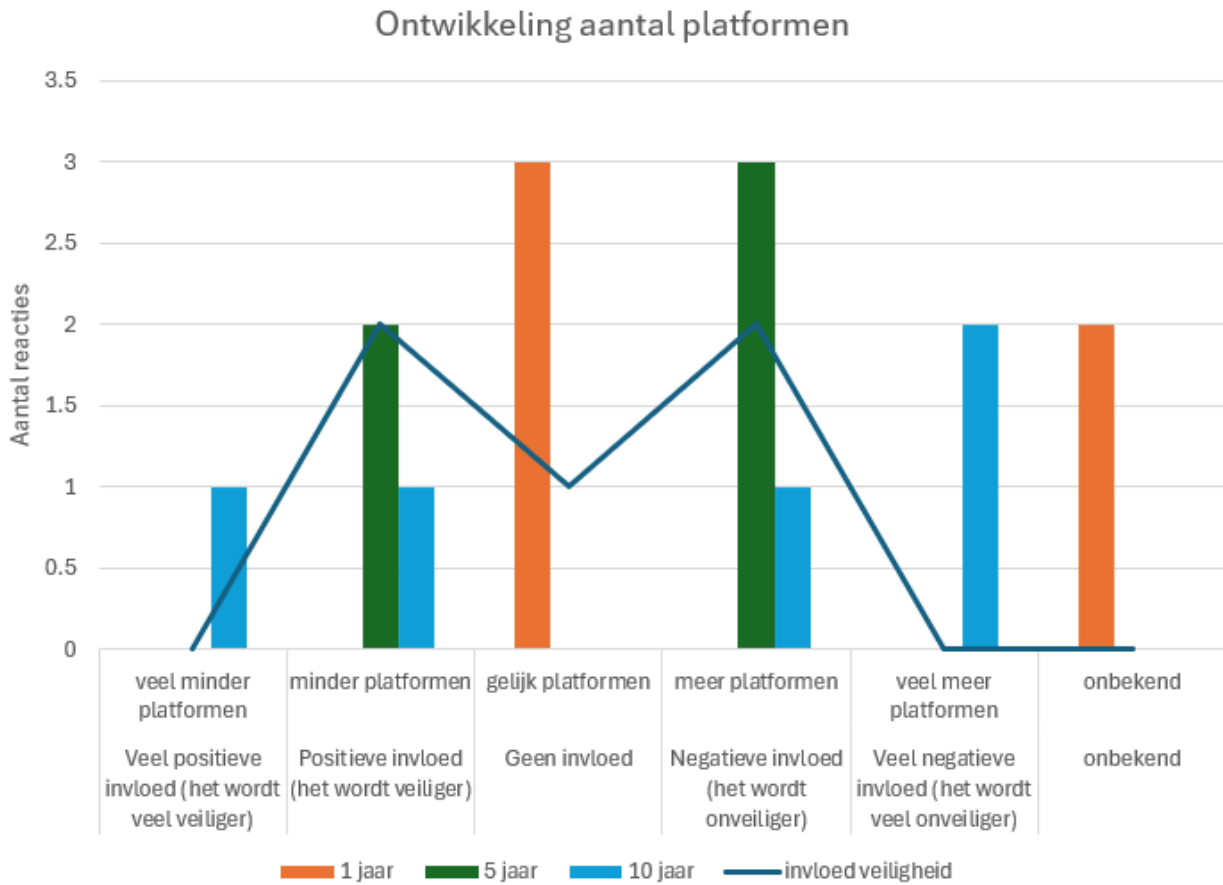


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	5	kort tot middellang	onveilig
Schaalvergroting schepen	1	kort tot middellang	onveilig
Alternatieve brandstoffen	1	kort tot middellang	onveilig
Kwaliteit bemanning	3	kort tot middellang	onveilig
Automatisering (autonoom)	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		

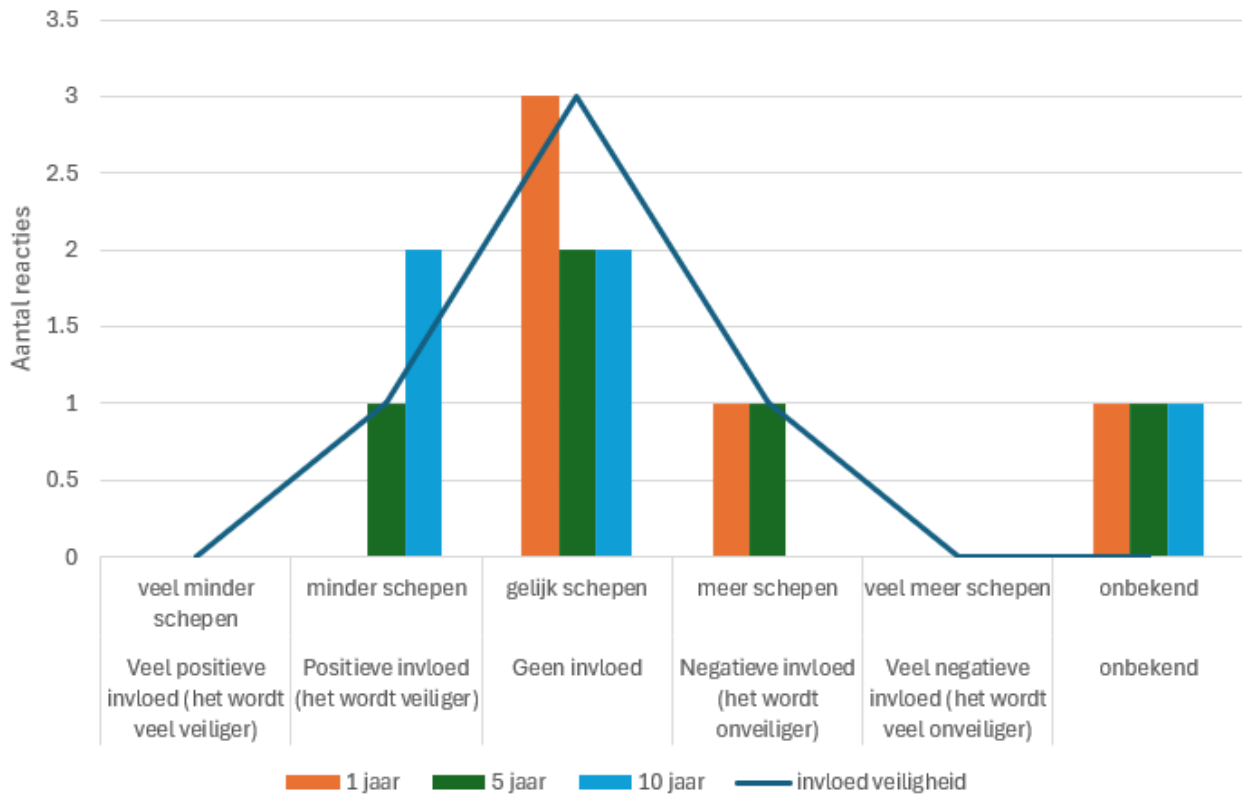
Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
Verbeterde data toepassingen (Uitrol S100 datamodellen)	1
Oplaad- en afmeerboeien om drift bij slecht weer te voorkomen	1
Internationale samenwerkingen	1
	3

APPENDIX 12 UITKOMSTEN ENQUETE TANKERS, OLIE, GAS, CHEM., CO2

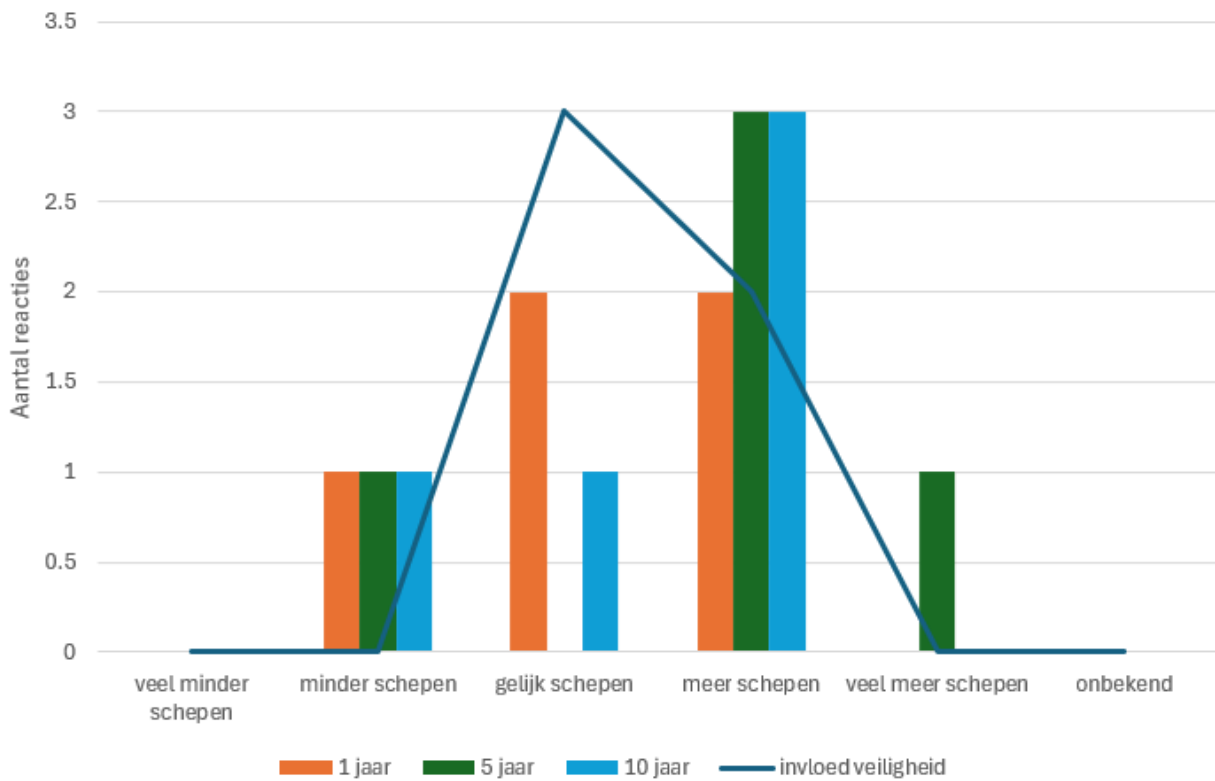
Deze appendix presenteert de uitkomst van de enquête op hoofdlijnen. Verkregen detailinformatie over ontwikkelingen, zoals oorzaken en gevolgen, worden nader uiteengezet in het hoofdrapport.



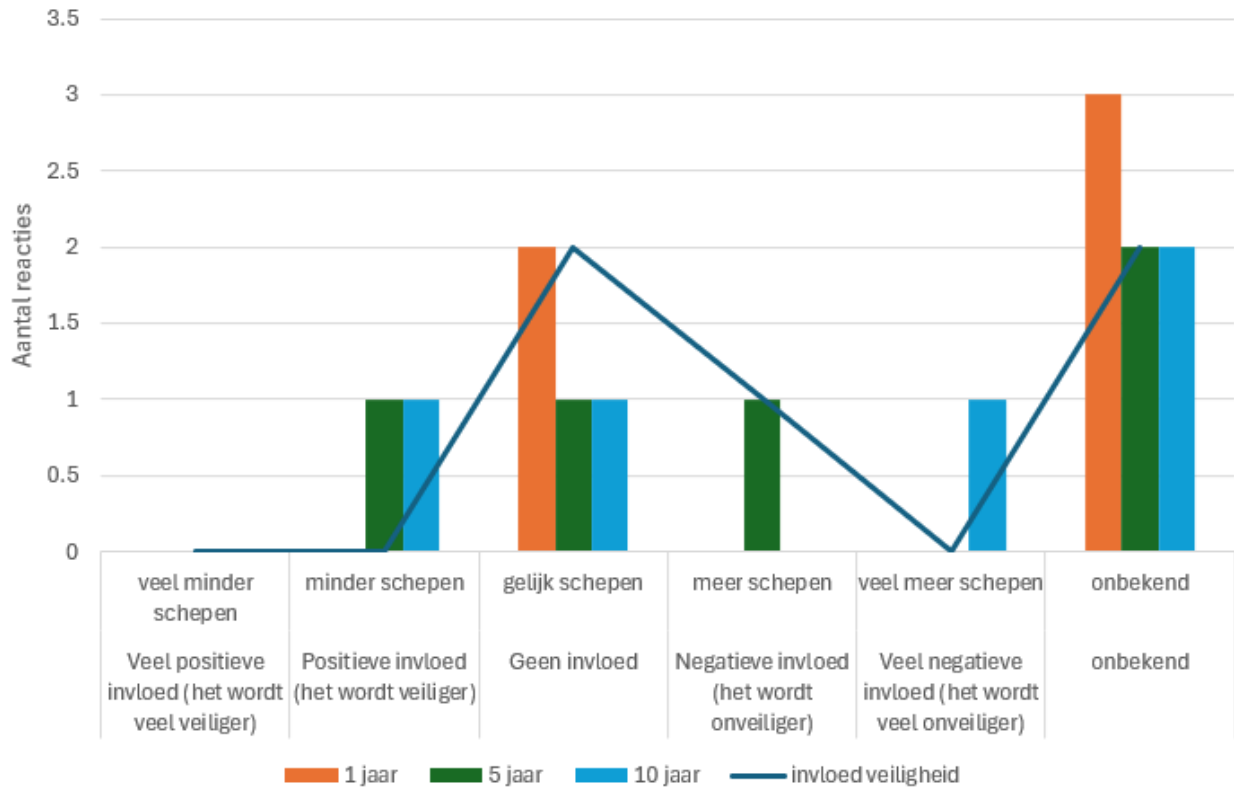
Ontwikkeling aantal olietankers



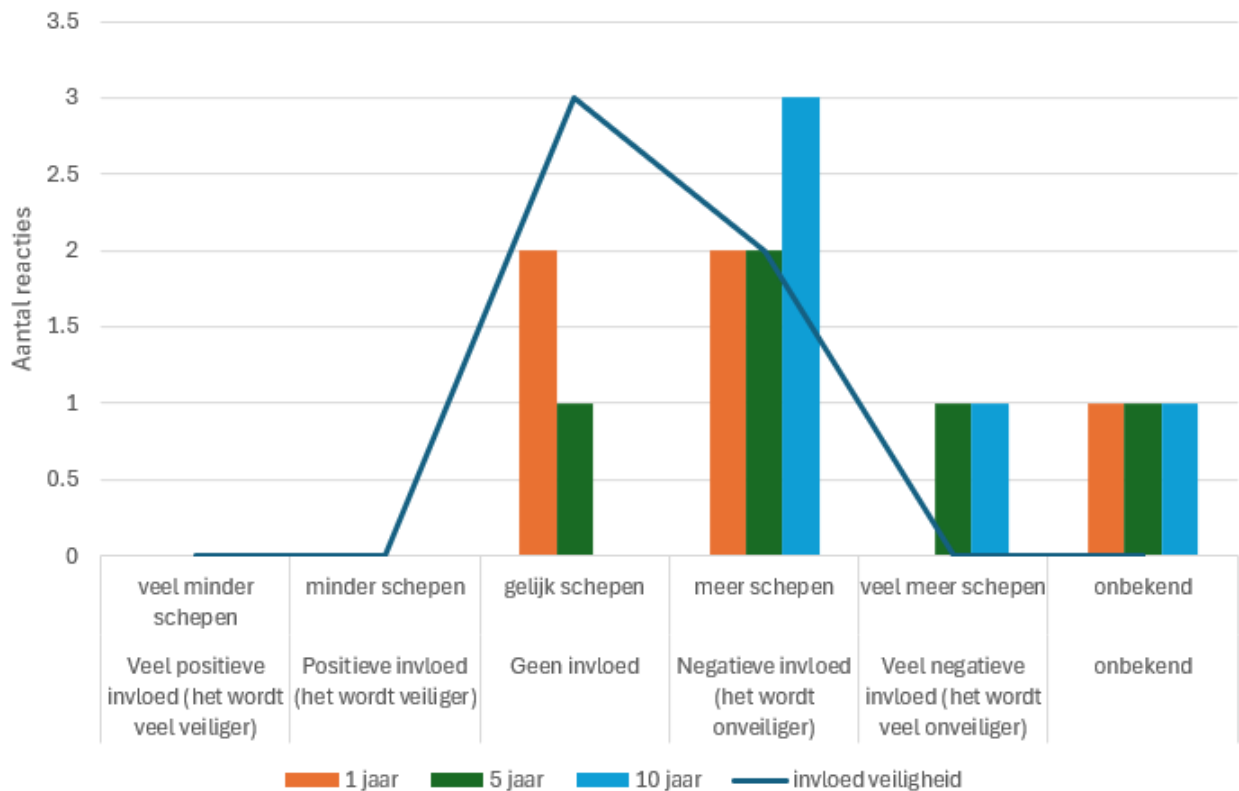
Ontwikkeling aantal gastankers



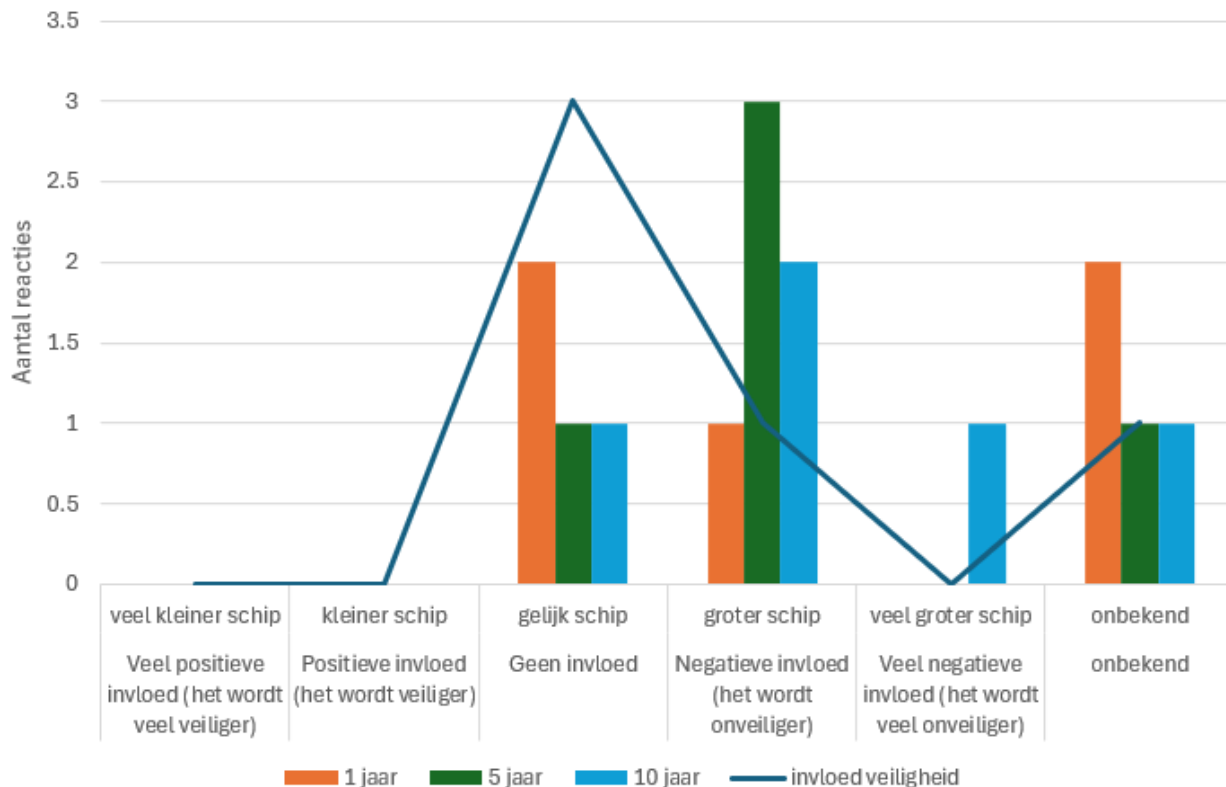
Ontwikkeling aantal chemicaliën tankers



Ontwikkeling aantal CO2 tankers



Ontwikkeling afmetingen tankers

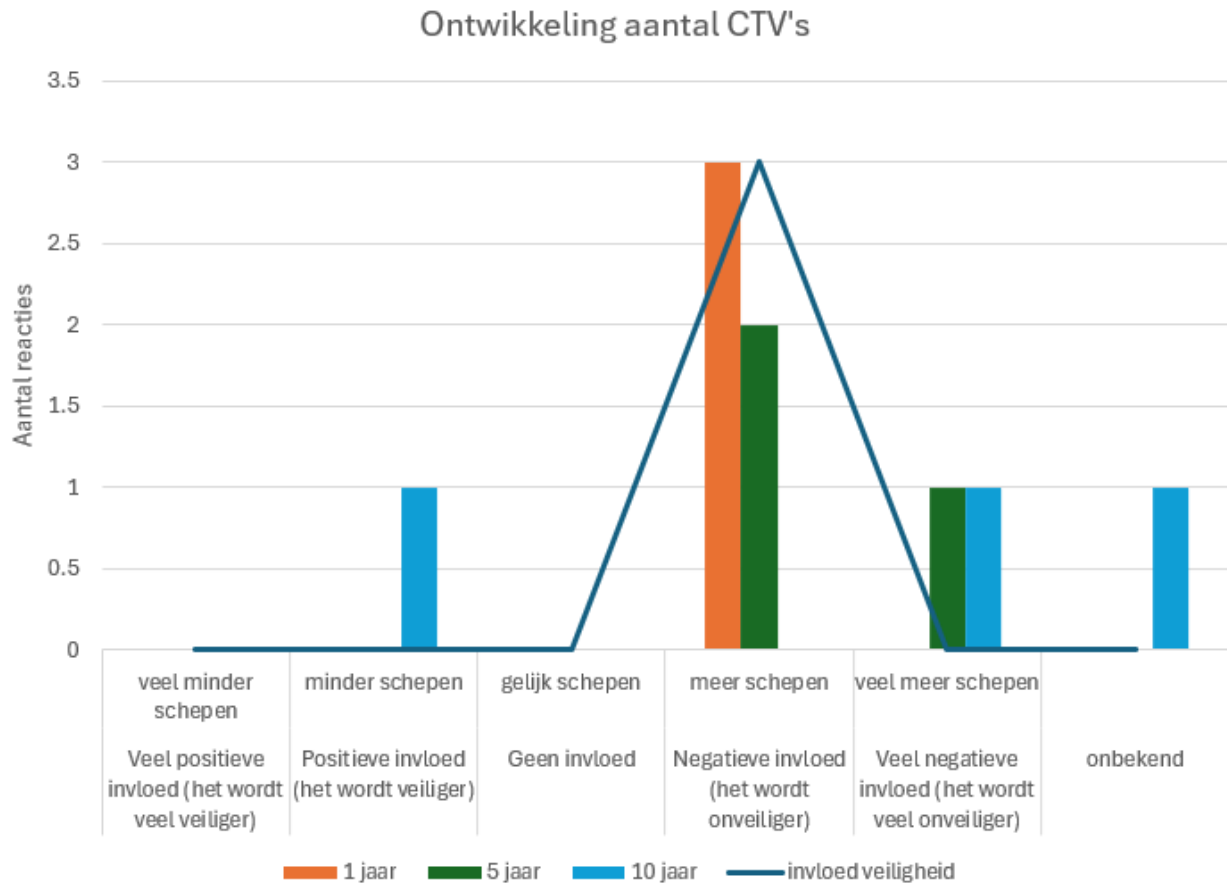


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	7	middellang tot lang	zeer onveiliger
Schaalvergroting schepen	3	middellang	zeer onveiliger
Kwaliteit bemanning	4	kort tot middellang	onveiliger
Automatisering (autonoom)	4	middellang tot lang	neutraal
Extreem weer	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

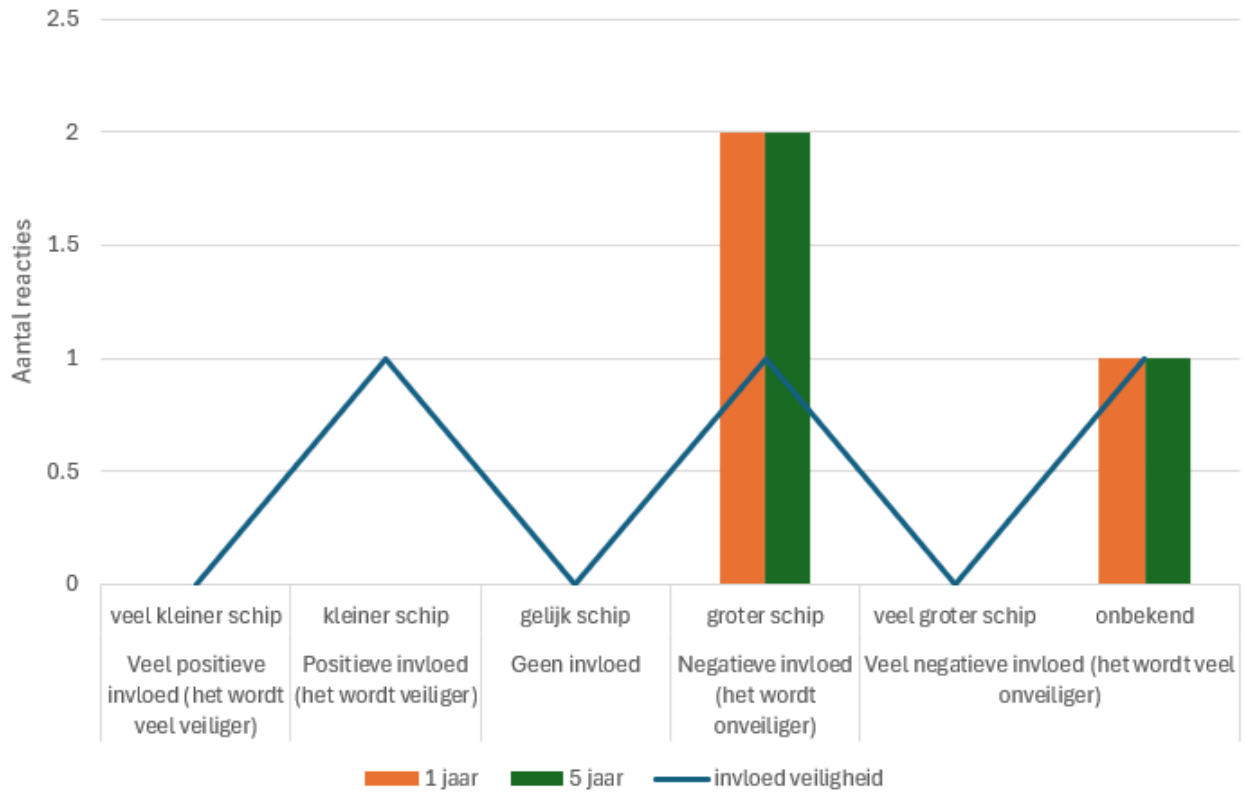
Benoemde mogelijke mitigerende maatregel	Aantal keer genoemd
Scheepvaartverkeersbegeleiding Noordzee (verplichte melding en routing)	2
Waarschuwingssystemen	1
Verbieden gsm's/internet op de brug	1
	4

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

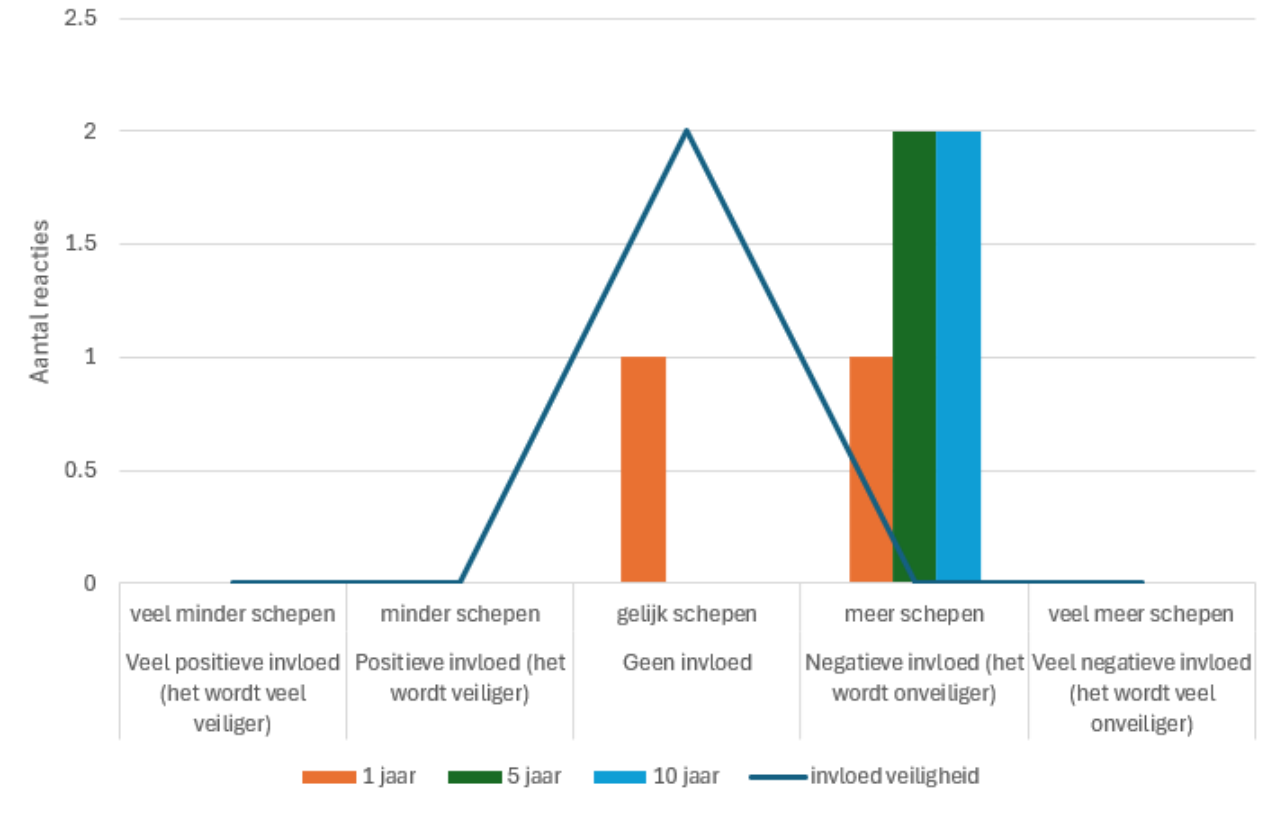


Gecategoriseerde (risico) Ontwikkelingen	Aantal keer genoemd	Horizon	Ernst
Windparken	4	kort tot middellang	neutraal
Kwaliteit bemanning	12	kort tot middellang	zeer onveilig
Extreem weer	2	kort tot middellang	onveilig
Vluchtelingen naar UK	4	kort tot middellang	onveilig
Toenemende kosten	4	kort tot middellang	neutraal
	26	kort tot middellang	neutraal

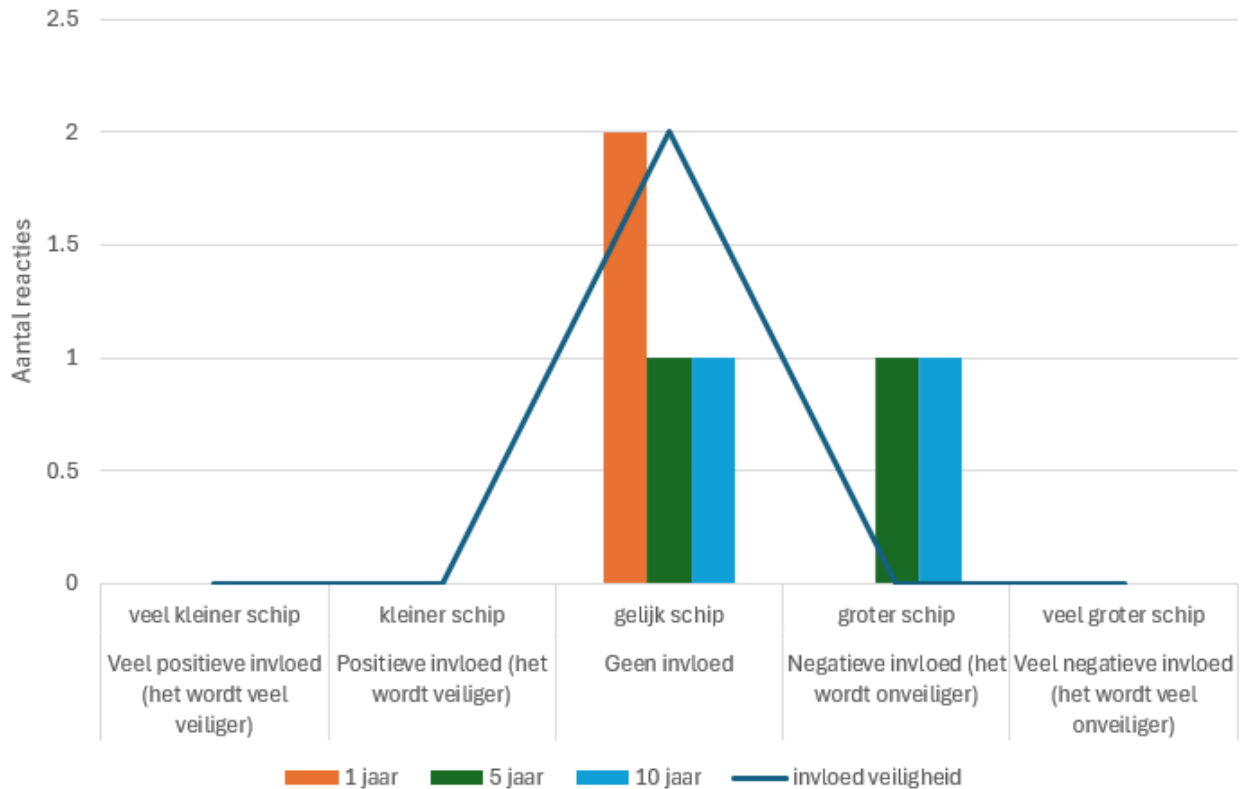
APPENDIX 14 UITKOMSTEN ENQUETE WERKVAART OFFSHORE SUPPORT

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
   