Bijlage 6

Aanvulling zienswijze afvoerroute CO2next

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Aanpassing route exportleiding CO2next terminal

Onderbouwing zienswijze

Klant:	CO2next
Referentie:	Notitie
Status:	Definitief/03
Datum:	10 maart 2025

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Industry & Buildings

Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document:	Aanpassing route exportleiding CO2next terminal
Ondertitel:	Onderbouwing zienswijze
Referentie:	Notitie
Uw kenmerk	
Status:	Definitief/03
Datum:	10 maart 2025
Projectnaam:	Aramis
Projectnummer:	BH8744
Auteur(s):	RHDHV
Opgesteld door:	RHDHV

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

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1 Aanleiding 4

2 Achtergrond 5

3 Technische informatie 6

3.1 Route van de afvoerleiding 6

3.2 Karakeristieken van de afvoerleiding 6

3.3 Aanleg van de afvoerleiding 7

4 Milieueffecten 8

4.1 Geen effecten of geen verandering van effecten 8

4.2 Beperkte verandering van milieueffecten 9

4.2.1 Externe veiligheid (bijlage 1) 9

4.2.2 Domino-effect analyse (bijlage 2) 9

4.3 Conclusie 11

5 Procedures 13

Bijlagen

1. QRA berekening, RHDHV

2. Domino-effect analyse, DNV

1 Aanleiding

Op 9 februari 2024 heeft het Aramis consortium (TotalEnergies, Shell, Gasunie en EBN) samen met onder meer CO2next (Vopak en Gasunie) het MER CCS Aramis ingediend. CCS Aramis beoogt een CO_2-transportinfrastructuur aan te leggen. Samen met dit MER zijn meerdere vergunningaanvragen ingediend. Tegelijkertijd is een Projectbesluit procedure gestart, waarmee de benodigde ruimtelijke aanpassingen voor de CO_2-transport infrastructuur worden geregeld.

Onderdeel van de nieuw te ontwikkelen CCS keten, is de CO2next terminal op de Maasvlakte. Hier ontvangt CO2next met schepen aangevoerd vloeibare CO_2. CO_2 wordt tijdelijk opgeslagen in opslagtanks en voor afvoer naar het compressorstation op de gewenste druk gebracht middels Hogedruk Pompen. Vanaf de terminal locatie wordt CO_2 vervolgens afgevoerd naar het innamepunt van de Aramis zeeleiding. Het innamepunt bevindt zich op het terrein van het Porthos compressorstation. Hier komt CO_2 vanaf het compressorstation en CO_2 afkomstig van de terminal samen in de zeeleiding. Via de zeeleiding wordt CO_2 naar platforms getransporteerd en vervolgens in putten in de diepe ondergrond opgeslagen.

Deze notitie beschrijft het voornemen van CO2next om de komen tot een gewijzigde afvoerroute van CO_2 vanaf de terminal naar het beginpunt van de Aramis afvoerleiding, op de lokatie van het Porthos compressorstation. Hiervoor heeft CO2next een zienswijze ingediend bij de ter inzagelegging van de ontwerp-beschikking van de vergunningaanvraag. Deze notitie biedt de onderbouwing bij de ingediende zienswijze.

In de notitie wordt beschreven waarom de voorkeur uitgaat naar een alternatieve route ten opzichte van de eerder onderzochte en aangevraagde route. Vervolgens wordt de aanleg en gebruik van de gewijzigde route nader beschreven en worden de milieueffecten getoetst. Op basis van deze bevindingen wordt tot slot beschreven welke invloed dit heeft op de te volgen procedure.

2 Achtergrond

Als onderdeel van het MER CCS Aramis zijn de milieueffecten van twee locaties voor de CO2next terminal onderzocht en vergeleken. De vergelijking heeft er toe geleid dat de lokatie aan de oostelijke zijde op het terrein van Maasvlakte Olie terminal (verder MOT genoemd) is geselecteerd. De locatie van het Porthos compressorstation bevindt zich ten westen van het MOT terrein. Op het terrein van MOT is een leidingstrook in gebruik waar de leidingen van MOT zich in bevinden. De CO2next afvoerleiding is tevens voorzien in deze leidingstrook. Dit is de route zoals getoetst in het MER en meegenomen in de "vergunningaanvraag omgevingsvergunning voor een terminal voor de op- en overslag van vloeibare CO_2 op de Maasvlakte Rotterdam", ingediend op 9 februari 2024. Deze route is tevens opgenomen in de aanvraag voor het Projectbesluit.

Bij de technische uitwerking van de plaatsing van de afvoerleiding in de MOT leidingstrook is naderhand gebleken dat dit ruimtelijk complex is. Er is in de strook zelf weinig ruimte. Dit geeft beperkingen aan de mogelijkheden bij de bouw, de bereikbaarheid en onderhoud. Er moet tevens rekening gehouden worden met de huidige leidingen van MOT, waaraan ook onderhoud en andere werkzaamheden plaatsvinden. Vanwege deze technische knelpunten, is een andere afvoerroute onderzocht.

Als alternatieve routes is gekeken naar het plaatsen van de afvoerleiding aan de noordzijde langs de MOT tanks of aan de zuidzijde langs de MOT tanks. Het gaat hierbij steeds om bovengrondse leidingen, zoals ook in de voorgenomen activiteit. Er is voldoende ruimte nodig om:

- de afvoerleiding te plaatsen (breedte van 1,30 meter);
- expansieloops te plaatsen (in verband met temperatuurverschillen in de afvoerleiding);
- rekening te houden met kruising van wegen, leidingen en andere obstakels.

Op basis hiervan is duidelijk geworden dat alleen de route op het MOT-terrein langs de zuidzijde van de MOT tanks, nabij de grens met Gate terminal (verder Gate genoemd) mogelijk een geschikte route is, met minder knelpunten bij aanleg en onderhoud. Voor deze zuidelijke route worden in deze notitie de milieugevolgen onderzocht en vergeleken met de milieugevolgen van de route door de leidingstraat.

Toelichting afweging noordelijke en zuidelijke routes

Er heeft een verkenning van alternatieve afvoerroutes plaatsgevonden. De belangrijkste bevindingen zijn:

- De noordelijke route is met name vanwege de grotere lengte, de te passeren obstakels (met name het elektriciteitsstation, de benadering van Porthos), het juridische kader (deels door openbaar gebied naast de Porthosleiding) en kosten ongunstig en biedt geen enkel voordeel boven de routes via de leidingstraat en via zuid. De noordelijke route scoort daarmee minder goed dan de andere routes en wordt niet als realistisch beschouwd.

- Van twee routes via zuid is de route op Gate-terrein niet realistisch, omdat er buiten het hek van MOT op terrein van Gate onvoldoende ruimte is in de wegberm, de afvoerleiding daardoor dicht langs een weg met LNG tankauto's ligt en onderhoud aan de afvoerleiding door de combinatie van functies moeilijker is. De route op het terrein van MOT, tussen het hek op de terreingrens en een onderhoudsweg is wel realistisch. Er is voldoende ruimte, obstakels kunnen worden gepasseerd en er ligt een niet-drukke weg voor onderhoud aan de leiding. Deze route is kansrijk.

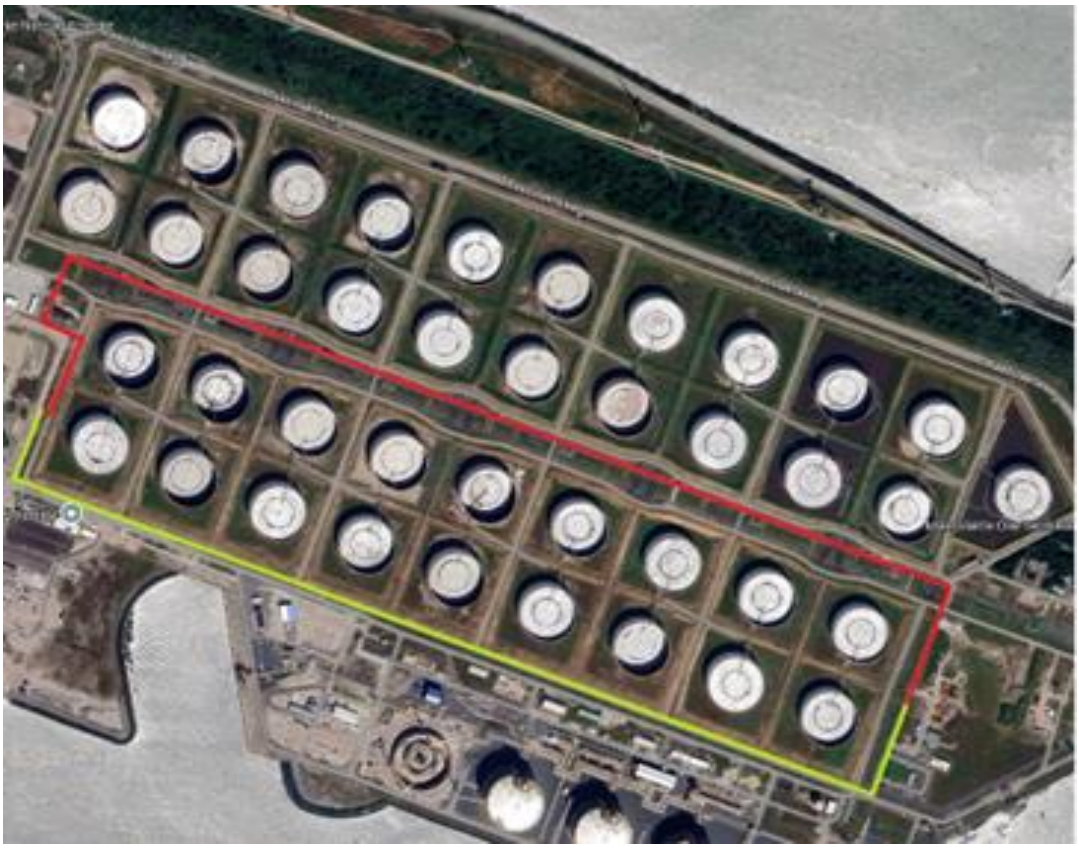
De meest kansrijke routes zijn daarom:

- De centrale route in de MOT leidingstrook (opgenomen in aanvraag, ontwerp-vergunning en ontwerp-projectbesluit);
- De zuidelijke route op het MOT-terrein tussen het hek op de terreingrens met Gate en een onderhoudsweg (zie figuur 3.1).

3 Technische informatie

3.1 Route van de afvoerleiding

De geplande ligging van de afvoerleiding en de oorspronkelijke ligging van de afvoerleiding zijn weergegeven in figuur 3.1. De nieuwe route ligt ongeveer 300 meter zuidelijker.



Figuur 3.1. Ligging van het tracé van de afvoerleiding, rood de ligging in de MOT leidingstrook zoals eerder aangevraagd en geel de ligging aan de zuidzijde van het MOT terrein, tegen de grens aan van het Gate terrein.

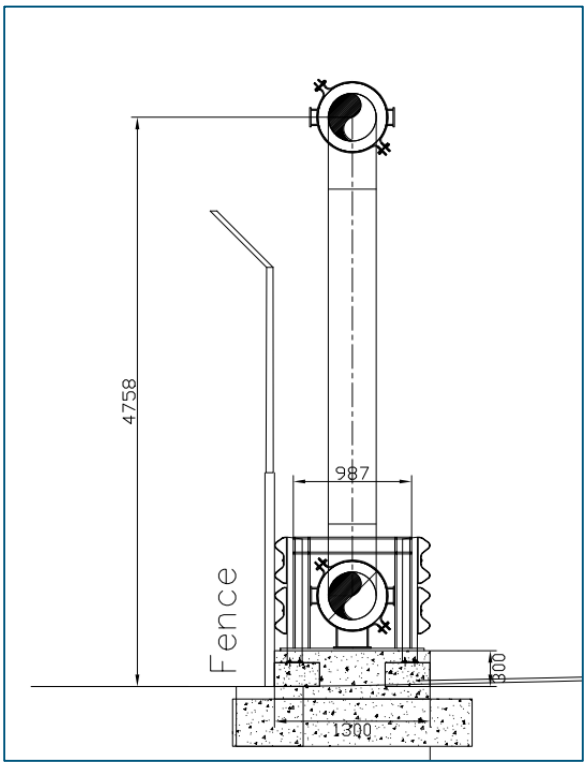
De aansluiting van de afvoerleiding op het terrein van de CO2next terminal verandert niet ten opzichte van de eerder geplande route. Dit vergt zodoende geen aanpassing.

3.2 Karakeristieken van de afvoerleiding

De afvoerleiding bevindt zich boven maaiveld en wordt in een open stalen constructie gelegd. De open stalen constructie heeft aan weerzijden van de afvoerleiding aanrijbeveiliging.

- De afvoerleiding komt 65 cm boven maaiveld te liggen
- De expansieloops zijn 4 meter hoog
- De wanddikte van de afvoerleiding is 27 mm
- De totale lengte bedraagt 1.750 meter
- Er komen alleen afsluiters aan het begin en eind van de afvoerleiding (beveiligingsfunctionaliteit).

De aansluiting ter plaatse van het compressorstation komt overeen met de huidige voorgenomen route en vergt hier geen aanpassing.



Figuur 3.2. Dwarsprofiel van de afvoerleiding op de betonnen constructie en de hoogte van de expansieloop.

Bovenstaande schets met de doorsnede van de exportleiding, betreft een sectie van de leiding die parallel loopt aan het MOT tankpark, waar geen wegen zijn die de exportleiding kruisen. In de schets is een expansielus weergegeven, geen wegoverbrugging. Op andere locaties in het ontwerp worden wel wegen overbrugd, maar hier liggen de leidingen in stalen (brug)constructies, waardoor ze beschermd zijn tegen aanrijdingen. Tevens is er voorzien in doorrijhoogtebegrenzers.

Conform de karakteristieken van de afvoerleiding in MER CCS Aramis:

- De afvoerleiding heeft een diameter van 16 inch (circa 40 cm);
- Het gebruikte materiaal is van koolstof staal (bestand tegen lage temperatuur);
- De operationele druk in de afvoerleiding is 185 bar;
- De operationele temperatuur van CO_2 in de afvoerleiding is circa -20 graden Celsius;
- De afvoerleiding wordt thermisch geïsoleerd (dit is echter geen isolatie tegen hittestraling).

3.3 Aanleg van de afvoerleiding

Het ontwerp past in de beschikbare strook aan de rand van het MOT-terrein. De grond zal beperkt verstoord worden voor het plaatsen van steunelementen voor de fundering van de stalen constructie. Het betreft hiervoor een ondiepe ontgraving van minder dan 1 meter diepte. De grond wordt ter plaatse zoveel mogelijk weer gebruikt.

4 Milieueffecten

De aanleg en gebruik van de afvoerleiding leidt tot milieueffecten die hieronder worden beschreven en vergeleken met de eerder voorgenomen route in de MOT-leidingstraat.

4.1 Geen effecten of geen verandering van effecten

Voor een aantal milieuaspecten heeft de afvoerleiding geen gevolgen en voor enkele zijn er gevolgen, die echter niet veranderen door de wijziging van de route van de afvoerleiding.

Geen effecten
De afvoerleiding komt boven maaiveld en er zijn geen werkzaamheden in de diepere ondergrond vereist. Er zijn zodoende ook geen effecten op archeologie te verwachten. Er zal tevens geen grondwaterbemaling nodig zijn voor de aanleg zodat er geen gevolgen zijn voor het aspect grondwater. De leiding ligt op maaiveld en heeft enkele expansieloops op een hoogte van 4,5-5 meter. Er is geen visuele impact van de leiding op de omgeving omdat deze geheel in het industriële landschap is opgenomen. Omdat geen heiwerkzaamheden nodig zijn is het milieuaspect geluid niet relevant.

Geen verandering van effecten door wijziging van de route
Gevolgen in de aanlegfase voor de luchtkwaliteit, de emissie van stikstof (gebiedsbescherming), bodem en natuur (beschermde soorten) verschillen niet van de gevolgen van aanleg in de centrale leidingstraat van MOT en zijn beschreven in het MER Aramis:

- ***Luchtkwaliteit***: de aanlegwerkzaamheden voor de leiding in de zuidelijke route verschillen niet van de aanlegwerkzaamheden in de MOT-leidingstraat. Er wordt bouwmaterieel ingezet en er vindt transport van materiaal plaats. Deze werkzaamheden zijn in het MER Aramis beoordeeld gezamenlijk met de werkzaamheden voor de aanleg van de steigers en de terminal en licht negatief beoordeeld (“-“). Die beoordeling verandert niet door de wijziging van de route.
- ***Stikstofemissie***: hoewel de gewijzigde route beperkt korter is dan de route door de MOT-leidingstraat, verschillen de aanlegwerkzaamheden niet. Daarom verschillen ook de stikstofemissies niet. De stikstofemissie zijn meebeoordeeld in alle aanlegwerkzaamheden voor de steigers, de terminal en de leiding en zijn zonder mitigerende maatregelen beoordeeld als negatief (“- -“). Met mitigatie wordt de beoordeling licht negatief (“-“). Er wordt dan vanuit gegaan dat 50% van de mogelijk electrificeerbare apparatuur daadwerkelijk beschikbaar zijn en ingezet kunnen worden. Die beoordeling verandert niet door de wijziging van de route. In de gebruiksfase zijn er geen stikstofemissies uit de afvoerleiding.
- ***Bodem***: ten aanzien van bodem worden er beperkte effecten verwacht door de vergraving in de aanlegfase. Het betreft ondiepe vergraving voor aanleg van fundering, minder dan ca. 1 meter diepte. Deze ondiepe vergraving verschilt niet van de ontgraving voor de route in de MOT-leidingstraat. Er worden geen verontreinigingen verwacht. De effecten voor bodem zijn voor de gewijzigde route beperkt en die verschillen niet van de route door de MOT-leidingstraat.
- ***Natuur (beschermde soorten)***: voor natuur geldt dat in het veldonderzoek voor het MER Aramis niet specifiek de mogelijke afvoerroutes zijn onderzocht op beschermde soorten. Voor het gehele terrein van de terminal, de afvoerleiding en de steigers is in het veldonderzoek de conclusie getrokken dat er geen leefgebied is voor de rugstreepppad. Omdat de gewijzigde route ook op dat terrein ligt, verandert de conclusie voor de rugstreeppad niet. Voor glad biggenkruid is geschikt leefgebied aanwezig op het terrein van de terminal en de afvoerleiding. Bij aanleg en gebruik wordt gewerkt volgens het activiteitenplan Aramis CCS (vergunningaanvraag flora en fauna activiteit in het kader van de omgevingswet, onderdeel soortenbescherming) om gevolgen voor glad biggenkruid te voorkomen. Werkzaamheden in de periode april t/m augustus mogen alleen plaatsvinden als dat niet leidt tot aantasting van de lokale populatie glad biggenkruid, te beoordelen door een deskundige op het gebied van glad biggenkruid. De beoordeling van de

gevolgen van de zuidelijke route voor glad biggenkruid verschilt dan ook niet van de gevolgen van de MOT-leidingstraat.

4.2 Beperkte verandering van milieueffecten

Onderstaand worden de milieueffecten voor externe veiligheid en domino-effecten nader toegelicht.

4.2.1 Externe veiligheid (bijlage 1)

Doordat CO_2 door de afvoerleiding stroomt, is er voor de externe veiligheid een QRA-berekening nodig. De berekening is uitgevoerd in de vorm van een QRA met behulp van Safeti-NL, versie 8.8. De rapportage vervangt de rapportage met de eerder uitgevoerde berekening van de ligging in de MOT-leidingstrook (zoals opgeleverd als onderdeel van het MER CCS Aramis op 9 februari 2024 en vervolgens herzien op 20 augustus 2024 vanwege opnemen van gevolgen voor nautische veiligheid). Doordat het een afvoerleiding betreft met dezelfde karakteristieken als de afvoerleiding in de MOT-leidingstrook, zijn de uitgangspunten voor berekening van de risicocontouren gelijk. De ligging op de zuidelijke route leidt tot een vergelijkbaar risicoprofiel. In bijlage 1 zijn de resultaten van deze berekening weergegeven.

Toelichting rekensystematiek
De CO2next afvoerleiding is een functioneel ondersteunende MBA aan de MBA CO2next terminal en wordt ‘voor de wet’ beschouwd als een procesleiding en niet als een buisleiding. Dit verandert niet door wijziging van de route. Daarom is de rekensystematiek voor (bovengrondse) procesleidingen toegepast.

Uitkomsten QRA-berekening (zie bijlage 1)
De QRA berekening leidt tot de volgende conclusies ten aanzien van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden van de doorgerekende bedrijfssituaties:

- De PR 10^{-6} per jaar contouren ten gevolge van de voorgenomen activiteit blijft binnen het voorgeschreven risicogebied en voldoet daarmee aan het landelijke toetsingskader. De ligging van de PR 10^{-6} contour verschilt nauwelijks van de PR 10^{-6} contour voor ligging in de MOT-leidingstrook.
- Het gifwolkaandachtsgebied blijft binnen het risicogebied.
- Wat betreft groepsrisico geldt dat een groepsrisico is bepaald. De hoogte van het groepsrisico overstijgt de oriëntatiewaarde niet. Ten opzichte van de afvoerleiding in de MOT leidingstrook geldt dat daar de aandachtsgebieden voor een groter deel over water gelegen zijn.

Een kwantitatieve beoordeling van het groepsrisico op basis van populatie uitgezonderd van personeel van bepaalde milieubelastende activiteiten binnen het aandachtgebied leidt (waarschijnlijk) tot een kleiner groepsrisico. Er zal mogelijk nog wel sprake zijn van een groepsrisico omdat (mogelijk) bedrijvigheid aanwezig is wat niet valt binnen de milieubelastende activiteiten waarvan bijbehorend personeel mag worden uitgesloten volgens groepsrisico verantwoordingsbeleid van de provincie Zuid-Holland.

4.2.2 Domino-effect analyse (bijlage 2)

Voor de zuidelijke route is een domino-effect analyse uitgevoerd om het effect van Gate en MOT op de CO_2-afvoerleiding te bepalen (DNV, zie bijlage 2). Behalve naar de gevolgen van hittestraling is daarbij ook gekeken naar andere scenario’s, zoals overdruk op de afvoerleiding door bijvoorbeeld explosie bij Gate (bij MOT is explosie geen realistisch scenario).

Effect van MOT op de CO_2-afvoerleiding
Een volledige oppervlaktebrand van een MOT-opslagtank is beschouwd als het maximale geloofwaardige scenario. In deze situatie verliest het drijvende dak van een tank zijn integriteit en drijfvermogen, waarbij de volledige oppervlakte van een tank gaat branden. Domino-effecten tussen tanks zijn niet waarschijnlijk. Een volledige oppervlaktebrand leidt niet tot effecten op de CO_2-afvoerleiding van CO2next omdat de hittestraling lager is dan 8 kW/m^2.

Een plasbrand is geen realistisch scenario, in tegenstelling tot de ligging van de afvoerleiding in de leidingstraat van MOT waar dit wel mogelijk is. In de centrale leidingstrook is de hittestraling groter dan in de zuidelijke route, maar bereikt ook daar niet het niveau dat schadelijk is voor de CO_2-afvoerleiding.

Effect van Gate op de CO_2-afvoerleiding
Het wordt niet verwacht dat de afvoerleiding van CO2next zal falen als gevolg van overdruk door explosie-scenario's. Het hoogste risico voor de afvoerleiding wordt veroorzaakt door hittestraling als gevolg van een fakkelbrand of een plasbrand van vrijgekomen LNG.

- Zonder bescherming van de afvoerleiding tegen hittestraling stijgt het risico op leidingfalen van $1*10^{-7}$ per jaar naar $1{,}37*10^{-4}$ per jaar. Het hoogste risico treedt op bij het truck laadstation.
- Met bescherming van de afvoerleiding tegen hittestraling wordt het risico beperkt tot $4{,}8*10^{-6}$ per jaar. Dit is in de ordegrootte van het natuurlijke faalrisico.

Voor het grootste deel van de afvoerleiding is het risico veel lager. Bovendien heeft het laadstation van Gate Sprinkler-installaties. Die reduceren het risico op een brand die domino-effecten kan veroorzaken voor de CO_2-afvoerleiding. De uitgevoerde berekeningen geven daarom een overschatting van het risico.

Voor domino risico's bestaan geen kwantitatieve acceptatiecriteria. Om het risico voor de CO_2-afvoerleiding te beperken tot het niveau in de ordegrootte van het natuurlijke faalrisico, zal de afvoerleiding ter hoogte van het laadstation worden beschermd tegen hittestraling. Daarnaast zal van het definitieve ontwerp van de terminal en de afvoerleiding een nieuwe QRA, inclusief domino-effecten van MOT en Gate, worden opgesteld. Mocht uit die studie blijken dat de bescherming tegen hittestraling een te zware maatregel is, dan kan deze alsnog gemotiveerd vervallen en eventueel worden vervangen door (een) andere maatregel(en).

Gate zal worden geïnformeerd over de uitkomst van de domino effectstudie en de voorgenomen mitigatie. Ook zullen de bedrijfsnoodplannen op de resultaten van de studie worden afgestemd.



Figuur 4.1. Impressie van het geplande ligging van het leidingtracé langs het hek met daar achter het Gate terrein.

4.3 Conclusie

De zuidelijke route leidt tot beperkte (wijziging in de) milieueffecten:

- De zuidelijke route van de afvoerleiding heeft geen gevolgen voor archeologie, grondwater, landschap en geluid.
- Gevolgen van de zuidelijke route voor luchtkwaliteit, stikstofemissies (gebiedsbescherming), bodem en natuur (soortenbescherming) verschillen niet met die van de route door de MOT-leidingstrook. Deze zijn beschreven in het MER Aramis.
- Gevolgen voor externe veiligheid zijn beperkt. De PR 10^{-6} per jaar contour verschilt nauwelijks van de PR 10^{-6} per jaar contour voor ligging in de MOT-leidingstrook. De contour blijft binnen het voorgeschreven risicogebied en voldoet daarmee aan het landelijke toetsingskader. Het gifwolkaandachtsgebied blijft binnen het risicogebied. De hoogte van het groepsrisico overstijgt de oriëntatiewaarde niet.
- Er zijn geen domino-effecten te verwachten op de CO_2-afvoerleiding in de zuidelijke route, als gevolg van een brand in een tank van MOT.
- Hittestraling als gevolg van een fakkelbrand of een plasbrand van vrijgekomen LNG bij het truck laadstation van Gate leidt tot een verhoogd risico voor falen van de CO_2-afvoerleiding. Het berekende risico treedt lokaal op en is een overschatting omdat het geen rekening houdt met de aanwezigheid van sprinklerinstallaties op het laadstation. Naar aanleiding van de domino-risicoanalyse is er in het ontwerp van de exportleiding hittebestendige isolatie voorzien nabij het truck laadstation van Gate. Hiermee wordt het risico verlaagd naar $4,8 * 10^{-6}$ per jaar. (Het standaardrisico op falen heeft dezelfde ordegrootte, te weten $1*10^{-7}$ per jaar). Hoewel er geen kwantitatieve richtlijnen bestaan voor aanvaardbare domino-risico's, is er in dit geval gekozen

voor een conservatief ontwerp. Met bescherming tegen hittestraling verschillen de gevolgen van de zuidelijke route slechts beperkt van de gevolgen van de afvoerleiding in de CO_2-leidingstraat.

Tabel 4-1. Effectbeoordeling exportleiding (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	MOT leidingstrook		Alternatief Zuidelijk trace	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Grondverzet	-	0	-	0
Water	Oppervlaktewater	-	0	-	0
Luchtkwaliteit	Emissies fijnstof en NOx	-	0	-	0
Geluid	Geluidshinder	0	0	0	0
	Onderwatergeluid	0	0	0	0
	Laagfrequent geluid	0	0	0	0
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	- -	0	- -
	Nautische veiligheid	0	0	0	0
Natuur	Gebiedsbescherming	- -	0	- -	0
	Beschermde en kwetsbare soorten	-	0	-	0
Afval	Reststoffen	-	0	-	0

Tabel 4-2. Effectbeoordeling exportleiding inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	MOT locatie en bolvormige tanks		Alternatief Zuidelijk trace	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	- -	0	- -
Natuur	Gebiedsbescherming	-	0	-	0

De zuidelijke route voor het leidingtracé biedt meer ruimte dan de centrale leidingstrook van MOT, wat gunstig is voor het bouwproces, de bereikbaarheid en onderhoud aan de afvoerleiding. De milieugevolgen van de zuidelijke route wijken bovendien, met de voorgenomen mitigatie tegen hittestraling, niet significant af van die van de route door de MOT-leidingstrook. Daarom kiest CO2next de zuidelijke route als voorkeursroute.

5 Procedures

Voor de gewijzigde route van de afvoerleiding is een beperkte aanpassing nodig van de ontwerp-omgevingsvergunning milieubelastende activiteit en het projectbesluit (het ruimtelijke plan). Voor de CO_2-terminal inclusief de afvoerleiding (in een andere route) is een vergunningaanvraag ingediend, samen met een verzoek tot aanpassing van het vigerende omgevingsplan (middels het projectbesluit). Beide aanvragen zijn 9 februari 2024 ingediend en hebben geleid tot ontwerpbesluiten tot verlening van de omgevingsvergunning en vaststelling van het projectbesluit. Deze ontwerpbesluiten hebben in de periode van 13 september tot en met 24 oktober 2024 ter inzage hebben gelegen. Op basis van de zienswijzen en het advies van de commissie voor de m.e.r., zal het bevoegd gezag volgens planning in februari 2025 een definitieve beslissing over de omgevingsvergunning en het projectbesluit nemen.

CO2next heeft in haar zienswijze aangegeven aanpassing te onderzoeken van de route van de afvoerleiding in de ontwerpomgevingsvergunning en het ontwerpprojectbesluit naar de in deze notitie voorgestelde zuidelijke route. In deze notitie is door CO2next onderbouwd dat de route aan de zuidzijde van het MOT-terrein voordelen biedt ten opzichte van de eerder aangevraagde route. Ook blijkt uit deze notitie dat de route aan de zuidzijde van het MOT-terrein met de voorgenomen mitigatie geen negatieve milieueffecten heeft ten opzichte van de eerder aangevraagde route.

Op alle andere aspecten van de CO_2-terminal en de daarvoor aangevraagde milieubelastende activiteit en functioneel ondersteunende activiteiten heeft de gewijzigde route van de afvoerleiding geen noemenswaardig effect. De functie van het project blijft ongewijzigd.

De wijziging leidt ook niet tot benadeling van betrokken partijen, nu bij het bepalen van de route afstemming heeft plaatsgevonden met de gebruikers van de betrokken en aangrenzende gronden, MOT en Gate. Beide hebben aangegeven dat hun belangen niet worden geschaad door de gewijzigde route.

CO2next verzoekt daarom om aanpassing van de route van de afvoerleiding in de ontwerpomgevingsvergunning en het ontwerpprojectbesluit naar de in deze notitie voorgestelde zuidelijke route. De beperkte wijziging kan door enkele aanpassing van de verbeelding van de afvoerleidingroute worden doorgevoerd. Gelet op het feit dat de verplaatste afvoerleiding niet tot wijziging van de activiteit leidt en geen verslechtering van de ruimtelijke situatie en milieueffecten optreedt en aangezien de omliggende betrokkenen niet door de wijziging worden geschaad kan de nieuwe afvoerroute in de definitieve besluiten worden verwerkt.

Bijlage 6a

QRA berekening

RHDHV

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Kwantitatieve Risico Analyse terminal CO2next

MER Aramis CO2 transportinfrastructuur

Klant: CO2next

Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2021

Status: 04/Definitief

Datum: 9 december 2024

ARAMIS	**CCS-ARAMIS Project** **Environment Impact Assessment – Baseline report** Document No. ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2021 Document title External safety report CO2next Revision Final 5.0

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document:	Kwantitatieve Risico Analyse terminal CO2next
Ondertitel:	QRA terminal CO2next
Referentie:	ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2021
Status:	04/Definitief
Datum:	9 december 2024
Projectnaam:	Aramis
Projectnummer:	BH8744

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1 Inleiding 4
1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief 5
1.2 Korte introductie op het thema externe veiligheid 7
1.2.1 Externe veiligheid bepaling op land 7
1.2.2 Relevante fases 7
1.2.3 Relevante alternatieven en varianten 7
1.3 Opbouw van het MER en dit deelrapport 7
2 Reikwijdte van de QRA 9
2.1 Aanleiding QRA 9
2.2 Rapportgegevens 9
2.2.1 Algemeen 9
2.2.2 Historie QRA 9
2.2.3 Wijzigingen in QRA 9
2.3 Leeswijzer 10
3 Beleid, wet- en regelgeving 11
3.1 Wettelijk kader 11
3.2 Wat is een QRA? 11
3.2.1 Regels voor het opstellen van een QRA 12
3.3 Landelijk toetsingskader 12
3.4 Lokaal toetsingskader 14
3.4.1 Ruimtelijke plannen 14
4 Systeembeschrijving terminalvoorzieningen 17
4.1 Subselectie 20
5 Doorzet gegevens 21
6 Faalscenario’s 22
6.1 Scheepsverlading 22
6.1.1 Laden en lossen van schepen 22
6.1.2 Aanvaren van aangemeerde schepen 24
6.2 Leidingen 25
6.3 Procesapparatuur 29
6.3.1 Opslagtanks 29
6.3.2 Pompen 30

7 Uitgangspunten risicomodellering 32
7.1 Risicomodel 32
7.2 Stofgegevens 32
7.3 Ontsteking 32
7.4 Interne domino-effecten 32
7.5 Externe domino-effecten 32
7.6 Ruwheidslengte 33
7.7 Weerscondities 33
7.8 Populatie in de omgeving 33
8 Resultaten locatie MOT 37
8.1 Variant: MOT-terrein – spheres 37
8.1.1 Plaatsgebonden risico 37
8.1.2 Aandachtsgebieden 39
8.2 Variant: MOT-terrein – bullets 40
8.2.1 Plaatsgebonden risico 40
8.2.2 Aandachtsgebieden 42
8.3 Variant: Leiding aan zuidzijde MOT terrein 43
8.3.1 Plaatsgebonden risico 43
8.3.2 Aandachtsgebieden 45
9 Resultaten locatie Gate (Tank 05) 47
9.1 Variant: Gate-terrein – spheres 47
9.1.1 Plaatsgebonden risico 47
9.1.2 Aandachtsgebieden 49
9.2 Variant: Gate-terrein – bullets 51
9.2.1 Plaatsgebonden risico 51
9.2.2 Aandachtsgebieden 53
10 Samenvatting bevindingen en toetsing wet- en regelgeving 55
11 Referenties 56

Bijlagen

1. Plattegrond van de inrichting
2. Loop der leidingen
3. Faalscenario’s - Overzicht van generieke faalscenario’s en initiële faalfrequenties
4. Faalscenario’s - detailuitwerking
5. Ammoniakkoelinstallatie

1 Inleiding

Ten geleide
Voor u ligt het detailrapport met als onderwerp kwantitatieve risicoanalyse van de CO2next terminal bij het MER voor het Aramis initiatief (kortweg Aramis). Het Aramis initiatief bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CCS-infrastructuur. Hiermee is het mogelijk om bij de industrie afgevangen CO_2 te vervoeren naar leeg geproduceerde gasvelden onder de Noordzee, om het daar permanent op te slaan. Hiermee leveren de Aramis initiatiefnemers een bijdrage aan het behalen van de Nederlandse klimaatdoelstellingen. Volgens nationale wetgeving zijn, in het kader van kwantitatieve risicoanalyse, de onderdelen van de Aramis CCS infrastructuur verdeeld in een terminal (CO2next genaamd, voorliggende QRA), een compressorstation en een zeeleiding (verbindende leiding tussen compressorstation en gasvelden).

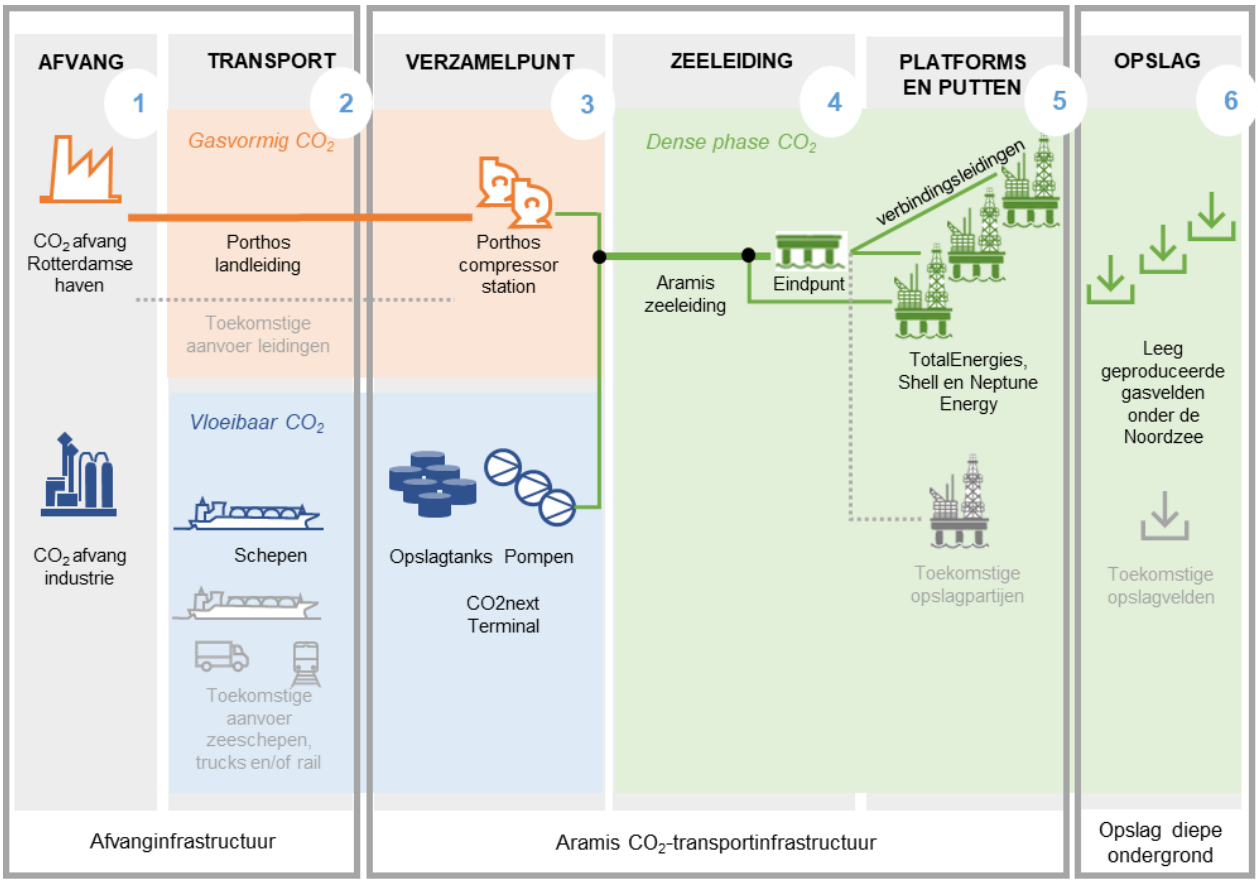
Het doel van dit detailrapport is om het risicoprofiel van de CO2next terminal te kwantificeren door numerieke waarden toe te kennen aan waarschijnlijkheid en gevolgen van ongewone voorvallen, wat resulteert in een toetsbaar risicoprofiel. Hierbij worden (technische) gegevens en (incident) statistieken gecombineerd om inzicht te krijgen in potentiële slachtoffers, en om de afwegingen te ondersteunen over het al dan niet hoeven nemen van mitigerende maatregelen om ruimtelijke inpassing mogelijk te maken.

Dit detailrapport bevat een beschrijving en beoordeling van het risicoprofiel van de CO2next terminal binnen het Aramis initiatief.

1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief

Integrale Aramis CCS-keten

Om de klimaatdoelstellingen te behalen, is er behoefte aan additionele transportinfrastructuur voor CO_2, waarmee meerdere opslaglocaties op zee worden ontsloten voor verschillende industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte door een nieuwe integrale en open CCS-keten mogelijk te maken. Het Aramis initiatief vormt een onderdeel van deze CCS-keten en bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CO_2-transportinfrastructuur. Het Aramis initiatief wordt in de rapportage dan ook wel aangeduid als Aramis CO_2-transportinfrastructuur. Samen met de afvanginfrastructuur en opslaginfrastructuur vormt dit de integrale CCS keten met onderstaande samenhangende onderdelen (zie figuur 1-1).



Figuur 1-1. Overzicht van de integrale CCS-keten met daarin de componenten die onderdeel zijn van de voorgenomen activiteit, namelijk: transport per schip, terminal CO2next, uitbreiding compressorstation Porthos, zeeleiding met eindpunt en connectiepunten, aansluitleidingen en platforms

CO_2-afvanginfrastructuur

1. CO_2-afvang bij industrie, en geschikt maken voor transport;
2. CO_2-transport naar het verzamelpunt op de Maasvlakte, middels de Porthos landleiding of per schip;

CO_2-transportinfrastructuur (Aramis initiatief)

3. CO_2-verzamelpunt op de Maasvlakte met een compressorstation en een terminal.
    a. Het compressorstation ontvangt gasvormig CO_2 dat aangevoerd wordt per landleiding (via de Porthos-landleiding) en brengt het op druk voor het transport per zeeleiding;

b. De terminal ontvangt vloeibaar CO_2 aangevoerd per schip. De terminal locatie bevat steigers, opslagtanks voor tijdelijke opslag van CO_2 en hogedrukpompen voor levering aan de zeeleiding. CO_2 uit het compressorstation en vanaf de terminal komen samen in de CO_2-zeeleiding;

4. CO_2-transport door de centrale CO_2-zeeleiding naar het distributieplatform op de Noordzee. Dit platform is uitgerust met een verdeelstation voor toevoer van CO_2 naar de verschillende platforms. Er zijn tevens connectiepunten in de zeeleing waar vandaan CO_2 aan platforms geleverd kan worden;
5. CO_2-injectie: via verbindingsleidingen komt de CO_2 vanaf de zeeleiding bij injectieplatform. Middels putten bij deze platforms wordt CO_2 geïnjecteerd in leeg geproduceerde gasvelden in de diepe ondergrond van de Noordzee.

CO_2-opslag diepe ondergrond

6. CO_2-opslag: permanente CO_2 opslag in de diepe ondergrond.

Het Aramis initiatief

Het Aramis initiatief heeft als doel het verzamelpunt (onderdeel 3), de zeeleiding (onderdeel 4) en de injectie (onderdeel 5) te realiseren. Hiervoor wordt door het Aramis consortium (bestaande uit Shell, TotalEnergies, Gasunie en EBN) samengewerkt met CO2next (voor de terminal) en Porthos (voor het compressorstation). De opslag vindt plaats vanaf de platforms van Shell, TotalEnergies en Neptune Energy.

De afvang (onderdeel 1) en transport van CO_2 naar het verzamelpunt (onderdeel 2) vallen buiten het Aramis initiatief[1]. In het MER worden deze aspecten wel benoemd en op hoofdlijnen beschreven, omdat ze integraal onderdeel uitmaken van de integrale Aramis CCS keten.

De opslag in de diepe ondergrond (onderdeel 6) valt eveneens buiten het initiatief. Voor de diepe ondergrond gelden geen milieuregels. De mogelijke gevolgen van opslag in de diepe ondergrond wordt echter wel apart beschreven in het MER middels de deelrapporten opslag diepe ondergrond.

Bij de aanleg van Aramis wordt rekening gehouden met toekomstige uitbreiding met meer leveranciers van CO_2 en meer opslagpartijen. In eerste instantie wordt vergunning aangevraagd voor een startsituatie en de eerste uitbreidingssituatie. Dit wordt in het MER getoetst. Toekomstige initiatieven *na* de eerste uitbreidingssituatie behoren niet tot de vergunningaanvraag maar worden in het MER wel (globaal) beschreven.

De ingebruikname verwachten de Aramis initiatiefnemers in 2028, waarbij tegelijk al de eerste activiteiten zoals beschreven in de eerste uitbreidingsituatie kunnen starten. Voor het bereiken van de maximale doorvoercapaciteit is enkele jaren later als uitgangspunt in het MER aangehouden.

Een uitgebreide beschrijving van het Aramis initiatief is opgenomen in het deelrapport technische beschrijving en het samenvattend hoofdrapport MER (zie figuur 1-2).

[1] *Een deel van de schepen die CO_2 leveren aan de terminal is afkomstig van Aramis-initiatiefnemers.*

1.2 Korte introductie op het thema externe veiligheid

1.2.1 Externe veiligheid bepaling op land

De externe veiligheid wordt berekend voor (normale) operationele fase. Hiervoor wordt een wettelijk voorgeschreven softwarepakket gebruikt genaamd Safeti-NL (versie 8.8). De externe veiligheidsberekeningen hebben betrekking op mogelijke risico's op land.

De berekeningen worden uitgevoerd voor de CO2next terminal, inclusief transportleiding van en naar de terminal, het compressorstation van Porthos en het landdeel van de zeeleiding tot aan de kruising met de zeewering. In deze rapportage worden de bevindingen bij de CO2next terminal beschreven.

1.2.2 Relevante fases

Het MER bestudeert die aspecten van een activiteit die de fysieke leefomgeving kunnen beïnvloeden. De milieueffecten van de alternatieven en varianten voor het thema externe veiligheid worden beschreven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de aanlegfase en gebruiksfase, en worden de mogelijke effecten van een incident beschreven; namelijk:

- De aanlegfase bestaat uit de aanleg van de terminal, het aanpassen van het compressorstation en plaatsen van de buisleiding op land (en in de bodem).
- De gebruiksfase bestaat uit de start-up en shutdown van de buisleiding waarbij de druk en temperatuur van CO_2 in de buisleiding zal toenemen en afnemen. Gedurende de normale gebruiksfase wordt een constante druk en temperatuur aangenomen.

In de eerste fase van de m.e.r.-procedure voor het Aramis initiatief is afgebakend welke onderwerpen binnen dit thema relevant zijn om te onderzoeken en hoe. Dit is beschreven in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau die 18 november 2022 definitief is vastgesteld door de Minister voor Klimaat en Energie.

1.2.3 Relevante alternatieven en varianten

In het MER zijn verschillende alternatieven en varianten onderzocht. Deze alternatieven en varianten zijn voor het milieuthema externe veiligheid CO2next terminal niet allemaal relevant. In Tabel 1-1 zijn de relevante varianten opgenomen.

Tabel 1-1 Relevante alternatieven en varianten voor het aspect externe veiligheid.

	Voorgenomen activiteit	Alternatief/ variant
Locatie van de terminal	Op het MOT-terrein, ten zuidoosten van de meest oostelijke opslagtanks voor aardolie	Op het Gate terminalterrein ten oosten van de Yukonhaven
Type opslagtanks	Optie 2: Spheres	Optie 1a: Bullets

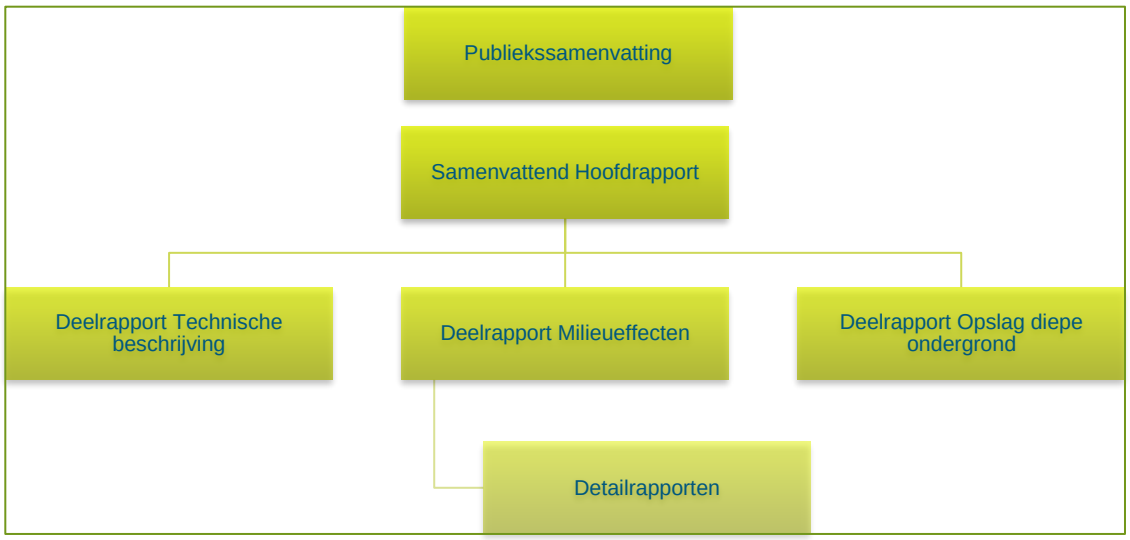
Een uitgebreide beschrijving van al de alternatieven en varianten is opgenomen in het deelrapport Technische beschrijving bij het MER.

1.3 Opbouw van het MER en dit deelrapport

Voor het Aramis initiatief is een gecombineerd Plan-/ProjectMER opgesteld. Figuur 1-2 geeft de rapportagestructuur van het MER Aramis. Het MER bestaat uit een Samenvattend Hoofdrapport, voorzien van een Publiekssamenvatting. Ter onderbouwing van het Samenvattend Hoofdrapport zijn deelrapporten opgesteld. Dit betreft het deelrapport Technische beschrijving van Aramis, het deelrapport Milieueffecten

met daarbij de onderliggende technische detailstudies en de deelrapporten Opslag diepe ondergrond. Doordat CO_2 in meerdere geologische voorkomens wordt opgeslagen, zijn er voor de opslag diepe ondergrond meerdere deelrapporten opgesteld.

Het voorliggende rapport is het detailrapport Externe veiligheid CO2next terminal. De bevindingen uit dit detailrapport zijn opgenomen in het Deelrapport Milieueffecten, en op hoofdlijnen in het Samenvattend Hoofdrapport.



Figuur 1-2: Overzicht rapportagestructuur MER Aramis

Opbouw van dit deelrapport

Dit deelrapport beschrijft in het volgende hoofdstuk allereerst welk kader van beleid, wet- en regelgeving van toepassing is voor het thema Externe veiligheid van de CO2next terminal. Nadat in hoofdstuk 3 beschreven wordt hoe de methodiek van onderzoek en beoordeling eruit zal zien wordt in hoofdstuk 4 beschreven hoe het proces er uit zal zien in de gebruiksfase van het project. In hoofdstuk 5 worden de uitgangspunten beschreven middels een toelichting van de belangrijkste algemene parameters zoals gehanteerd voor de analyse, daarnaast worden verschillende mogelijke faalscenario's beschreven en de initiële faalfrequenties worden gegeven. Hoofdstuk 6 en 7 geven de resultaten weer die uit de risicoanalyse is gekomen voor respectievelijk de spheres en bullets. Tot slot wordt op basis van deze resultaten een conclusie getrokken en aanbevelingen gedaan in hoofdstuk 9.

2 Reikwijdte van de QRA

Onderwerp van deze QRA is de voorgenomen CO2next terminal op de Maasvlakte. In paragraaf 1.2.3 is beschreven dat de voorgenomen activiteit een terminal omvat gelegen ten zuidoosten van het MOT-terrein waarbij kooldioxide wordt opgeslagen in bolvormige opslagtanks (verder spheres). Aanvullend zijn alternatieven en varianten gegeven die in het kader van het MER worden onderzocht.

Voor dit QRA-rapport vormt de voorgenomen variant 'MOT-terrein – Spheres' het uitgangspunt. Dit betekent dat uitgangspunten zijn gebaseerd op het technisch en operationeel ontwerp van voorgenoemde variant. Opgemerkt wordt dat afgezien van de locatie en het type opslagtanks de ontwerpen op hoofdlijnen gelijk zijn; doorzet van de terminal en de bijbehorende modaliteiten, aantallen procesapparatuur, operationele condities, etc. zijn gelijk voor alle varianten. Enkel in de hoofdstukken die de resultaten beschouwen worden daarom de alternatieven en varianten behandeld.

2.1 Aanleiding QRA

Aanvraag omgevingsvergunning voor oprichten en exploiteren CO2next terminal.

2.2 Rapportgegevens

2.2.1 Algemeen

In onderstaande opsomming zijn de algemene rapportgegevens opgenomen:

Naam van de inrichting :		CO2next
Adres van de inrichting	:	Aziëweg, Maasvlakte Rotterdam
Reden opstellen QRA	:	Inzichtelijk maken van het risicoprofiel naar externe veiligheid voor de voorgenomen terminal
Gevolgde methodiek	:	Safeti-NL (DNV, versie 8.8) [5] in combinatie met het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid (RIVM, versie oktober 2020) [6]
Peildatum QRA	:	November 2023

2.2.2 Historie QRA

Deze paragraaf is voor deze versie van de QRA-rapportage niet van toepassing om dat deze QRA-rapportage de initiële rapportage ten behoeve van de oprichtingsvergunning betreft. Wel is deze opgenomen om vast een goede rapportage indeling te verzorgen voor eventuele toekomstige actualisaties

Onderstaande tabel toont de historie van al eerdere QRA's zoals deze bekend zijn bij het bevoegd gezag.

Datum	Referentie	Titel en toelichting

2.2.3 Wijzigingen in QRA

Deze paragraaf is voor deze versie van de QRA-rapportage niet van toepassing om dat deze QRA-rapportage de initiële rapportage ten behoeve van de oprichtingsvergunning betreft. Wel is deze opgenomen om vast een goede rapportage indeling te verzorgen voor eventuele toekomstige actualisaties

Ten opzichte van de vigerende vergunningen worden vernieuwingen doorgevoerd zoals opgenomen in onderstaande tabel.

Aard van wijziging	Invloed op QRA

2.3 Leeswijzer

Deze rapportage bevat zowel wettelijke en beleidsmatige informatie, informatie over de wijze van modellering in de software en (detail) technische informatie van de installatie. Afhankelijk van het doel waarmee een lezer deze rapportage leest en de technische kennis wordt aangeraden om een combinatie van bepaalde hoofdstukken te lezen.

Indien het doel van de lezer is om inzicht te krijgen in de context en implicaties van de QRA wordt aangeraden om hoofdstukken 1, 2, 3, 8 en 9 te lezen. Genoemde hoofdstukken bevatten geen technische informatie, maar geven het wettelijk en beleidsmatige kader, en beschrijven hoe de resultaten in dat kader beschouwd moeten worden. Eventueel kan aanvullend hoofdstuk 4 worden gelezen dat een systeembeschrijving op hoofdlijnen geeft.

Indien het doel van de lezer is om de QRA te kunnen beoordelen wordt aangeraden om alle hoofdstukken te lezen. Hoofdstukken 4, 5, 6 en 7 geven gedetailleerde informatie over de werkwijze om te komen tot het QRA-model en welke aannames daarvoor gedaan zijn.

3 Beleid, wet- en regelgeving

Dit hoofdstuk beschrijft welk beleid en welke wet en regelgeving relevant is voor de kwantitatieve risicoanalyse voor de CO2next terminal. Dit maakt duidelijk binnen welke randvoorwaarden deze tot stand moet komen.

3.1 Wettelijk kader

Een ruimtelijk plan wordt in het kader van externe veiligheid getoetst aan het landelijk wettelijk kader en het lokale beleidskader. Dit kan gemeentelijk beleid en/of provinciaal beleid zijn. Het wettelijke en beleidskader worden door een gemeente vertaald naar het omgevingsplan. Daarmee vormt het omgevingsplan het belangrijkste toetsingskader. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de meest relevante wetgeving en de toetsingscriteria waaraan de voorgenomen ontwikkeling in het kader van externe veiligheid wordt getoetst.

De wetgeving voor externe veiligheid in relatie tot milieubelastende activiteiten is verankerd in de Omgevingswet, bijbehorende besluiten en regelingen. Dit geldt ook voor alle andere thema's in de leefomgeving. De omgevingswet richt zich tot alle partijen die daarin actief zijn: burgers, bedrijven en overheid. De belangrijkste regels voor externe veiligheid staan in het 'Besluit activiteiten leefomgeving' (Bal) [1], 'Besluit kwaliteit leefomgeving' (Bkl) [2], en Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) [3]. Een gemeente vertaalt deze regels naar het omgevingsplan. Dit geldt ook voor het beleid zoals dit is opgenomen in de gemeentelijk omgevingsvisie, de provinciale omgevingsverordening en andere relevante beleidsdocumenten. In het omgevingsplan kan een gemeente daarnaast nadere (maatwerk) regels stellen en bijvoorbeeld voor specifieke activiteiten die geen vergunningplicht kennen een vergunningplicht instellen. In het Bal zijn algemene door het rijk gestelde regels opgenomen voor milieubelastende activiteiten in fysieke leefomgeving. Het Bal stelt daarmee ook welke activiteiten milieubelastend zijn (zogenaamde aanwijzing) en welke daarvan vergunningplichtig zijn. In het Bkl zijn regels opgenomen voor het Rijk en decentrale overheden ten aanzien van omgevingswaarden, instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring. Het Bkl geeft daarmee aan hoe in een omgevingsplan rekening moet wordt gehouden met externe veiligheid van milieubelastende activiteiten. De regels in het Bal gelden 'rechtstreeks' voor milieubelastende activiteiten waarop de regels betrekking hebben. In het omgevingsplan kan een gemeente aangeven waar bepaalde functies en daarmee bepaalde activiteiten wel en niet zijn toegelaten en, eventueel, onder welke aanvullende voorwaarden.

CO2next is volgens het Bal aangewezen als milieubelastende activiteit binnen de categorie 'Mijnbouw' (Bal, paragraaf 3.10.1) wat behoort tot de afdeling 'Mijnbouw'. Voor een dergelijke milieubelastende activiteit dient volgens de Omgevingsregeling [4] een zogenaamde kwantitatieve risicoanalyse (QRA) te worden uitgevoerd om het risicoprofiel naar de omgeving te bepalen en te toetsen. In onderstaande paragrafen is het van toepassing zijnde wettelijk en beleidsmatig kader uitgewerkt.

3.2 Wat is een QRA?

Een QRA maakt de externe veiligheidsrisico's inzichtelijk. Bij het inzichtelijk maken van externe veiligheidsrisico's wordt een tweetal begrippen gehanteerd, het 'plaatsgebonden risico' en de 'aandachtsgebieden'.

- Het plaatsgebonden risico is de kans op het overlijden van een onbeschermd en continu aanwezig persoon buiten de begrenzing van de locatie waar een activiteit wordt verricht als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door die activiteit. (Artikel 5.6, Bkl)
- Een aandachtsgebied omvat het gebied begrenst door de afstand waarbij mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van een ongewoon

voorval met gevaarlijke stoffen. Onderscheid wordt gemaakt in een brandaandachtsgebied, explosieaandachtsgebied en gifwolkaandachtsgebied.

Bij risicoberekeningen in een QRA worden de risico's van de verschillende scenario's gesommeerd tot een totaal PR. Het PR is onafhankelijk is van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen

3.2.1 Regels voor het opstellen van een QRA

Voor het opstellen van een QRA, en daarmee het bepalen van het plaatsgebonden risico en de aandachtgebieden dient te worden aangesloten bij de rekenmethodiek zoals benoemd in de Omgevingsregeling [4], artikelen 4.10, 4.11 en 4.12. Volgens deze artikelen moet voor het exploiteren van de terminal:

- Voor het berekenen van de afstand voor het plaatsgebonden risico gebruik worden gemaakt van modules I en II van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en Safeti-NL.
- Voor het berekenen van de afstand voor een aandachtsgebied gebruik gemaakt worden van het stappenplan (RIVM), het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en Safeti-NL

In het vervolg van dit rapport wordt gesproken over 'rekenvoorschriften/rekenmethodiek' waarmee bovenstaande wordt bedoeld; tenzij expliciet anders vermeld.

3.3 Landelijk toetsingskader

In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) zijn in paragraaf 5.1.2.2 (betreffende 'veiligheid rond opslag, productie, gebruik en vervoer van gevaarlijke stoffen en windturbines') wettelijke grens- en standaardwaarden opgenomen voor het PR in relatie tot omliggende gebouwen en locaties, en is de begrenzing van de aandachtsgebieden gedefinieerd. Deze grens- en standaardwaarden en begrenzing moeten worden toegepast bij besluitvorming in het kader van de omgevingsvergunning (verlening) en van de inrichting van de fysieke leefomgeving.

Plaatsgebonden risico

Grenswaarde

De grenswaarde dient te worden beschouwd als een harde norm waaraan te allen tijde dient te worden voldaan.

- Van toepassing op (in de omgeving aanwezige) zeer kwetsbare gebouwen, kwetsbare gebouwen en kwetsbare locaties.
  Voor het risico veroorzaakt door activiteiten die behoren tot 'veiligheid rond opslag, productie, gebruik en vervoer van gevaarlijke stoffen en windturbines', is een grenswaarde van toepassing gelijk aan de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar (Bkl Artikel 5.7).

Standaardwaarde

De standaardwaarde is de nieuwe term voor de oude 'richtwaarde' en kan worden beschouwd als een 'zachtere' norm. Van deze standaardwaarde mag het bevoegd gezag slechts afwijken als 'gewichtige redenen' daartoe aanleiding geven. Die redenen moeten in de motivering van een besluit worden aangegeven. Er is bewust van afgezien om in het Bkl een nadere invulling van het begrip 'gewichtige reden' te geven. Afwijking van een standaardwaarde is primair een verantwoordelijkheid van het lokale bevoegd gezag.

- Van toepassing op (in de omgeving aanwezige) beperkt kwetsbare gebouwen en locaties. Voor het risico veroorzaakt door activiteiten die behoren tot 'veiligheid rond opslag, productie, gebruik en vervoer van gevaarlijke stoffen en windturbines', is een standaardwaarde van toepassing gelijk aan de

plaatsgebonden risicocontour van 10--6 per jaar (Bkl Artikel 5.11, lid 1), uitgezonderd windturbines met een rotordiameter van meer dan 2 meter, daarvoor geld een standaardwaarde van 10-5 per jaar (Bkl, Artikel 5.11, lid 2).

De artikelen 5.7 en 5.11, eerste en tweede lid, zijn niet van toepassing op het plaatsgebonden risico van een activiteit voor beperkt kwetsbare en kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties waar een activiteit als bedoeld in bijlage VII wordt verricht of die een functionele binding hebben met een activiteit als bedoeld in die bijlage.

Voor definities en indeling van zeer kwetsbare gebouwen, kwetsbare gebouwen en locaties, en beperkt kwetsbare gebouwen en locaties wordt verwezen naar bijlage VI van het Bkl.

Aandachtsgebieden
De begrenzing van de aandachtsgebieden is gedefinieerd als:

- Een brandaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een plasbrand of een fakkelbrand, de warmtestraling ten hoogste 10 kW/m2 is (Bkl artikel 5.12, lid 1).
- Een explosieaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot:
  - een kokende vloeistof-gasexpansie-explosie (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, BLEVE), de warmtestraling ten hoogste 35 kW/m2 is, en;
  - een explosie, anders dan onder a, de overdruk ten hoogste 10 kPa (0,1 bar) is (Bkl artikel 5.12, lid 2).
- Een gifwolkaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een gifwolk, personen in een gebouw overlijden door blootstelling aan ten hoogste de bij ministeriële regeling bepaalde vastgestelde concentratie van een gevaarlijke stof (Bkl artikel 5.12, lid 3). Het berekende gifwolkaandachtsgebied kan enkele kilometers groot zijn. Dit hangt samen met het soort en de hoeveelheden giftige stoffen die vrijkomen. Bij het besluit over een ruimtelijk ontwikkeling in de omgeving van een activiteit met gevaarlijke stoffen, is het gebied waar rekening moet worden gehouden met het groepsrisico als gevolg van een gifwolk beleidsmatig afgekapt op 1,5 kilometer (Bkl artikel 5.12, lid 4). Deze beleidsmatige afkapgrens geldt alléén voor ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving van een activiteit met gevaarlijke stoffen. De afkapgrens geldt dus niet voor het verlenen van de vergunning voor de activiteit met gevaarlijke stoffen zelf. Bij de beoordeling of voorschriften aan de omgevingsvergunning voor een activiteit met gevaarlijke stoffen moeten worden verbonden om de gevolgen voor de omgeving van een gifwolk te beperken, moet uitgegaan worden van het bepaalde of berekende gifwolkaandachtsgebied. Ook geldt de afkap niet bij het rekening houden met de veiligheidsrisico's van een brand, ramp, of crisis (Bkl artikel 5.2).

<u>Groepsrisico</u>
Volgens Artikel 5.15 van het Bkl moet binnen de aandachtsgebieden rekening worden gehouden met de kans op het overlijden van een groep van tien of meer personen per jaar als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door een activiteit. Hoe met het groepsrisico, en de aanvaardbaarheid daarvan, rekening is gehouden, moet geborgd zijn in het omgevingsplan. Bij de voor het groepsrisico te maken afwegingen moet rekening worden gehouden met personen aanwezig binnen en buiten gebouwen (beschouwd binnen het aandachtsgebied). De Omgevingswet kent in geen verplichting om het groepsrisico te kwantificeren. De Omgevingswet kent wel een opdracht tot nadenken, afwegen en verantwoorden van de risico's voor een groep. Het doel van die verantwoording is het voorkomen van maatschappelijke ontwrichting (Bkl, nota van toelichting, 17.3.5 Hoofdstuk 5: Omgevingsplannen).

Gemeenten en provincies kunnen ervoor kiezen om het groepsrisico te kwantificeren om de hoogte van het groepsrisico te vergelijken met een zogenaamde oriëntatiewaarde. Dit ter ondersteuning van de onderbouwing van het al dan niet kunnen aanvaarden van het groepsrisico. Dit is lokale beleidsvrijheid. Bij deze benadering wordt het bepaalde groepsrisico weergegeven als zogenaamde fN-curve, waarbij de kans (f) wordt uitgezet tegen het mogelijke aantal doden (N); afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving van de activiteit.

3.4 Lokaal toetsingskader

3.4.1 Ruimtelijke plannen

Navolgend wordt de relevante omgevingsvisie en het relevante omgevingsplan besproken, daarna wordt het van toepassing zijnde risicogebied toegelicht (voorheen veiligheidscontour); dit risicogebied is in (de toelichting op) het omgevingsplan opgenomen.

Omgevingsplan (voorheen bestemmingsplan(nen))

Ten tijde van het schrijven van deze rapportage zijn de omgevingsplannen en beschikbare informatie via overheidswebsite nog in ontwikkeling. Om deze reden is besloten om nog gebruik te maken van de bestemmingsplannen ter beschrijving van de directe omgeving van de zeeleiding.

Bestemmingsplan Maasvlakte 1
De terminal bevindt zich binnen het vigerende bestemmingsplan ‘Maasvlakte 1’ (onherroepelijk vastgesteld d.d.23 april 2015) [9]. Figuur 3-1 toont een deel van het plangebied; Figuur 3-2 toont het gehele plangebied. Onderstaand is op hoofdlijnen beschreven welke bestemmingen binnen dit plan zijn toegestaan, en is beschreven of en zo ja welke specifieke instructies voor aandachtsgebieden van toepassing zijn.

Plangebied
Het gebied in de directe omgeving is hoofdzakelijk bestemd voor industriële bedrijvigheid ten behoeve van raffinage en op- en overslag van koolwaterstoffen, en voor overslag van containers. Ten Noorden van de terminal, aan de Maasmond, is ruimte bestemd voor windturbines.

Aandachtgebieden en groepsrisico
Binnen de aandachtsgebieden kunnen zich ongewone voorvallen met gevaarlijke stoffen voordoen, waarbij afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in het gebied meer of minder slachtoffers kunnen vallen. Daarnaast kan schade optreden aan gebouwen, locaties en het milieu.

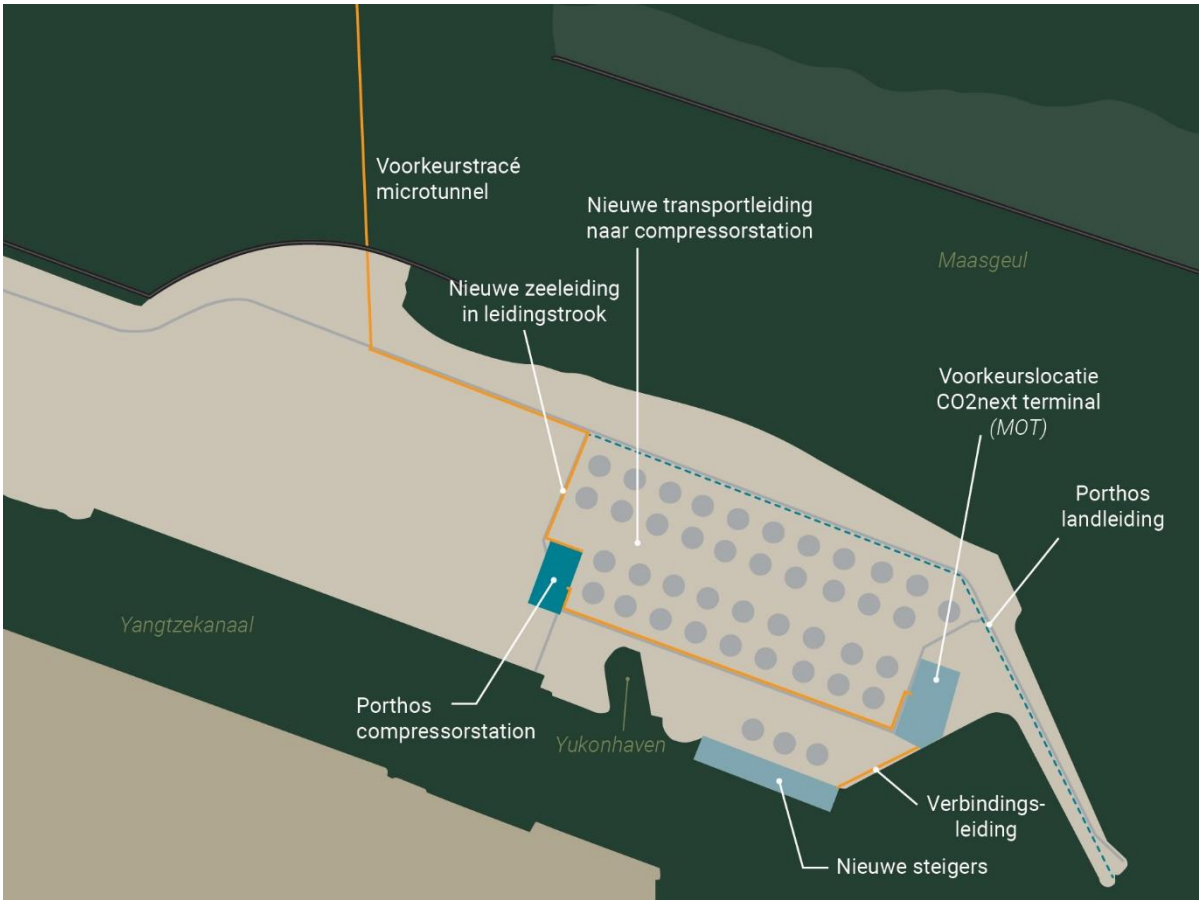
Naar verwachting wordt voor (concrete) invulling van toetsing van het groepsrisico aangesloten bij het beleid voor groepsrisicoverantwoording zoals vastgesteld door de gedeputeerde staten van Zuid-Holland [7]. In essentie wordt onderstaande werkwijze voorgeschreven (voor de formele (rechtsgeldige) tekst en toepassing wordt verwezen naar het beleidsdocument).

Een kwalitatieve beoordeling van het groepsrisico volstaat indien (artikel 4):
a. het gebied dat begrensd wordt door de afstand tot 1% letaliteit van de milieubelastende activiteit, geheel binnen het risicogebied ligt; of
b. er sprake is van een beperkte of lage personendichtheid binnen het gebied dat begrensd wordt door de afstand tot 1% letaliteit van de milieubelastende activiteit (5 personen per hectare of minder).

Ingeval van een kwantitatieve beoordeling zijn opeenvolgende stappen mogelijk.

1. Volledige inventarisatie van populatie binnen aandachtsgebied (artikel 4)
   Indien de groepsrisicoberekening wijst op een verhoogd groepsrisico of een verdere toename van het groepsrisico in de autonome situatie waarin een verhoogd groepsrisico al bestaat, beoordelen gedeputeerde staten het groepsrisico door middel van een tweede groepsrisicoberekening
2. Herbeoordeling van het groepsrisico: uitsluiten van werknemers van risicovolle bedrijven binnen het aandachtsgebied (artikel 6)
   Indien de groepsrisicoberekening, bedoeld in artikel 6, eerste lid, wijst op een verhoogd groepsrisico of een verdere toename van het groepsrisico in de autonome situatie waarin een verhoogd groepsrisico al bestaat, beoordelen gedeputeerde staten het groepsrisico door middel van een derde groepsrisicoberekening
3. Beoordeling aanvaardbaarheid bij een verhoogd groepsrisico
   Wanneer uit de nadere beoordeling van het groepsrisico blijkt dat het berekende groepsrisico nog steeds de oriëntatiewaarde overschrijdt, of als het groepsrisico verder is toegenomen ten opzichte van de autonome situatie waarin een verhoogd groepsrisico al bestaat, bepalen gedeputeerde staten de aanvaardbaarheid van de ontwikkeling in relatie tot de risico's.

Voor milieubelastende activiteiten (anders dan buisleidingen) is criterium voor toetsing van groepsrisico genaamd 'de oriëntatiewaarde', gedefinieerd als een dalende lijn beginnend bij een kans van één op honderdduizend dat 10 personen komen te overlijden, waarbij voor elke vertienvoudiging van het aantal doden de frequentie met een factor honderd gereduceerd wordt (10 doden bij 10^{-5} per jaar, 100 doden bij 10^{-7} per jaar, 1000 doden bij 10^{-9} per jaar, etc).



Figuur 3-1: Deel van plangebied Maasvlakte 1 met daarin de verschillende componenten van CCS Aramis, waaronder de CO2next onderdelen.

Risicogebied Maasvlakte 1 en 2 (voorheen Veiligheidscontour)
CO2next bevindt zich binnen het vigerende risicogebied ‘Maasvlakte 1 en 2’, opgenomen in het omgevingsplan. Figuur 3-2 toont de verbeelding van dit risicogebied. Op de begrenzing van het risicogebied moet een grenswaarde voor het plaatsgebonden risico van ten hoogste een op de miljoen per jaar (10^{-6} per jaar) in acht worden genomen (uitgezonderd activiteiten binnen het basisnet, en buisleidingen met gevaarlijke stoffen; een activiteit als bedoeld in het Bkl in bijlage VII, onder C, en onder D, onder 2) (Bkl Artikel 5.16).

Binnen een risicogebied zijn artikelen 5.7 en 5.11 van het Bkl niet van toepassing op het plaatsgebonden risico (zie items zoals eerder beschreven onder plaatsgebonden risico – grenswaarden en plaatsgebonden risico - standaardwaarden). Artikel 5.15 is niet van toepassing op de aandachtsgebieden voor zover die gelegen zijn binnen het risicogebied; dit betreft verantwoording van het groepsrisico zoals eerder besproken onder aandachtgebieden-groepsrisico.



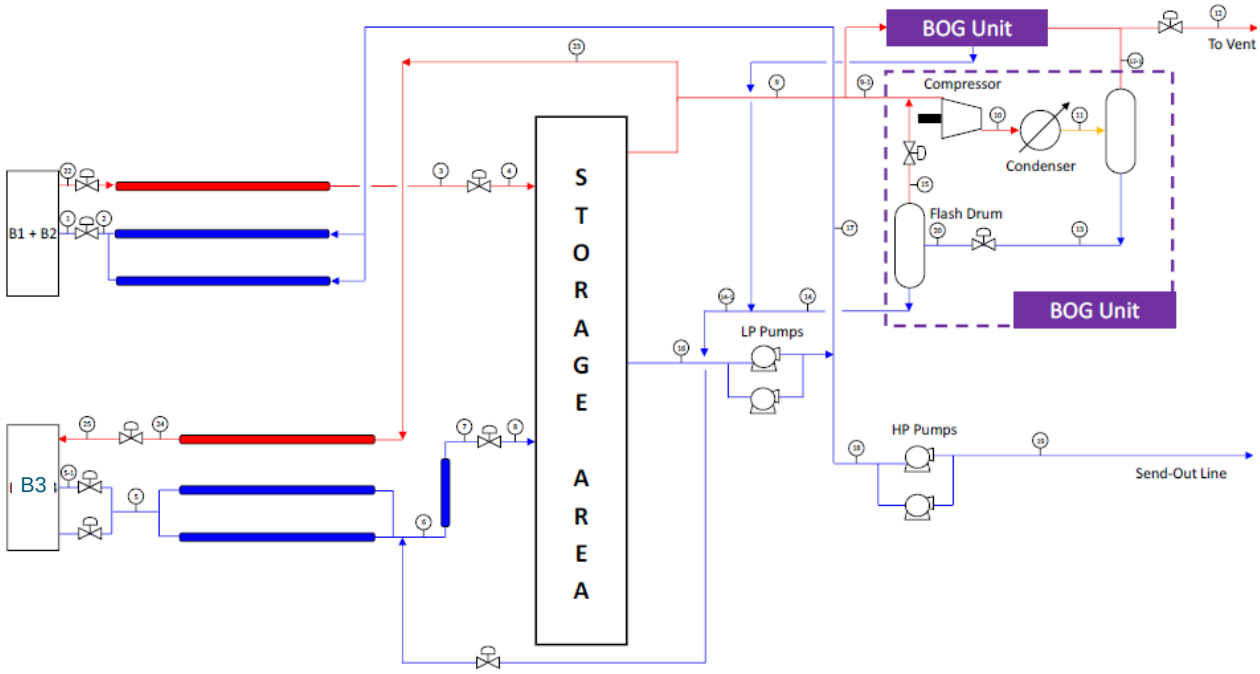
Figuur 3-2: Plangebied Het roze vlak representeert het plangebied ‘Maasvlakte 1’, de rode contour representeert de veiligheidscontour, het groene vlak het gebied waar het voornemen is voorzien.

4 Systeembeschrijving terminalvoorzieningen

Dit hoofdstuk beschrijft op hoofdlijnen het proces op de terminal voor ‘fase 2’; in deze fase is de doorzet door te terminal 10 Mton, waarvan 6 Mton ten behoeve van de Aramis landleiding en 4 Mtton voor andere afnemers. De inrichting is ontworpen om onderstaande functionaliteiten te bieden. In Figuur 4-1 is het ontwerp van het proces schematisch weergegeven; na deze schematische weergave volgt een procesbeschrijving. Voor de algemene beschrijving van de functionaliteiten van en aanwezige procesapparatuur op de terminal is aangesloten bij [10]. Voor specificaties wat betreft procescondities zoals druk, temperatuur, debiet, etc is aangesloten bij de voor het project opgestelde ‘Heat and Material Balance’ studie [11].

Functionaliteit

1. Lossen van schepen met vloeibaar kooldioxide
2. Opslaan van vloeibaar kooldioxide
3. Verpompen van vloeibaar kooldioxide naar de Aramis landleiding.
4. Laden van schepen
5. Laten circuleren van (koud) kooldioxide om de procesinstallatie op temperatuur te houden (ter compensatie van opname van warmte afkomstig van zonlicht en warmte afkomstig van procesapparatuur zoals pompen)
6. Afvangen van Boil-off gas uit de opslagtanks, dit vervolgens comprimeren en koelen zodat het weer naar de vloeibare fase overgaat



Figuur 4-1: Schematische weergave processysteem

Lossen van schepen

Schepen gevuld met vloeibaar kooldioxide (16 barg, -25° Celsius) kunnen aanmeren bij één van de 3 steigers. Vanuit de schepen wordt het vloeibare kooldioxide via laad/losarmen naar een (gemeenschappelijk) header gepompt waar alle opslagtanks mee zijn verbonden. Van uit elke steiger kan

(dus) kooldioxide worden verpompt naar elke opslagtank. De laad/losarm is voorzien van procesveiligheden waaronder een automatische noodafsluiter. De toevoerleiding van de header naar elke individuele opslagtank is voorzien van een automatische noodafsluiter om elke tank individueel te kunnen isoleren.

Opslag van kooldioxide
Tien opslagtanks met elk een inhoud van 8000 m^3 zijn beschikbaar voor de opslag van vloeibare kooldioxide. De tanks zijn enkelwandig en aan de buitenzijde voorzien van isolatiemateriaal (om warmteoverdracht te minimaliseren). De operationele condities in de tanks worden gehouden op circa 16 bara en -26,6° Celsius. Elke tank is voorzien van de nodige procesbewakingsapparatuur, en monitoring van het vloeistofniveau en druk. Gedurende het proces van kooldioxide toe- of afvoer naar een tank, en door opwarming van het kooldioxide door (geringe) warmteoverdracht, veranderd de vloeistof/gas verhouding en de druk in de tank. Een te grote toename van druk wordt voorkomen door gasvormig kooldioxide af te laten naar de BOG-units (boil-off gas), een te grote afname van druk wordt voorkomen door het vloeibare kooldioxide te verwarmen waardoor meer kooldioxide naar de gasfase overgaat en de druk in de tank toeneemt. Elke opslagtank is daartoe voorzien van een verwarmingselement. De aflaat van elke tank is verbonden met een (gezamenlijk) header alvorens de (gecombineerde stroom) kooldioxide naar de BOG-units wordt geleid. De tanks staan daarmee in open verbinding met elkaar en de BOG-unit wat ervoor zorgdraagt dat de druk in het gehele systeem balanceert. De aflaat van elke tank is voor zien van een automatische noodafsluiter om de tank te kunnen isoleren van de header en (daarmee) de overige tanks en BOG-units.

Verpompen van kooldioxide naar het compressorstation (export)
Vanuit elke opslagtank kan kooldioxide worden verpompt naar de Aramis landleiding. Het kooldioxide wordt vanuit elke tank naar een (gemeenschappelijk) header geleid bij een temperatuur van -26,6° Celsius. Elke aansluiting op de header is voorzien van een automatische noodafsluiter waarmee de tank geïsoleerd kan worden van de header. Vanaf de header wordt het vloeibare kooldioxide naar vier lagedruk pompen geleid (1 in cold stand-by). Door de lagedruk pompen wordt de druk verhoogt naar 22,3 bara en naar een header geperst. Het kooldioxide wordt vanuit deze header naar een drietal hogedrukpompen geleid (1 in stand-by). Door de hogedrukpompen wordt de druk verhoogt naar 186 bara en de temperatuur tot -17° Celsius. Bij deze procescondities wordt het vloeibare kooldioxide, via een meetstraat, in de exportleiding naar het compressorstation gepompt. De exportleiding waarin deze hogedrukpompen produceren is voorzien van een automatische noodafsluitsysteem (HIPPS; High Integrity Pressure Protection System) die de terminal van de exportleiding kan isoleren. De lagedruk kooldioxide stroom wordt ook gebruikt voor het laden van schepen, en het toevoeren van kooldioxide aan het circulatiesysteem ter koeling van de procesapparatuur; verderop besproken).

Verpompen van kooldioxide voor laden van schepen (export)
De lagedrukpompen worden ook gebruikt om schepen te laden met vloeibaar kooldioxide. De lagedrukpompen produceren dan in de header naar steigers 1 en 2 of in de header naar steiger 3 en 4. Het ontwerp biedt daarmee de gelegenheid om schepen gelijktijdig te laten laden en lossen (en kooldioxide naar de Aramis landleiding te pompen). Beide verbindingen naar de headers zijn voorzien van een noodafsluiter die de (individuele) header kan isoleren van de lagedrukpompen. De laad/losarm van elke steiger is ook voorzien van automatische noodafsluiters om de schepen te isoleren van de lagedrukpompen.

Circuleren van kooldioxide voor op temperatuur houden van de installatie
Gedurende het opereren van de installatie zal deze door invallend zonlicht worden opgewarmd. Ook wordt warmte aan de kooldioxidestroom toegevoerd door warmteontwikkeling in diverse procesapparatuur zoals de lage- en hogedrukpompen. Om te zorgen dat de procesapparatuur de gewenste temperatuur behoudt

wordt kooldioxide continue door het systeem rondgepompt (met uitzondering van het leidingwerk waar verlading van/en naar schepen plaatsvindt). Het circulatiesysteem kan grofweg worden onderverdeelt in onderstaande circuits. In het circulatiecircuit zijn diverse doorstroom regelaars en noodafsluiters opgenomen om de circulatie te regelen dan wel te beveiligen.

1. Uitlaatzijde opslag tanks - lage drukpompen: De lagedrukpompen verpompen altijd een minimale hoeveelheid kooldioxide. Een deel van deze kooldioxidestroom wordt direct naar de opslagtanks verpompt om het betreffende verbindende leidingwerk te koelen. Het andere deel van de kooldioxidestroom wordt gebruikt om, via de header aan de perszijde van de lagedrukpompen, het overige deel van het koelcircuit te voeden. Gelijktijdig zorgt deze continue stroom voor koeling van de lagedrukpompen en toevoerend leidingwerk.
2. Hogedrukpompen: De hogedrukpompen verpompen altijd een minimale hoeveelheid kooldioxide, deze stroom wordt naar de header van de perszijde van de lagedrukpompen geleid, en vandaar gebruikt om het koelcircuit te voeden. Gelijktijdig zorgt deze continue stroom voor koeling van de hogedrukpompen zelf.
3. Header lagedrukpompen – inlaatzijde opslagtanks:
   Kooldioxide afkomstig van de header kan naar de laad/losarmen worden geleid en naar de toevoerzijde van de opslagtanks. Deze stroom koelt daarmee het leidingwerk naar de schepen en het leidingwerk aan de toevoerzijde naar de opslagtanks (tevens het leidingwerk van de schepen naar de tanks). Aan de toevoerzijde van elke tank is daartoe een kleine aftakking van de toevoerleiding voorzien die een minimale doorstroom mogelijk maakt zonder dat de gehele tank opgelijnd wordt.

Boil-off gas unit (BOG-unit)
Zoals eerder beschreven wordt een te grote toename van druk voorkomen door gasvormig kooldioxide af te laten naar BOG-units (boil-off gas). Vanaf het inlaatheader van de BOG-unit worden twee operationele BOG-units gevoed. Een derde BOG-unit staat op ‘stand-by’ in geval van falen van een van de twee operationele.

Het proces in een BOG-unit omvat twee stromen: 1) De kooldioxide stroom en 2) De koelmiddel stroom. Deze stromen worden onderstaand apart besproken. Onderstaande beschrijving is van toepassing voor elke BOG-unit.

Kooldioxide stroom
Gasvormig kooldioxide arriveert bij een druk van 17 bara en een temperatuur hoger dan -24,6° Celsius (kookpunt) bij de BOG-unit. Dit gas wordt door een compressor gecomprimeerd naar een druk van 29,7 bara en 16,2° graden. Het gas wordt naar een condensor (pijpen warmtewisselaar) geleid waar warmte wordt afgestaan aan het koelmiddel waardoor de temperatuur van het kooldioxide naar -35° Celsius daalt en het kooldioxide naar de vloeibare fase overgaat. Na afkoelen wordt het kooldioxide naar een afscheidervat geleid (KO drum) waar resterende gasvormige kooldioxide en inerte gassen worden afgescheiden. Deze inerte gassen worden via een vent stack afgelaten naar atmosfeer. Het Kooldioxide wordt naar een expansieklep geleid waar de druk afneemt tot de gewenste druk voor toevoer naar de opslagtanks. Kooldioxide wat door deze drukafname naar de gasfase overgaat wordt via een gas/vloeistof scheider (flash drum) naar de inlaat van de compressor geleid. Het vloeibare kooldioxide verlaat de BOG-unit bij een druk van 23 bara en een temperatuur van -35,6° Celsius.

Koelmiddelstroom
Het koelmiddel dat gebruikt wordt om het kooldioxide te koelen is ammoniak. Elke BOG-unit heeft een volume van 2,5 m3 waarvan een deel met gas en een deel met vloeibaar ammoniak gevuld is. In elke BOG-unit is ca. 1700 kg ammoniak aanwezig (5000 kg verdeelt over 3 BOG-units) Vloeibaar (koud) ammoniak wordt naar een condensor geleid. In de condensor wordt warmte opgenomen van het

kooldioxide waardoor de ammoniak naar de gasfase overgaat. Het gasvorming ammoniak gaat naar de zuig van een compressor. Door de compressie wordt de druk en temperatuur verhoogd. De resulterende gasstroom wordt naar een luchtgekoelde condensor geleid waar de ammoniak door afstaan van warmte aan de omgeving) van de gasfase naar de vloeistoffase overgaat. Deze vloeistoffase wordt naar een afscheidervat geleid (gas/vloeistof scheiding). Vloeibaar ammoniak uit het afscheidervat wordt naar de condensor geleid waarmee de ammoniak kringloop compleet is. Gasvormig Ammoniak in het afscheider vat wordt naar de zuig van de compressor geleid en gecombineerd met de inkomende gasstroom van de condensor.

Ten tijde van het opstellen van deze QRA is nog geen ontwerp van de ammoniakkoelinstallatie beschikbaar. In bijlage 5 is de ammoniakkoelinstallatie zoals toegepast in de QRA uitgewerkt.

4.1 Subselectie

In deze QRA zijn alle insluitsystemen zoals aanwezig in het hoofdproces opgenomen. Ondersteunende processen zoals units die in perslucht, stikstof, etc. voorzien zijn niet QRA relevant. De gemodelleerde insluitsystemen omvatten:

- Kooldioxide Opslagtanks
- Leidingwerk voor import, export en circulatie van kooldioxide
- Lagedruk en hogedruk pompen voor verplaatsen van kooldioxide via het leidingwerk
- Warmtewisselaars voor conditionering van kooldioxide voor export naar het compressorstation
- BOG-units voor vloeibaar maken van gasvormig kooldioxide, voor gebruik als koudemiddel in circulatie
- Laden en lossen van schepen (verlading)

5 Doorzet gegevens

Onderstaande tabel toont de doorzetgegevens voor de bedrijfssituaties ‘Startsituatie’ en ‘Cumulatief eerste uitbreidingssituatie’; deze laatste is onderwerp van de vergunningaanvraag en daarmee deze QRA. In totaal wordt 10 Mton/jaar doorgezet waarvan 6 Mton/jaar via exportleiding naar het compressorstation ten behoeve van de Aramis landleiding en 4 Mton/jaar via scheepsverlading naar derden (Niet-Aramis).

Tabel 5-1: Doorzetgegevens

Aanlevering	Startsituatie (Mton CO_2 per jaar)			Cumulatief eerste uitbreidingssituatie (Mton CO_2 per jaar)		
	Aramis	Niet-Aramis	Totaal	Aramis	Niet Aramis	Totaal
	3,4	2	5,4	6	4	10
	2	2	4	8		10
	5,4	4	9,4	14		20

Voor de definitie van de faalscenario’s behorend bij verlading is de wijze van import/export van kooldioxide (modaliteit) van belang. Onderstaande tabel toont de doorzetgegevens per modaliteit in de voorgenomen bedrijfssituatie.

Tabel 6-1: Doorzetgegevens voorgenomen bedrijfssituatie

Import / export	Modaliteit	Cumulatief eerste uitbreidingssituatie (Mton CO_2 per jaar)
Import	Schepen	10
Export	Schepen	4
Export	Transportleiding (Aramis)	6

6 Faalscenario's

6.1 Scheepsverlading

6.1.1 Laden en lossen van schepen

Vloeibaar kooldioxide wordt met vloeistoftankers aangevoerd naar en afgevoerd van CO2next. CO2next heeft drie steigers ter beschikking. Alle drie de steigers kunnen schepen accommoderen met volumes van 2.200 m^3 – 12.000 m^3 met een lengte van 150 meter. Van één van de steigers is het ontwerp nog in ontwikkeling: worst case wordt uitgegaan dat deze steiger schepen met een volume van 18.000 m^3 tot 30.000 m^3 en een lengte van 200 meter kan accommoderen. Elke steiger is voorzien van twee laad- / losarmen die gelijktijdig op één schip kunnen worden aangesloten en (aanvullend) een dampretourleiding om onder- of overdruk in de opslagtanks op een schip te voorkomen.

Onderstaand worden de belangrijkste aspecten van de faalscenario's toegelicht. In bijlage 4 zijn de scenario's in detail uitgewerkt.

Kenmerken
De kenmerken van de verschillende onderdelen van de binnenvaartschepen zijn in Tabel 6-1 weergegeven.

Tabel 6-1: Kenmerken verlading schepen

Kenmerk	Waarde	Eenheid	Toelichting
Stof	Kooldioxide	[-]	-
Dichtheid	1054	[kg/m3]	Dichtheid o.b.v. druk van 17 bara en temp van -25 DegC
Locatie verlading	1, 2 & 3	[-]	Betreft nummers van de aanlegsteigers. Verlading kan 24 uur per dag plaatsvinden.
Aantal locaties in QRA	3	[-]	
Doorzet (in+uit)	14.000.000	[ton/jaar]	Lossen en laden
Aandeel inkomend (lossen)	71%	[%]	
Aandeel uitgaand (laden)	29%	[%]	
Verladingsdebiet[1)]	1400	[m3/uur]	Betreft het verladingsdebiet door de laad/losleiding toevoerleiding wanneer één schip aan het laden/lossen is. Wordt verdeeld over 2 laad-/losarmen armen.
Verladingsduur	9488	[uur/jaar]	Berekend op basis van doorzet, dichtheid en debiet.
Methode (voorkeur)	Armen	[-]	
Methode (incidenteel)	Slangen	[-]	Alternatieve methode voor de verlading.
Percentage verlading voorkeursmethode	100%	[%]	
Percentage verlading incidentele methode	0%	[%]	
Diameter arm	12	[inch]	Betreft diameter toevoerleiding. Elke Arm heeft een diameter van 8 inch. *Voor de risicoberekening is uitgegaan van gelijktijdige breuk van twee armen, benaderd door breuk van de toevoerleiding.*
Druk	20 / 21,3	[barg]	Lossen/ laden

Kenmerk	Waarde	Eenheid	Toelichting
	-40 / -26		
	Toezicht		

Faalscenario's en frequenties

In het rekenvoorschrift zijn voor dit type schepen de faalscenario's gedefinieerd zoals opgenomen in Tabel 6-2.

Tabel 6-2: Faalscenario's schepen

Scenario	Initiële faalfrequentie
Gastanker	
Afbreken van de laad- / losarm[1)]	3E-08/ uur
Lekkage van de laad- / losarm[1)]	3E-07/ uur
Gastanker[2)]	
Continue vrijkomen van 180 m^3 in 1.800 s	0,00012 *x* f_0
Continu vrijkomen van 90 m^3 in 1.800 s	0,025 *x* f_0

1) Omdat twee laad/ - losarmen gelijktijdig op eenzelfde schip kunnen worden aangesloten bestaat de kans dat een enkele arm breekt/lekt of beide armen gelijktijdig breken/lekken. Voor de scenario's in de QRA is er van uitgegaan dat beide armen gelijktijdig breken/lekken, gerepresenteerd door een breuk van / lek in de toevoerleiding ter plaatse van de laad-/losarmen.
2) Het falen van ladende/lossende schepen door externe beschadigingen zoals scheepsbotsingen, is conform rekenvoorschrift zeer afhankelijk van de lokale situatie. Als een schip gelegen is buiten een transportroute, bijvoorbeeld in een (kleine) haven, dan is de kans op een botsing die leidt tot schade aan het ladende/lossende schip waardoor product kan vrijkomen over het algemeen dusdanig klein dat deze in een QRA niet hoeft te worden beschouwd. Dit is voor CO2next het geval, dit scenario is daarom niet verder beschouwd in deze QRA.

Bij het verladen is het mogelijk om bij het vrijkomen van een product de verlading stop te zetten. Hiermee wordt de uitstroomduur beperkt. Naast de standaard voorzieningen (drybreak koppelingen en Emergency Release Couplings) is er continue toezicht op de verlading. Conform het rekenvoorschrift bedraagt de faalkans van toezicht 0,1 per aanspraak. Opgemerkt wordt dat conform het rekenvoorschrift aan de volgende voorwaarden voldaan dient te worden:

1. De ter plaatse aanwezige operator heeft van het begin tot en met het einde van de verlading zicht op de verlading en de laad-/losslang of -arm. In het bijzonder zit de operator tijdens de verlading niet in de cabine van de tankwagen of binnen in een gebouw.
2. Het ter plaatse aanwezig zijn van de operator wordt geborgd door een voorziening zoals een dodemansknop of door een procedure in het veiligheidsbeheerssysteem en wordt tijdens inspecties gecontroleerd.
3. Het inschakelen van de noodstopvoorziening door de aanwezige operator in het geval van een lekkage tijdens de verlading is vastgelegd in een procedure.
4. De ter plaatse aanwezige operator is voldoende opgeleid en is tevens bekend met de geldende procedures.
5. De noodstopvoorziening is volgens geldende normen gepositioneerd, zodanig dat er in korte tijd ongeacht de uitstroomrichting een noodknop bediend kan worden.

Bron: Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid - module I, paragraaf 3.16.6.1.

Bij het aan- en afkoppelen van de schepen is een operator aanwezig. Vanuit de controlekamer wordt middels camera's continu toezicht gehouden. De verlading kan middels een noodstop op locatie en via de controlekamer worden stopgezet. CO2next voldoet aan de bovenstaande voorwaarden.

Conform het rekenvoorschrift bedraagt de uitstroomduur voor automatische inbloksystemen twee minuten (120 seconden).

Bronsterkte verlading
Bij een breuk van de laadarm wordt het in Tabel 6-1 opgenomen debiet gehanteerd. Bij het wegvallen van de pompdruk moet de bronsterkte bij een breuk conform het rekenvoorschrift vermenigvuldigd worden met een factor 1,5. Echter, in het leidingstelsel voor het laden van het schip is een doorstroomregelklep opgenomen. Voor deze scenario's wordt ervan uitgegaan dat het debiet gelijk blijft aan het laaddebiet. Bij een lekkage van de laad-/losarm of laad-/losslang wordt de bronsterkte bepaald door de aanwezige druk en de diameter van de laad-/losarm of laad-/losslang. Deze bronsterkte wordt berekend door Safeti-NL.

Bij een arm-/slangbreuk gedurende het laden van het schip stroomt product terug vanuit het leidinggedeelte van het schip tot de laadarm. Aangenomen is dat dit maximaal 1 m3 product is. Gezien de in verhouding geringe hoeveelheid wordt dit verwaarloosbaar geacht.

Bij een arm-/slangbreuk gedurende het lossen stroomt tevens product terug uit het in gebruik zijnde leidingwerk. De hoeveelheid die hieruit vrijkomt wordt bepaald door de leidinglengte, leidingdiameter. Omdat de productstroom aan de bovenzijde van de tanks wordt toegevoerd (top entry) vindt geen terugstroming plaats uit de opslagtanks.

Uitstroomduur verlading
Bij het falen van de laad-/losarm of laad-/losslang kan de uitstroomduur beperkt worden door de noodstopvoorziening. Conform het rekenvoorschrift dient voor de veiligheidsvoorzieningen uitgegaan te worden van een uitstroomduur van 120 seconden. Bij het falen van de laad-/losarm of laad-/losslang en het falen van de veiligheidsvoorziening (noodstopvoorziening) wordt uitgegaan van een uitstroomduur van 1.800 seconden conform het rekenvoorschrift. Opgemerkt wordt dat de terugstroming uit het achterliggende leidingwerk niet gestopt kan worden door de aanwezige veiligheidsvoorziening(toezicht). Bij het succesvol ingrijpen wordt de leiding dus aan één zijde ingeblokt. De uitstromingsduur wordt bepaald door Safeti-NL. Bij een lekkage wordt uitgegaan van een uitstroomduur van 1.800 seconden.

6.1.2 Aanvaren van aangemeerde schepen

Gedurende het aangemeerd zijn van schepen voor laad/losactiviteiten, bestaat de kans dat deze aangevaren worden door passerende scheepvaart met beschadiging en mogelijk uitstromen van CO_2 tot gevolg. In een door MARIN uitgevoerde studie is een verdeling bepaald van de kans op aanvaring en de bijbehorende omvang van de beschadiging (uitgedrukt in gat grootte), waarbij deze is gebaseerd op het type scheepvaart dat de verlading uitvoert en dat tijdens verladen kan passeren [18]. Het betreft dus locatie specifieke (maatwerk) uitstromingsscenario's. Vervolgens zijn deze uitstromingsscenario's door DNV in Safeti-NL uitgewerkt om het risicoprofiel behorend bij aanvaring te bepalen [19]. De scenario's die DNV heeft uitgewerkt zijn opgenomen in het rekenbestand van de QRA van CO2Next (deze QRA) om tot één geïntegreerde QRA te komen.

De studies uitgevoerd door MARIN en DNV gaan uit van een ontwerp met vier steigers waar deze (voorliggende) QRA uitgaat van drie steigers. Het ontwerp met vier steigers is een mogelijke eindsituatie (afhankelijk van marktontwikkelingen en scheepsontwikkelingen), waarin de volledige capaciteit van de terminal wordt benut. Uitgangspunt voor de huidige indiening is niet deze eindsituatie, maar omvat de 'eerste uitbreidingssituatie' zoals toegelicht in hoofdstuk 5. Het ontwerp met vier steigers is conservatief

ten opzichte van het ontwerp met drie steigers omdat de eerste uitgaat van de maximale verladingscapaciteit in de eindsituatie. Besloten is om de aanvaringscenario's behorende bij het ontwerp met vier steigers over te nemen in deze (voorliggende) QRA. Voor de uitgangspunten en aannames die ten grondslag liggen aan de aanvaringscenario's wordt verwezen naar het MARIN-rapport en het DNV-rapport; deze worden in deze (voorliggende) QRA-rapportage niet verder inhoudelijk besproken.

6.2 Leidingen

Onderstaande leidingen zijn betrokken in de QRA. De loop van deze leidingen is weergegeven in bijlage 2.

- *Leiding van steigers naar de opslagtanks*
  Deze leiding is in gebruik voor lossen van schepen dan wel het circuleren van koud kooldioxide om de leiding op temperatuur te houden. Voor de bepaling van het risico verbonden aan lossen van schepen is de tijdsduur per jaar voor deze activiteit bepaald en bijbehorend debiet door de leiding. Circulatie is verwerkt in het leidingstelsel voor circulatie zoals onderstaand beschreven.
- *Leiding van LP pompen naar steigers*
  Deze leiding is in gebruik voor laden van schepen dan wel het circuleren van koud kooldioxide om de leiding op temperatuur te houden. Voor de bepaling van het risico verbonden aan laden van schepen is de tijdsduur per jaar voor deze activiteit bepaald en bijbehorend debiet door de leiding. Circulatie is verwerkt in het leidingstelsel voor circulatie zoals onderstaand beschreven.
- *Leidingstelsel voor circulatie*
  Om deze operationele situatie te modelleren is een leiding gemodelleerd van de opslagtanks naar de LP pompen en vervolgens naar de HP pompen, de steigers, en uiteindelijk (terug) naar de opslagtanks. De gemodelleerde leiding geeft een benadering van het leidingstelsel voor circulatie (en daarmee een fictieve leidingloop).
- *Exportleiding naar compressorstation*
  Deze leiding is georiënteerd vanaf de HP pompen, via de meetstraat naar de inrichtingsgrens van het compressorstation.

  Deze bovengrondse exportleiding is in deze QRA beschouwd als procesleiding, en als onderdeel van de CO2next inrichting. Tijdens het opstellen van deze QRA vindt overleg plaats met bevoegd gezag over dit uitgangspunt.

  De gemodelleerde faalscenario's zijn overeenkomstig het memo 'Rekenmethode buisleidingen in bijzondere situaties' [[12]]; dit omdat de leiding bovengrond georiënteerd is. In dit memo is ook een faalfrequentie gegeven, opgebouwd uit bijdragen van specifieke faaloorzaken (mechanisch falen, inwendige corrosie, uitwendige corrosie en operationeel/overig). Ook is gesteld dat voor externe beschadiging, bijvoorbeeld door vallende voorwerpen, door de opsteller van de QRA zelf een voorstel moet worden gedaan voor een bijdrage aan de faalfrequentie. Omdat het grootste deel van het leidingtracé gelegen is op industrieel terrein (MOT), is besloten om aan te sluiten bij de faalfrequenties voor procesleidingen zoals gedefinieerd in het rekenvoorschrift. Dit in de veronderstelling dat de oorzaken voor falen van procesleidingen, die per definitie binnen een inrichting gelegen zijn, representatief zijn voor de oorzaken van falen van de exportleiding die gelegen is op het terrein van een inrichting van derden (MOT).

Onderstaand worden de belangrijkste aspecten van de faalscenario's toegelicht. In bijlage 4 zijn de scenario's in detail uitgewerkt.

Kenmerken
De kenmerken van de leidingen zijn in Tabel 6-3, Tabel 6-5 en Tabel 6-6 weergegeven.

Tabel 6-3: Leiding van steigers naar (header) opslagtanks – lossen van schepen

Kenmerk		Eenheid	Toelichting
Modelstof	Kooldioxide_HSE	[-]	-
Dichtheid	1117	[kg/m^3]	-
Druk	20	[bar(g)]	-
Temperatuur	-40	[°C]	-
Beveiligingen	Noodklep benedenstrooms laad-/losarm schepen. Noodklep en doorstroomregelklep bovenstrooms elke opslagtank	[-]	-
Oorsprong leiding	Steiger	[-]	De (vul)leiding verbinding met de opslagtank is georiënteerd aan de bovenkant van de opslagtank (top entry)
Doel leiding	(Header) opslagtanks	[-]	
Gemiddelde diameter	12	[inch]	-
Debiet	2800	[m3/uur]	Gelijktijdig lossen van twee schepen
Verladingsduur	4744	[uur/jaar]	-
Maximale lengte in gebruik	1152	[m]	Van verst gelegen steiger naar opslagtank; bepaald met Safeti-NL

Tabel 6-4: Leiding van (header) opslagtanks naar steigers – laden van schepen

Kenmerk		Eenheid	Toelichting
Modelstof	Kooldioxide_HSE	[-]	-
Dichtheid	1058	[kg/m^3]	-
Druk	21,3	[bar(g)]	-
Temperatuur	-26	[°C]	-
Beveiligingen	Noodklep bovenstrooms laad-/losarm schepen. Noodklep en doorstroomregelklep benedenstrooms de LP pompen	[-]	-
Oorsprong leiding	LP pompen	[-]	
Doel leiding	Steiger	[-]	
Gemiddelde diameter	12	[inch]	-
Debiet	1400	[m3/uur]	Laden van één schip
Verladingsduur	2771	[uur/jaar]	-
Maximale lengte in gebruik	1194	[m]	Van LP pomp naar verst gelegen steiger

Tabel 6-5: Leidingstelsel voor circulatie

Kenmerk		Eenheid	Toelichting
Modelstof	Kooldioxide_HSE	[-]	-
Dichtheid	1067	[kg/m^3]	-
Druk	21,5	[bar(g)]	-
Temperatuur	-28	[°C]	-
Beveiligingen	Noodklep en doorstroomregelklep benedenstrooms de LP-pompen, en doorstroomregelkleppen in circulatiecircuit van elke individuele LP-pomp. Doorstroomregelkleppen in circulatiecircuit van elke individuele HP pomp	[-]	-
Oorsprong leiding	Opslagtanks	[-]	Het betreft een kringloop om het gehele leidingenstelsel en warmte genererende procesapparatuur te koelen.
Doel leiding	Opslagtanks	[-]	
Gemiddelde diameter	12	[inch]	-
Debiet	100	[m3/uur]	
Tijdsbestek operationeel	8760	[uur/jaar]	-
Lengte	1399	[m]	Als representatieve leiding is uitgegaan van de leiding van de meest ver gelegen steiger naar de opslagtanks. Bijdrage van het leidingdeel voor circulatie over bv de LP en HP-pompen is relatief kort (enkele tientallen meters) en draagt relatief gezien weinig bij aan het risicoprofiel van dit circulatie circuit.

Tabel 6-6: Exportleiding naar compressorstation

Kenmerk		Eenheid	Toelichting
Modelstof	Kooldioxide_HSE	[-]	-
Dichtheid	1059	[kg/m^3]	-
Druk	185	[bar(g)]	-
Temperatuur	-17	[°C]	-
Beveiligingen	HIPPS benedenstrooms meetstraat Noodafsluiter op terreingrens compressorstation	[-]	-
Oorsprong leiding	HP pompen	[-]	-
Doel leiding	Compressorstation	[-]	
Gemiddelde diameter	16	[inch]	-

Kenmerk		Eenheid	Toelichting
Debiet	647	[m3/uur]	Gebaseerd op een jaarlijkse doorzet van 6 Mton
Tijdsbestek operationeel	8760	[uur/jaar]	-
Maximale lengte in gebruik	1989	[m]	Gemodelleerd als longpipeline met een lengte van meer dan 30 km om te compenseren voor terugstroming uit compressorstation

Faalscenario's en frequenties

In het rekenvoorschrift zijn voor de leidingen faalscenario's en basis faalfrequenties gedefinieerd, deze zijn in Tabel 6-7 opgenomen.

Tabel 6-7: Faalscenario's bovengrondse procesleidingen

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per meter per jaar)	
	75 mm ≤ Nominale diameter ≤ 150 mm	Nominale diameter >150 mm
Breuk van de leiding	3^{E}-07	1^{E}-07
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, max. 50 mm	2^{E}-06	5^{E}-07
Lek met een effectieve diameter van 20 mm[1)]	-	5^{E}-07

1) Alleen van toepassing voor de exportleiding naar het compressorstation omdat deze gemodelleerd wordt volgens het memo 'Rekenmethode buisleidingen in bijzondere situaties' [[12]];

Bronsterkte leidingen

De leidingen zijn gemodelleerd als longpipeline; de uitstroming wordt door Safeti-NL bepaald op basis van de procescondities in en de inhoud van de leiding en de toevoer door pompen. Alleen voor de exportleiding wordt vanwege het wegvallen van de pompdruk de bronsterkte (toevoer vanuit de pomp) bij een breuk conform het rekenvoorschrift vermenigvuldigd met een factor 1,5. Voor de andere leidingen is de toevoer niet verhoogd omdat (Diverse) doorstroomregelkleppen zijn opgenomen die ingeval van een breuk de doorstroming beperken.

Repressieve maatregelen

Het vrijkomen van product uit leidingen wordt niet beperkt door aangebrachte vloeistof kerende voorziening (tankputten / dijklichamen / etc.). De grootste leidinglengtes zijn gelast, waardoor een breuk of lekkage van de leiding nauwelijks te verwachten is. De kritische leidinggedeeltes zijn die lengtes waar zich flensen bevinden. Dit betreft ter hoogte van de laad/los stations op de steigers. Hoewel door reliëf van het terrein en aanwezige procesapparatuur/gebouwen het oppervlak van een vormende plas kan worden beperkt, is uitgegaan van een onbeperkt oppervlak, waarover het vrijgekomen product kan uitstromen. Voor uitstroming ingeval van een breuk of lek van de laad-/losarmen is uitgegaan van uitstroming op het water.

Op het terrein van CO2next is op diverse strategische plaatsen (ook op de steigers) detectie van kooldioxide voorzien geplaatst. Ingeval van detectie (van vrijkomend kooldioxide) wordt het hoogste beveiligingsniveau 'ESD – Level 0' geïnitieerd. Dit niveau resulteert in afschakelen van alle procesonderdelen, isolatie van volumes en stoppen van alle niet noodzakelijke activiteiten uitgezonderd de noodstroomvoorziening [8]. Ook is het mogelijk dat vanuit de controlekamer afsluiters gesloten worden na bijvoorbeeld een signaal dat er geen product meer aankomt op de laadlocatie. In de QRA is geen rekening gehouden met deze veiligheidsvoorzieningen.

Opgemerkt wordt dat de afsluiters op de opslagtanks gesloten zijn wanneer er geen verlading plaatsvindt. Bij een leidingbreuk, niet tijdens verlading, is terugstroming uit de opslagtanks dan ook niet mogelijk. In dit geval stroomt enkel de inhoud van de leiding uit.

6.3 Procesapparatuur

6.3.1 Opslagtanks

Onderstaand worden de belangrijkste aspecten van de faalscenario's toegelicht. In bijlage 4 zijn de scenario's in detail uitgewerkt.

Kenmerken
De opslag van kooldioxide vindt plaats in bovengrondse opslagtanks bij een druk van 16 bara. De kenmerken van de opslagtanks zijn in Tabel 6-8 weergegeven.

Tabel 6-8: Kenmerken opslagtanks

Kenmerk	Waarde	Eenheid
Volume opslagtank	8000	[m^3]
Diameter opslagtank	24,8 (bolvormig)r	
Type stof	Kooldioxide	[-]
Aantal tanks	10	[-]
Type tanks	Bovengronds	[-]
Operationele druk	16	
Operationele temperatuur	-26,6	[°C]
Beveiligingen	Onder andere niveaubewaking en	

Faalscenario's en frequenties
In het rekenvoorschrift zijn voor bovengronds geplaatste opslagtanks (onder druk) de faalscenario's gedefinieerd zoals opgenomen in Tabel 6-9.

Tabel 6-9: Faalscenario's 'Opslagtank onder druk, bovengronds'

Faalscenario	Initiële faalfrequentie [jaar $^{-1}$]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	
Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	

Bronsterktes opslag
Bij het instantaan falen van de opslagtank zal de gehele inhoud instantaan vrijkomen. Bij het vrijkomen van de gehele inhoud van de opslagtank in 10 minuten wordt de bronsterkte berekend aan de hand van de inhoud van de tank. Voor het continue en constante uitstromen van de inhoud wordt uitgegaan van een debiet bij een gat van 10 mm, deze wordt berekend door Safeti-NL.

Repressieve maatregelen
Geen repressieve maatregelen zoals tankputten zijn voorzien.

6.3.2 Pompen

Op de terminal zijn hoge- en lagedrukpompen aanwezig; deze zijn opgesteld zijn pompkamers. Op de plattegrond van de inrichting, zie bijlage 1, zijn de pompen weergegeven.

Onderstaand worden de belangrijkste aspecten van de faalscenario's toegelicht. In bijlage 4 zijn de scenario's in detail uitgewerkt.

Kenmerken

De kenmerken van de pompen en pompkamers zijn in Tabel 6-10 weergegeven.

Tabel 6-10: Kenmerken centrifugaal pompen

Kenmerk	Waarde		Eenheid	Toelichting
Pompidentificatie	LP-pompen	HP-pompen	[-]	-
Aantal	5	4	[-]	één op stand-by
Modelstof	Kooldioxide_HSE	Kooldioxide_HSE	[-]	-
Dichtheid	1054	1054	[kg/m^3]	-
Zuig druk	16	22	[bar(g)]	-
Temperatuur	-26,5	-26,5	[°C]	-
Type pomp	Centrifugaalpompen (canned, zonder pakking)	Centrifugaalpompen (canned, zonder pakking)	[-]	-
Beveiligingen	Bij falen van een pomp wordt de toevoer gestopt door het sluiten van een op afstand bedienbare klep tussen opslagtanks en LP-pomp.	Bij falen van een pomp wordt de toevoer gestopt door het sluiten van een op afstand bedienbare klep tussen LP pompen en de HP pompen	[-]	-
Doel product	Schepen (export), HP pompen en circulatie	Exportleiding naar metering en compressorstation	[-]	-
Toestroming	Van opslagtanks naar pomp	Toevoer o.b.v volledige doorzet LP pompen (max 840 m3/uur per pomp).	[km]	
	Toevoer vanuit circulatiecircuit (zie leiding scenario)	Terugstroming vanaf compressor (zie leiding scenario)	[m]	-
Diameter zuigleiding	12	16	[inch]	-
Beschouwd pompstation	LP pompen	HP pompen	[-]	
Lengte pompkamer	2	1	[m]	-
Breedte pompkamer	4	2	[m]	-
Oppervlakte pompkamer	8	3	[m2]	-
Oppervlakte pompkamer x 1,5	12	4,5	[m2]	T.b.v. instantaan falen

Hoogte pompkamer	3	4	[m]	-

Faalscenario's en frequenties

In het rekenvoorschrift zijn voor centrifugaalpompen twee faalscenario's gedefinieerd. Deze zijn in Tabel 6-11 weergegeven.

Tabel 6-11: Faalscenario's centrifugaal pompen

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (jaar [1])	
	Zonder pakking (*canned*)	Met pakking
Catastrofaal falen	1E-05	1,0E-04
Lek (10% van de nominale diameter)	5E-05	4,4E-03

Bronsterkte pompen

Bij het catastrofaal falen van een pomp wordt de uitstroming berekend door de uitstroming vanuit de bron en het doel van de productstroom bij elkaar op te tellen. Dit betreft de uitstroming uit de opslagtank en de stroom vanuit de transporteenheid. Deze hoeveelheden zijn weergegeven in bijlage 4. Bij een lekkage van de leiding wordt de bronsterkte bepaald door de aanwezige druk en de diameter van de toevoerleiding. Deze bronsterkte wordt berekend door Safeti-NL.

Repressieve maatregelen

Het vrijkomen van product uit pompen wordt beperkt doordat alle pompen zijn opgesteld in een pompenkamer. Daarnaast beschikt CO2next over inblokvoorzieningen op de terminal in geval van het catastrofaal falen van een pomp. Deze veiligheidsvoorzieningen worden niet aanvullend betrokken in de QRA.

7 Uitgangspunten risicomodellering

Onderstaand ligt de belangrijkste algemene parameters toe zoals gehanteerd voor de analyse.

7.1 Risicomodel

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenpakket Safeti-NL. Gebruik van dit rekenpakket is wettelijk verplicht voor het berekenen van het externe veiligheidsrisico's van activiteiten volgens de Omgevingsregeling [4].

Aan de hand van invoergegevens waaronder de hoeveelheid gevaarlijke stof, de procescondities en ontwerpspecificaties, berekent Safeti-NL de externe veiligheidsrisico's. Het resultaat van een berekening bestaat uit PR-contouren, aandachtsgebieden en de FN-curve.

7.2 Stofgegevens

In hoofdstuk 4.1is vastgesteld welke onderdelen van de inrichting onderdeel zijn van de modellering in Safeti-NL. In onderstaande tabel zijn de (resulterende) stoffen weergegeven die gemodelleerd dienen te worden en de geselecteerde representatieve modelstoffen.

Tabel 7-1: Aanwezige stoffen en representatieve modelstoffen

Stof	Ontvlambaar en of toxisch?	Modelstof in Safeti NL	Opmerking
Kooldioxide	Giftig	CARBON DIOXIDE (HSE_RR749 PROBITS)	Standaard in Safeti-NL opgenomen.
Ammoniak	Giftig	Ammonia	Standaard in Safeti-NL opgenomen.

7.3 Ontsteking

Kooldioxide is giftig en niet ontbrandbaar; ontsteking en daaraan verwant ontstekingsbronnen is niet relevant voor deze QRA. Ammoniak is brandbaar en toxisch, maar conform rekenmethodiek wordt uitgegaan dat deze niet brandbaar is leidt het vrijkomen van ammoniak altijd tot een toxische wolk.

7.4 Interne domino-effecten

Domino-effecten naar andere procesonderdelen kan optreden als gevolg van scenario's met ontvlambare stoffen. In de te modelleren procesonderdelen zijn geen brandbare stoffen aanwezig; interne domino-effecten zijn daarom niet van toepassing voor deze QRA.

7.5 Externe domino-effecten

Windturbines

In de omgeving van de voorgenomen buisleiding zijn meerdere windturbines aanwezig; het windturbinepark genaamd 'Zuidwal'. Het invloedsgebied van deze turbines reikt met minder dan 300 meter echter niet over de voorgenomen locatie van de terminal of de exportleiding naar het compressorstation. De windturbines hebben daarom geen risico verhogend effect op het risicoprofiel van de terminal.

Vliegtuigen

CO2next is niet gelegen onder een vliegroute van de start- en ladingsbanen van een vliegveld. Wel kunnen vliegtuigen afhankelijk van hun bestemming of herkomst over CO2next heen vliegen. De meeste

ongelukken met vliegtuigen gebeuren tijdens opstijgen of landen. Het wordt dan ook niet aannemelijk geacht dat een vliegtuig neerstort op CO2next. Dit scenario heeft dan ook geen significante bijdrage aan het risicoprofiel.

Naastgelegen bedrijven
Het is niet ondenkbaar dat bij naastgelegen bedrijven scenario's met gevaarlijke stoffen op kunnen treden die effect zouden kunnen hebben op de CO2next installaties.

Binnen de Nederlandse wetgeving geldt dat voor Seveso-inrichtingen die binnen elkaars invloedssfeer gelegen zijn het bevoegd gezag bij de beoordeling van een vergunningaanvraag vaststelt of het risico op een zwaar ongeval of de gevolgen daarvan groter kan zijn door de geografische situatie of de ligging van die Seveso-inrichting ten opzichte van andere Seveso-inrichtingen. De dichtstbijzijnde Seveso-inrichtingen zijn, volgens de EV-signaleringskaart, de buurbedrijven 'MOT-terminal' en de Gate terminal.

OPMERKING: Conform de rekenmethodiek hoeft een (potentieel) domino scenario van een naastgelegen bedrijf niet te worden opgenomen in de QRA (alleen windturbines en vliegtuigen worden benoemd). Ook is CO2next geen Seveso-inrichting.

7.6 Ruwheidslengte

De fysieke eigenschappen van de omgeving spelen een rol bij de dispersie van vrijkomend gas of vrijkomende vloeistof gevold door uitdamping, hierbij is het type bebouwing (hoog- of laagbouw) of natuur in de omgeving van belang. Deze fysieke eigenschappen komen tot uiting in de zogenaamde 'ruwheidslengte'. De ruwheidslengte van een gebied kan worden bepaald met behulp van 'ruwheidskaart' zoals beschikbaar gesteld door het RIVM [13]; de ruwheidskaart geeft per vierkante kilometer een 'gemiddelde' ruwheidslengte. Omdat de terminal, het leidingwerk naar het compressorstation en de steigers gelegen is binnen een gebied dat groter is dan één vierkante kilometer, en omdat de fysieke eigenschappen van de directe omgeving variëren, is niet één representatieve ruwheidslengte te bepalen voor alle scenario's.

Standaard is in Safeti-NL een ruwheidslengte van 300 mm opgenomen. Voor open en vlak terrein (zeker voor water) is de ruwheidslengte lager. Besloten is om te modelleren met een ruwheidslengte van 100 mm.

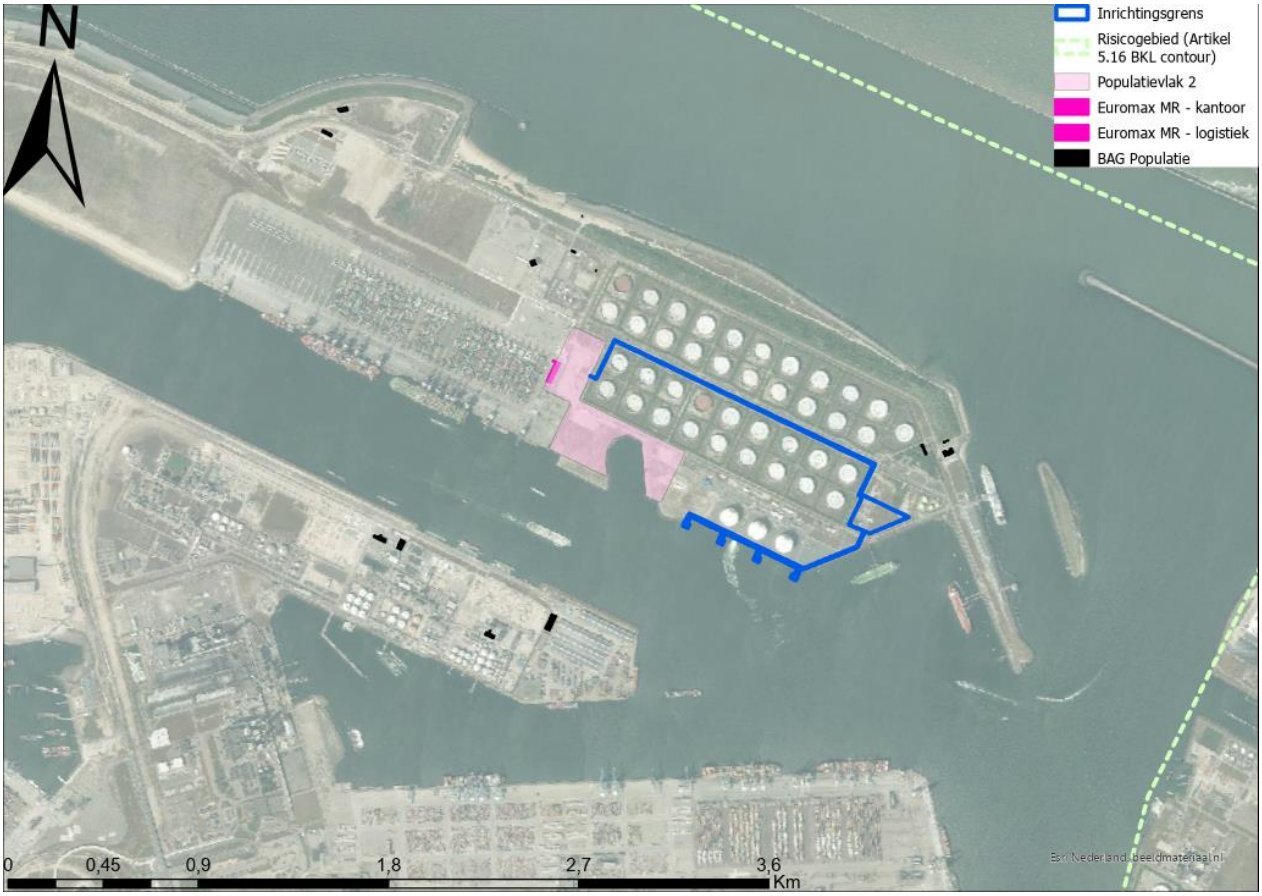
7.7 Weerscondities

Bij het berekenen van het PR, de aandachtsgebieden en het GR is gebruik gemaakt van de meteogegevens van het weerstation Hoek van Holland, zoals in Safeti-NL zijn opgenomen. Dit is het dichtstbijzijnde representatieve weerstation.

7.8 Populatie in de omgeving

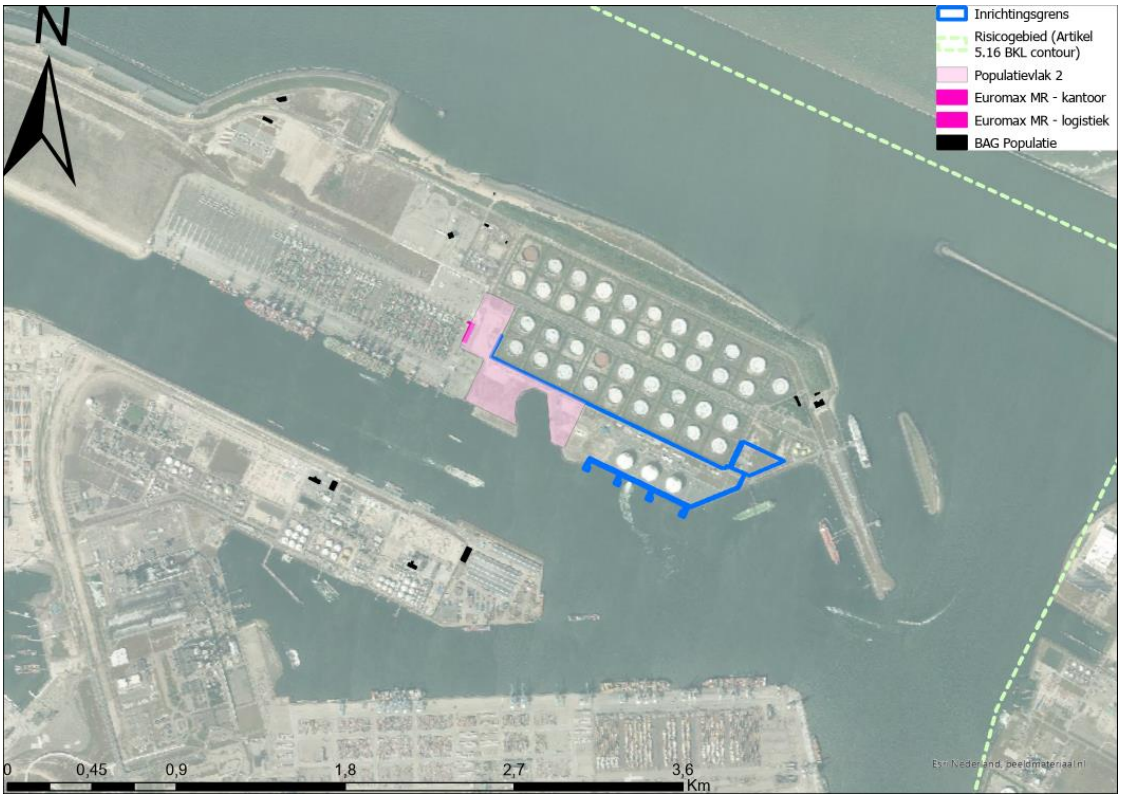
Zoals beschreven in 3.4, moet binnen het aandachtsgebied het groepsrisico verantwoord worden; dit is dan ook het gebied wat het kader geeft voor 'de populatie in de omgeving'. Gezien enkel kooldioxide gecomprimeerd wordt, betreft het voor deze installatie alleen het zogenaamde 'gifwolkaandachtsgebied'. De gifwolkaandachtsgebieden van de verschillende varianten MOT-Spheres, MOT- Bullets, Gate – Spheres en Gate -Bullets zijn weergegeven in Figuur 8-2, Figuur 8-4, Figuur 9-2 en Figuur 9-5 respectievelijk. De populatiegegevens in de gebouwen (kantoorpersoneel) binnen het aandachtsgebied

zijn ontleend uit de BAG[2] populatieservice [14] (bagselectiebasis 202401). De populatie is op pandniveau opgevraagd. Ook is voor nog niet ontwikkelde gebieden een schatting gemaakt van mogelijk toekomstige populatie op basis van de toegestane bedrijvigheid (zogenaamde 'Enkelbestemming') in combinatie met kentallen volgens het document 'PGS Deel 6 – Aanwezigheidsgegevens' [15]. Daarbij is uitgegaan van de categorie 'industrie' waarvoor een kental van 40 personen per hectare is gegeven. Aanvullend is de populatie in het gebouw dat geïdentificeerd wordt als 'Euromax MR' toegevoegd aan de populatie; dit zat niet in het BAG bestand. De populatie in dit gebouw is gebaseerd op het oppervlak in combinatie met kentallen volgens het document 'Kentallen Populatieservice en Dataservice Kwetsbare gebouwen en locaties (KGL)' [16]. In Figuur 7-1 en Figuur 7-2 zijn voor de MOT locatie en Figuur 7-3 voor de GATE locatie de in het rekenmodel toegepaste populatievlakken weergegeven.

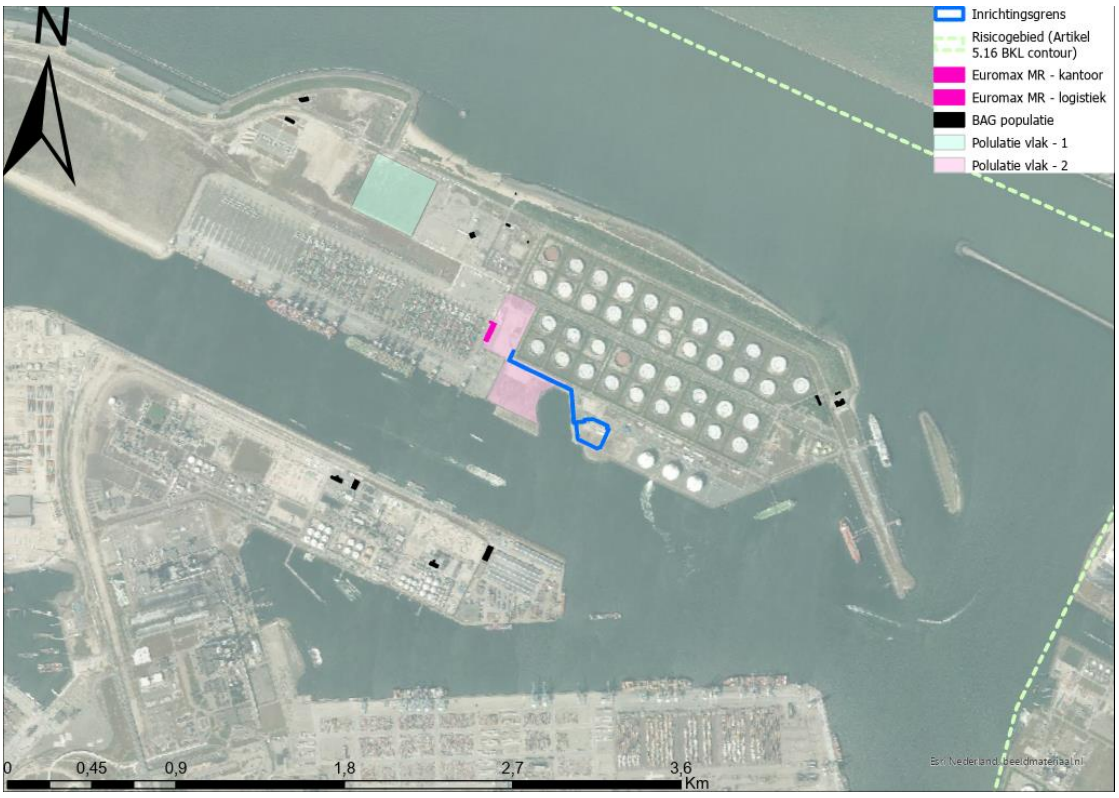


Figuur 7-1: Populatie vlakken MOT locatie met leiding door de MOT leidingstrook

[2] *De Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) zijn onderdeel van het overheidsstelsel van basisregistraties. Gemeenten zijn bronhouders van de BAG. Zij zijn verantwoordelijk voor het opnemen van de gegevens in de BAG en voor de kwaliteit ervan. Alle gemeenten stellen gegevens over adressen en gebouwen centraal beschikbaar via de Landelijke Voorziening BAG (LV BAG). Het Kadaster beheert de LV BAG en stelt de gegevens beschikbaar.*



Figuur 7-2: Populatie vlakken MOT locatie met leiding aan zuidzijde van het MOT-terrein.



Figuur 7-3: Populatie vlakken GATE locatie

In onderstaande tabel zijn vakken met meer dan 10 personen gespecificeerd.

Tabel 7-2: Specificatie populatievlakken

Tanks	Oppervlak [ha]	Enkelbestemming / functie	Dag Kental dichtheid [personen/ha]	Nacht Kental dichtheid [personen/ha]	Aantallen personen [ ]	
					Dag	Nacht
Populatie vlak 1[A)] (GATE)	95,5	Bedrijf – 2	40	8	470	94
Populatie vlak 2[A)] (MOT)	17,5	Bedrijf - 3	40	8	702	140
Populatie vlak 2[A)] GATE	13,3	Bedrijf - 3	40	8	532	106
Euromax kantoorgebouw[B)]	-	-	-	-	64	0
Euromax MR gebouw – kantoor deel[C)]	Ca 0,1 (= 1000 m2) 2 verdiepingen elk 0,05 ha	Hoofdcategorie: kantoorfunctie, aanvullende indeling kantoorfunctie klein (<5000m2)	1 persoon per 30 m2 (= 333 personen per ha)	Aangenomen geen personen aanwezig	34[A]	0
Euromax MR gebouw – logistieke hal [C)]	Ca 0,25 (= 2500 m2)	Hoofdcategorie: industriefunctie, aanvullende indeling: distributiecentra / logistieke centra	1 persoon per 250 m2 (= 40 personen per ha)	1 persoon per 250 m2 (= 40 personen per ha)	10	10

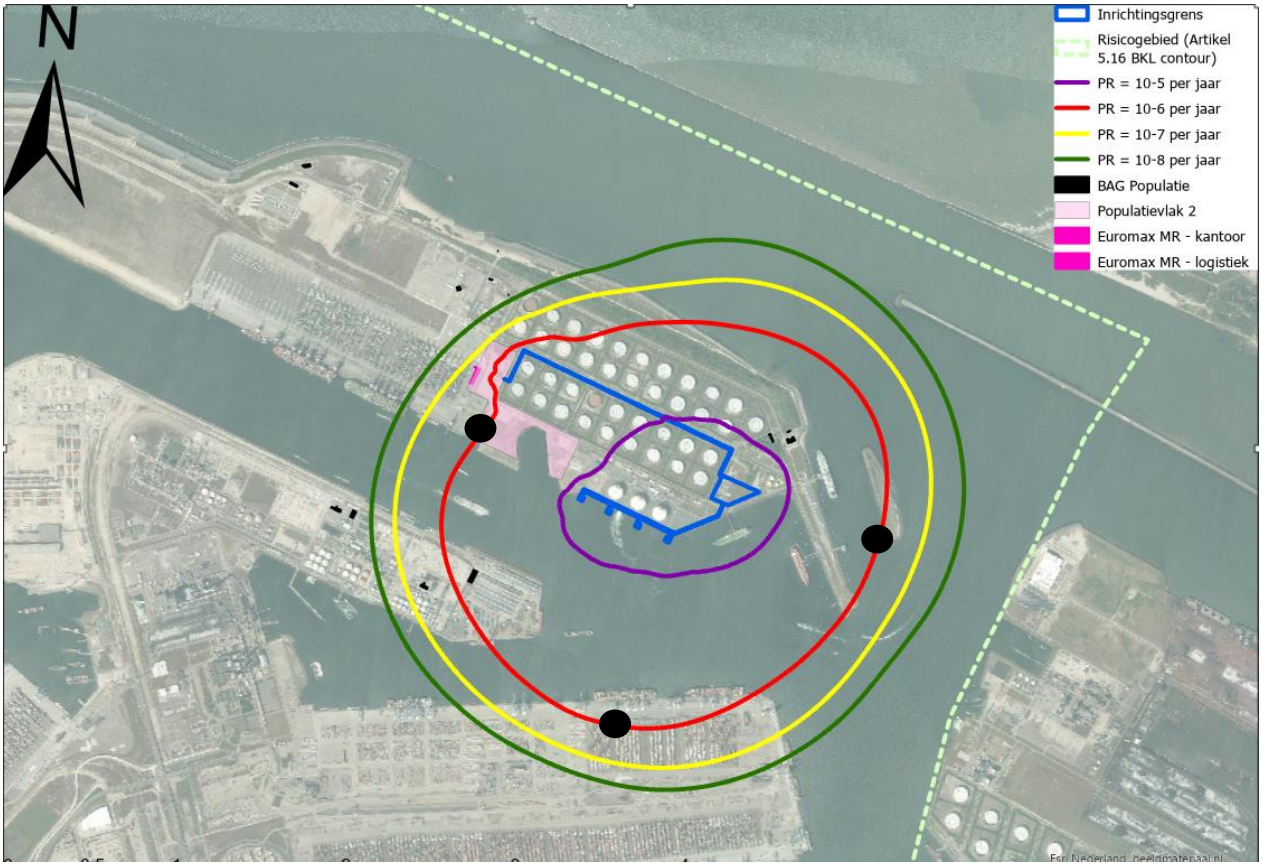
8 Resultaten locatie MOT

8.1 Variant: MOT-terrein – spheres

Dit hoofdstuk presenteert het risicoprofiel voor de variant ‘MOT-terrein – spheres, de voorgenomen variant en uitgangspunt voor de technische beschrijvingen in dit rapport.

8.1.1 Plaatsgebonden risico

In Figuur 8-1 zijn de PR-contouren weergegeven. De plaatsgebonden risico contour PR =10-6 per jaar reikt niet tot buiten het risicogebied. De oriëntatie van de plaatsgebonden risicocontouren voldoen daarmee aan lokaal beleid en het landelijk toetsingskader.



Figuur 8-1 PR-contouren voor de voorgenomen terminal variant MOT – Spheres’.

Bijdragen aan het plaatsgebonden risico

Om de bijdrage van de scenario’s aan het PR in kaart te brengen zijn ter hoogte van de PR=10^{-6} per jaar contour enkele Risk Ranking Points (RRP) geplaatst. In Tabel 8-1 zijn de bijdragen van de scenario’s ter plaatste van deze RRP’s weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt wordt de ligging van de PR 10-6 per jaar aan de oostzijde voor het overgrote deel bepaald door het instantaan vrijkomen van kooldioxide uit de opslagtanks, aanvaring van schepen aangemeerd bij steiger 4 is het andere scenario wat, in beperkte mate, bijdraagt. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de westzijde wordt hoofdzakelijk bepaald door aanvaringscenario’s gerelateerd aan steigers 2 en 3. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de zuidzijde wordt hoofdzakelijk bepaald door aanvaringscenario’s gerelateerd aan steigers 2 en 3 en 4.

Tabel 8-1: Bijdrage van de scenario's aan het PR per risk ranking point

Faalscenario	Bijdrage aan het PR
Aanduiding	[%]
RRP Oost – PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	89 (variërend tussen 6 en 12)
Aanvaring – Steiger 4 (alle vulgraden)	9 (variërend tussen 0,5 en 3,5)
Totaal	*≈ 98*
RRP West – PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	4
Aanvaring – Steiger 1 - alle vulgraden	2
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	47
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	14
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	26
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	2
Aanvaring – Steiger 4 - alle vulgraden	4
Totaal	*≈ 99*
RRP Zuid - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	3
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	20
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	1
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	34
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	3
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	35
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	4
Totaal	*≈ 100*

** Het begrip 'vulgraad', dat relevant is voor aanvaringscenario's, geeft aan welk percentage van de opslagtank op het schip gevuld is (met CO_2).*

8.1.2 Aandachtsgebieden

In Figuur 8-2 zijn het gifwolkaandachtsgebied en de 1% letaliteit per jaar contourweergegeven. Het gifwolkaandachtsgebied is bepaald op basis van effectafstand (daar waar de concentratie “in de buitenlucht” gelijk is aan 2.54 x de concentratie van de levensbedreigende waarde). Volgens rekenvoorschriften mag het gifwolkaandachtsgebied bepaald worden op basis van dosis (= concentratie x tijd) wat zou leiden tot een kleinere contour dan die op basis van effectafstand; echter is voor kooldioxide geen relatie beschikbaar waarmee deze benadering kan worden toegepast (dit is bekend bij RIVM).[3], vanwege voorgaand is daarom besloten het gifwolkaandachtsgebied op basis van een effectafstand te bepalen.



Figuur 8-2 Berekende aandachtsgebieden voor de voorgenomen terminal variant ‘MOT – Spheres’

Groepsrisico

Volgens het groepsrisicobeleid van de provincie Zuid-Holland, mag worden volstaan met een kwalitatieve verantwoording indien de 1% letaliteit per jaar contour geheel gelegen is binnen een risicogebied. Zoals uit de afbeelding valt af te leiden is dit het geval.

Om een vergelijking te kunnen maken van welke bedrijfssituatie in het kader van externe veiligheid als veiliger kan worden beschouwd, is besloten om (aanvullend) het groepsrisico te bepalen. Dit is bepaald op basis van BAG populatie data, aangevuld met kentallen van aantallen personen voor de nog niet ontwikkelde gebieden en aangevuld met een kantoorgebouw en logistiek gebouw op het Euromax terrein (zie paragraaf 7.8 voor de geïnventariseerde populatie). Op basis van ingevoerde populatie ontstaat geen groepsrisico (meer dan 10 dodelijke slachtoffers).

[3] Reactie Safeti-NL helpdesk op vraag om stof parameter voor bepalen gifwolkaandachtsgebied op basis van dosi benadering: “Voor koolstofdioxide kon de Toetsgroep Probitrelaties geen LBW N-waarde afleiden en daarom is er geen waarde voor de 'Toxic dose threshold N' opgenomen in Safeti-NL 8.8.

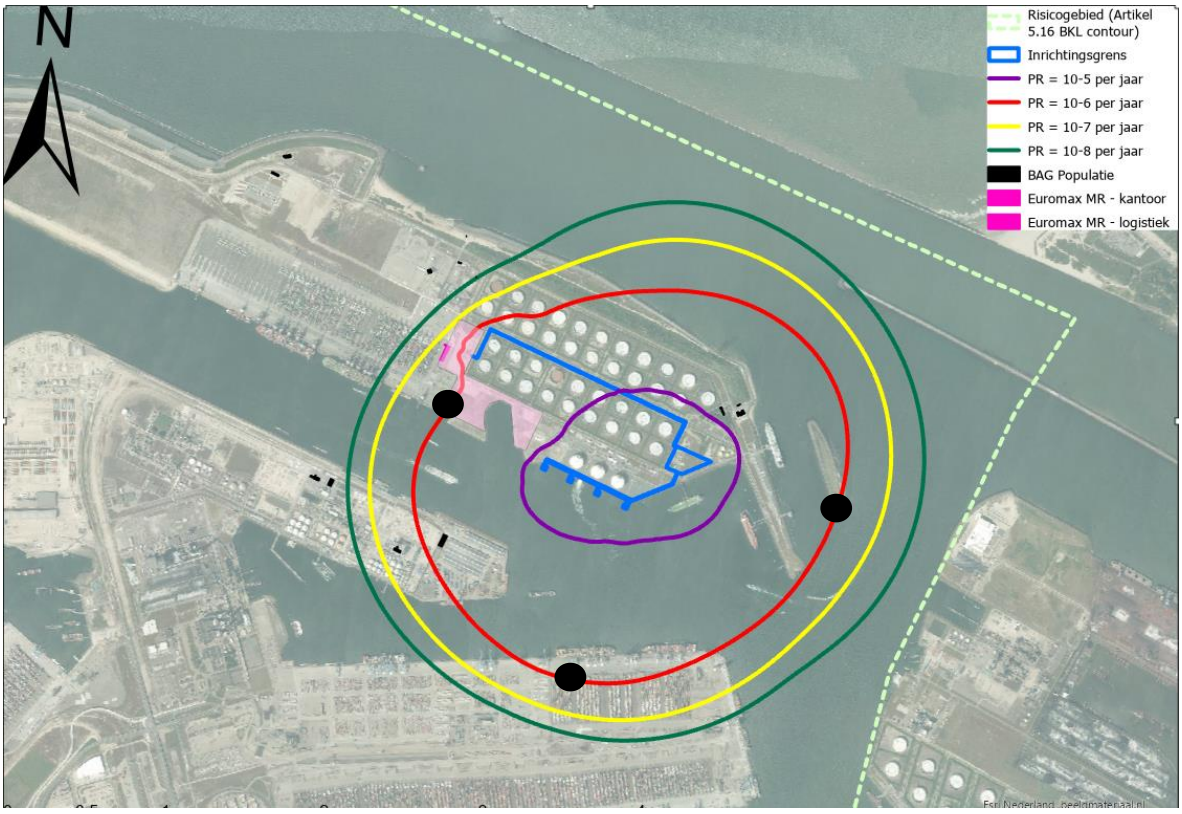
8.2 Variant: MOT-terrein – bullets

Bij deze variant wordt het kooldioxide opgeslagen in bullets (horizontaal met een diameter van 10 meter en een lengte van 80 meter). De condities waarbij het kooldioxide wordt opgeslagen zijn gelijk aan die bij de spheres. De overige procesapparatuur is gelijk wat betreft specificaties en aantallen, echter gelegen op een andere locatie. De exportleiding naar het compressorstation en de leiding naar de steigers zijn gelijk georiënteerd, met uitzondering in de directe omgeving van de opslagtanks en pompen omdat deze op andere locaties zijn gelegen. Bijlage 1 bevat een overzicht van de locatie van de diverse procesonderdelen.

8.2.1 Plaatsgebonden risico

Omdat uit het risicoprofiel voor ‘MOT-terrein – spheres’ bleek dat de opslagtanks en steigers verreweg dominant zijn in het risicoprofiel van de terminal, is besloten om voor de optie ‘MOT-terrein bullets’ enkel de opslagtanks aan te passen naar het type bullets. Als het risicoprofiel na aanpassing nog steeds wordt gedomineerd door de opslagtanks heeft het geen toegevoegde waarde om alle andere procesonderdelen, wat betreft locatie op het terrein, ook aan te passen. De locatie van de bullets zijn gelijk genomen aan de locatie van de spheres. Dit is niet in overeenstemming met de layout van de opstelling met bullets, echter is verschil in afstand tussen de juiste locaties relatief klein ten opzichte van de omvang van het risicoprofiel (PR = 10-6 per jaar contour) waardoor dit een beperkte, niet significante, afwijking introduceert.

In Figuur 8-3 zijn de PR-contouren weergegeven. De plaatsgebonden risico contour PR =10-6 per jaar reikt niet tot buiten het risicogebied. De oriëntatie van de plaatsgebonden risicocontouren voldoen daarmee aan lokaal beleid en het landelijk toetsingskader.



Figuur 8-3 PR-contouren voor de terminal variant ‘MOT - bullets.

Bijdragen aan het plaatsgebonden risico

Om de bijdrage van de scenario's aan het PR in kaart te brengen zijn ter hoogte van de PR=10^{-6} per jaar contour enkele Risk Ranking Points (RRP) geplaatst. In Tabel 8-2 zijn de bijdragen van de scenario's ter plaatste van deze RRP's weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt wordt de ligging van de PR 10-6 per jaar aan de oostzijde vrijwel volledig bepaald door het instantaan vrijkomen van kooldioxide uit de opslagtanks. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de westzijde wordt bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 2 en 3 en instantaan vrijkomen van kooldioxide uit de opslagtanks. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de zuidzijde wordt hoofdzakelijk bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 2 en 3 en 4..

Tabel 8-2: Bijdrage van de scenario's aan het PR per risk ranking point

Faalscenario	Bijdrage aan het PR
Aanduiding	[%]
RRP Oost - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	98 (Variërend tussen 7 en 13)
Totaal	*≈ 98*
RRP West - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	23 (Variërend tussen 1 en 4)
Aanvaring – Steiger 1 - alle vulgraden	1
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	39
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	11
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	21
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	2
Aanvaring – Steiger 4 - alle vulgraden	3
Totaal	*≈ 100*
RRP Zuid - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	3
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	20
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	1
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	34
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	3
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	35
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	4
Totaal	*≈ 100*

** Het begrip 'vulgraad', dat relevant is voor aanvaringscenario's, geeft aan welk percentage van de opslagtank op het schip gevuld is (met CO_2).*

8.2.2 Aandachtsgebieden

In Figuur 8-4 zijn het gifwolkaandachtsgebied en de 1% letaliteit per jaar contourweergegeven. Het gifwolkaandachtsgebied is bepaald op basis van effectafstand (daar waar de concentratie “in de buitenlucht” gelijk is aan 2.54 x de concentratie van de levensbedreigende waarde). Volgens rekenvoorschriften mag het gifwolkaandachtsgebied bepaald worden op basis van dosis (= concentratie x tijd) wat zou leiden tot een kleinere contour dan die op basis van effectafstand; echter is voor kooldioxide geen relatie beschikbaar waarmee deze benadering kan worden toegepast (dit is bekend bij RIVM).[4], vanwege voorgaand is daarom besloten het gifwolkaandachtsgebied op basis van een effectafstand te bepalen.



Figuur 8-4 Berekende aandachtsgebieden voor de terminal variant ‘MOT – Bullets’

Groepsrisico

Volgens het groepsrisicobeleid van de provincie Zuid-Holland, mag worden volstaan met een kwalitatieve verantwoording indien de 1% letaliteit per jaar contour geheel gelegen is binnen een risicogebied. Zoals uit de afbeelding valt af te leiden reikt een deel van de 1% letaliteit per jaar contour tot buiten het risicogebied; dit gebied is (echter) deels gelegen over de Noordzee waardoor er geen populatie in het gebied aanwezig is deels gelegen over het aangrenzende risicogebied Europoort. Op basis van voorgaand lijkt een kwalitatieve verantwoording niet ontoelaatbaar.

Om een vergelijking te kunnen maken van welke bedrijfssituatie in het kader van externe veiligheid als veiliger kan worden beschouwd, is besloten om (aanvullend) het groepsrisico te bepalen. Dit is bepaald op

[4] Reactie Safeti-NL helpdesk op vraag om stof parameter voor bepalen gifwolkaandachtsgebied op basis van dosi benadering: “Voor koolstofdioxide kon de Toetsgroep Probitrelaties geen LBW N-waarde afleiden en daarom is er geen waarde voor de 'Toxic dose threshold N' opgenomen in Safeti-NL 8.8.

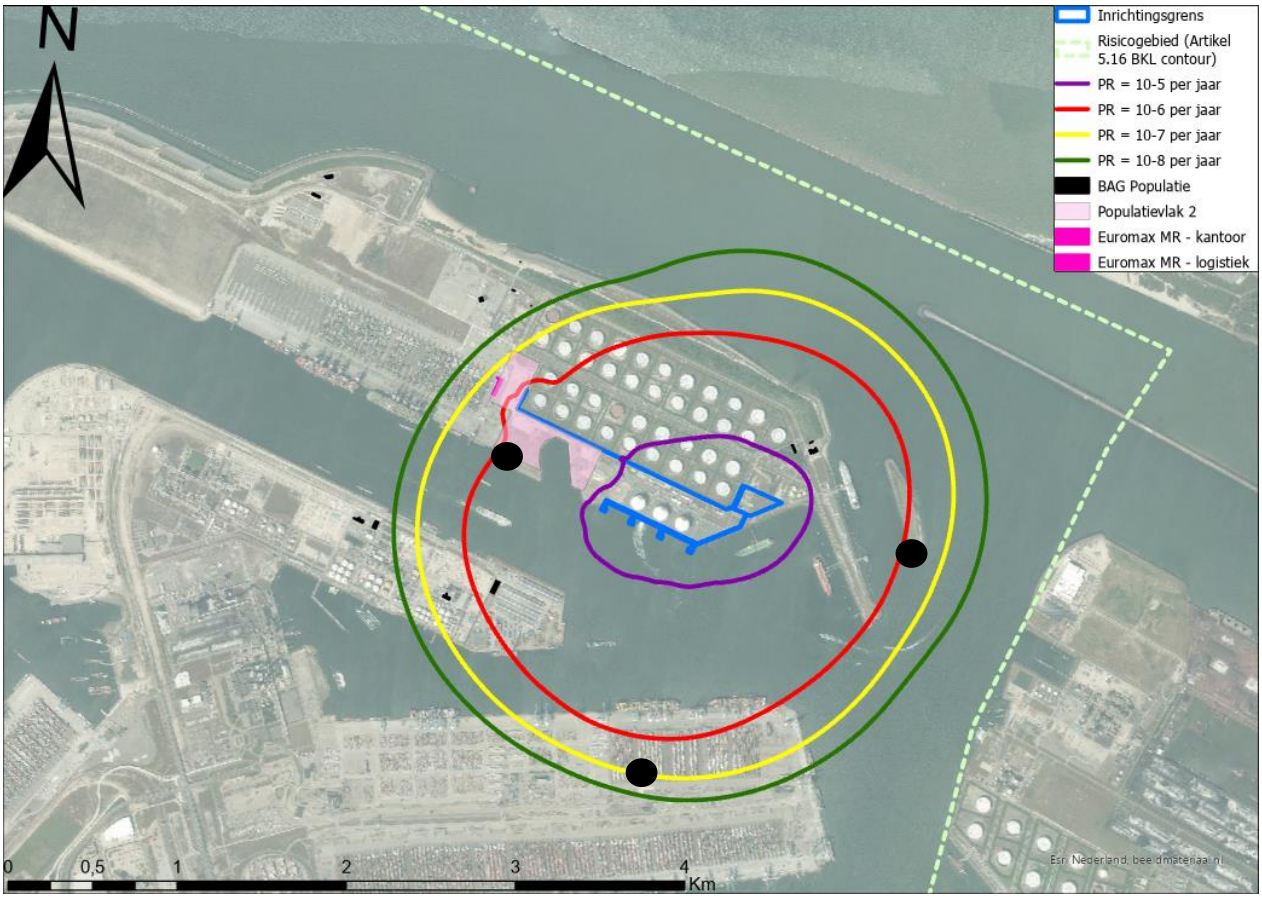
basis van BAG populatie data, aangevuld met kentallen van aantallen personen voor de nog niet ontwikkelde gebieden en aangevuld met een kantoorgebouw en logistiek gebouw op het Euromax terrein (zie paragraaf 7.8 voor de geïnventariseerde populatie). Op basis van ingevoerde populatie ontstaat geen groepsrisico (meer dan 10 dodelijke slachtoffers).

8.3 Variant: Leiding aan zuidzijde MOT terrein

Bij deze variant wordt het kooldioxide geëxporteerd via een leiding die aan de zuidziojde van het MOT terrein gelegen is. De systemen, het proces en uiteindelijk opslag- en exportcondities zijn identiek aan die zoals eerder beschreven in deze rapportage in hoofdstuk 4 en 5. Enkel de loop van de leiding is (dus) anders. In de onderstaande figuur is de loop van de leiding gevisualiseerd. Voor deze variant is aangesloten bij de opstelling MOT-terrein – spheres.

8.3.1 Plaatsgebonden risico

In Figuur 8-1 zijn de PR-contouren weergegeven. De plaatsgebonden risico contour PR =10-6 per jaar reikt niet tot buiten het risicogebied. De oriëntatie van de plaatsgebonden risicocontouren voldoen daarmee aan lokaal beleid en het landelijk toetsingskader.



Figuur 8-5 PR-contouren voor de voorgenomen terminal variant MOT – Spheres met leiding aan zuidzijde van het MOT terrein'.

Bijdragen aan het plaatsgebonden risico

Om de bijdrage van de scenario's aan het PR in kaart te brengen zijn ter hoogte van de PR=10^{-6} per jaar contour enkele Risk Ranking Points (RRP) geplaatst. In Tabel 8-1 zijn de bijdragen van de scenario's ter plaatste van deze RRP's weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt wordt de ligging van de PR 10-6 per jaar

aan de oostzijde voor het overgrote deel bepaald door het instantaan vrijkomen van kooldioxide uit de opslagtanks, aanvaring van schepen aangemeerd bij steiger 4 is het andere scenario wat, in beperkte mate, bijdraagt. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de westzijde wordt hoofdzakelijk bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 2 en 3. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de zuidzijde wordt hoofdzakelijk bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 2 en 3 en 4.

Tabel 8-3: Bijdrage van de scenario's aan het PR per risk ranking point

Faalscenario	Bijdrage aan het PR
Aanduiding	[%]
RRP Oost – PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	84 (variërend tussen 6 en 12)
Aanvaring – Steiger 4 (alle vulgraden)	14 (variërend tussen 0,5 en 3,5)
Totaal	*≈ 98*
RRP West – PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	3
Aanvaring – Steiger 1 - alle vulgraden	3
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	43
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	14
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	25
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	2
Aanvaring – Steiger 4 - alle vulgraden	4
Exportleiding naar compressorterminal	4
Totaal	*≈ 99*
RRP Zuid - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	*1*
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	21
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	<
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	35
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	3
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	36
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	4
Totaal	*≈ 100*

** Het begrip 'vulgraad', dat relevant is voor aanvaringscenario's, geeft aan welk percentage van de opslagtank op het schip gevuld is (met CO_2).*

8.3.2 Aandachtsgebieden

In Figuur 8-2 zijn het gifwolkaandachtsgebied en de 1% letaliteit per jaar contourweergegeven. Het gifwolkaandachtsgebied is bepaald op basis van effectafstand (daar waar de concentratie “in de buitenlucht” gelijk is aan 2.54 x de concentratie van de levensbedreigende waarde). Volgens rekenvoorschriften mag het gifwolkaandachtsgebied bepaald worden op basis van dosis (= concentratie x tijd) wat zou leiden tot een kleinere contour dan die op basis van effectafstand; echter is voor kooldioxide geen relatie beschikbaar waarmee deze benadering kan worden toegepast (dit is bekend bij RIVM).[5], vanwege voorgaand is daarom besloten het gifwolkaandachtsgebied op basis van een effectafstand te bepalen.



Figuur 8-6 Berekende aandachtsgebieden voor de voorgenomen terminal variant ‘MOT – Spheres met leiding aan zuidzijde van MOT terrein’

Groepsrisico

Volgens het groepsrisicobeleid van de provincie Zuid-Holland, mag worden volstaan met een kwalitatieve verantwoording indien de 1% letaliteit per jaar contour geheel gelegen is binnen een risicogebied. Zoals uit de afbeelding valt af te leiden is dit het geval.

Om een vergelijking te kunnen maken van welke bedrijfssituatie in het kader van externe veiligheid als veiliger kan worden beschouwd, is besloten om (aanvullend) het groepsrisico te bepalen. Dit is bepaald op basis van BAG populatie data, aangevuld met kentallen van aantallen personen voor de nog niet

[5] *Reactie Safeti-NL helpdesk op vraag om stof parameter voor bepalen gifwolkaandachtsgebied op basis van dosi benadering: “Voor koolstofdioxide kon de Toetsgroep Probitrelaties geen LBW N-waarde afleiden en daarom is er geen waarde voor de 'Toxic dose threshold N' opgenomen in Safeti-NL 8.8.*

ontwikkelde gebieden en aangevuld met een kantoorgebouw en logistiek gebouw op het Euromax terrein (zie paragraaf 7.8 voor de geïnventariseerde populatie). Op basis van ingevoerde populatie ontstaat geen groepsrisico (meer dan 10 dodelijke slachtoffers).

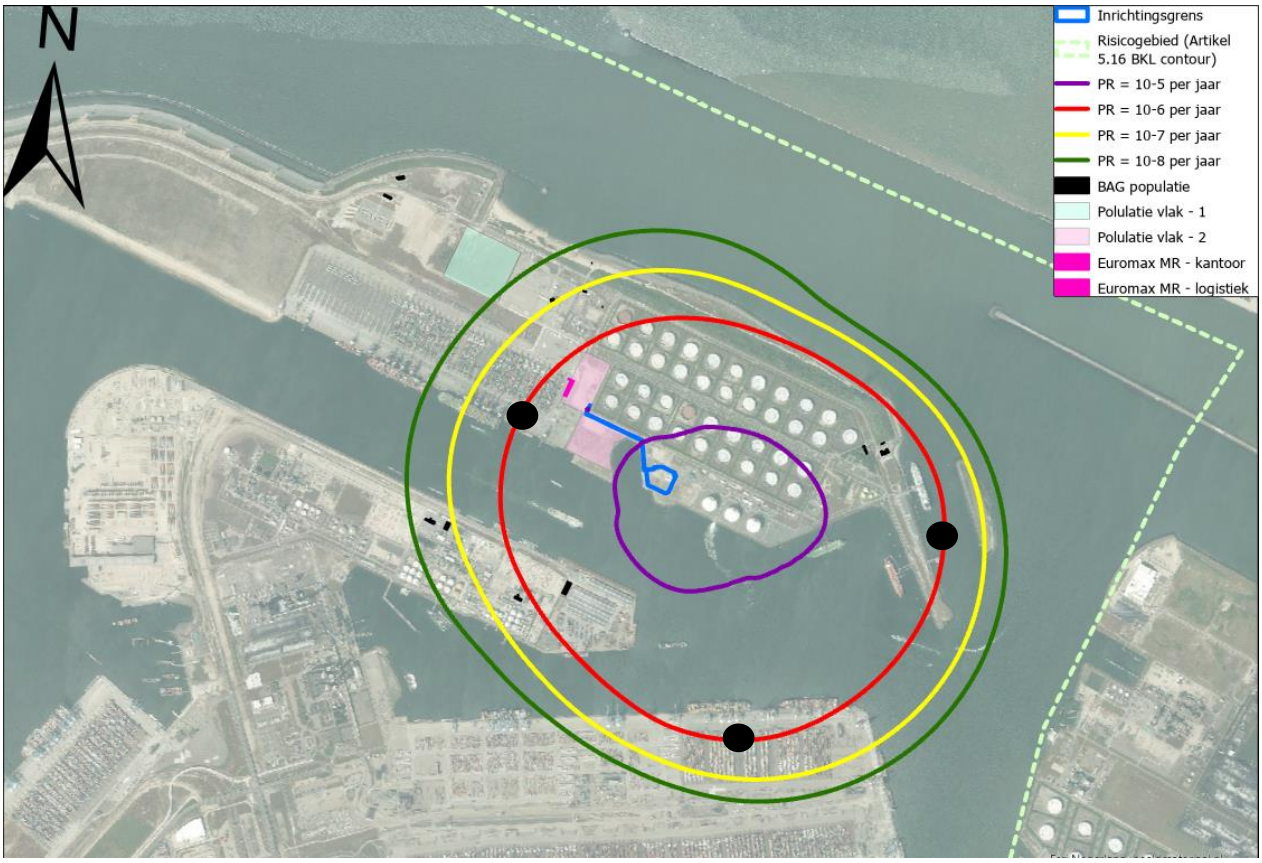
9 Resultaten locatie Gate (Tank 05)

9.1 Variant: Gate-terrein – spheres

Bij deze variant is de terminal gepositioneerd op het Gate-terrein en wordt de kooldioxide opgeslagen in spheres. De condities waarbij het kooldioxide wordt opgeslagen zijn gelijk aan die bij de variant MOT-terrein - spheres. De overige procesapparatuur is gelijk wat betreft specificaties en aantallen (echter gelegen op een andere locatie).Omdat uit het risicoprofiel voor ‘MOT-terrein – spheres bleek dat de scenario's voor de opslagtanks en aanvaring verreweg dominant zijn in het risicoprofiel van de terminal, is besloten om voor de optie ‘Gate-terrein spheres’ alleen de procesapparatuur, exportleiding en aanvaring scenario’s te modelleren (de circulatieleiding en leidingen voor laden en lossen zijn niet in het model opgenomen).

9.1.1 Plaatsgebonden risico

In Figuur 9-1 zijn de PR-contouren weergegeven. De plaatsgebonden risico contour PR =10-6 per jaar reikt niet tot buiten het risicogebied. De oriëntatie van de plaatsgebonden risicocontouren voldoen daarmee aan lokaal beleid en het landelijk toetsingskader.



Figuur 9-1 PR-contouren voor de terminal variant ‘Gate-terrein – spheres’.

Bijdragen aan het plaatsgebonden risico

Net als voor de varianten waarbij de terminal is gelegen op het MOT-terrein, geldt voor de varianten op het Gate-terrein dat het plaatsgebonden risico wordt gedomineerd door de scenario’s instantaan vrijkomen vanuit de opslagtanks en aanvaring bij de steigers.

Om de bijdrage van de scenario's aan het PR in kaart te brengen zijn ter hoogte van de PR=10^{-6} per jaar contour enkele Risk Ranking Points (RRP) geplaatst. In Tabel 9-1 zijn de bijdragen van de scenario's ter plaatste van deze RRP's weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt wordt de ligging van de PR 10-6 per jaar aan de oostzijde vrijwel volledig bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 3 en 4. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de westzijde wordt bepaald door het instantaan vrijkomen van kooldioxide uit de opslagtanks. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de zuidzijde wordt bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 2 en 3 en 4.

Tabel 9-1: Bijdrage van de scenario's aan het PR per risk ranking point

Faalscenario	Bijdrage aan het PR
Aanduiding	[%]
RRP Oost - PR 10^{-6} per jaar	
Aanvaring – Steiger 2 - alle vulgraden	1
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	22
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	1
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	67
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	9
Totaal	*≈ 100*
RRP West - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	97 (Variërend tussen 8 en 12)
Totaal	*≈ 97*
RRP Zuid - PR 10^{-6} per jaar	
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	15
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	1
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	35
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	3
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	42
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	5
Totaal	*≈ 100*

** Het begrip 'vulgraad', dat relevant is voor aanvaringscenario's, geeft aan welk percentage van de opslagtank op het schip gevuld is (met CO_2).*

9.1.2 Aandachtsgebieden

In Figuur 9-2 zijn het gifwolkaandachtsgebied en de 1% letaliteit per jaar contourweergegeven. Het gifwolkaandachtsgebied is bepaald op basis van effectafstand (daar waar de concentratie “in de buitenlucht” gelijk is aan 2.54 x de concentratie van de levensbedreigende waarde). Volgens rekenvoorschriften mag het gifwolkaandachtsgebied bepaald worden op basis van dosis (= concentratie x tijd) wat zou leiden tot een kleinere contour dan die op basis van effectafstand; echter is voor kooldioxide geen relatie beschikbaar waarmee deze benadering kan worden toegepast (dit is bekend bij RIVM).[6], vanwege voorgaand is daarom besloten het gifwolkaandachtsgebied op basis van een effectafstand te bepalen.



Figuur 9-2 Berekende aandachtsgebieden voor de terminal variant ‘Gate-terrein – spheres’

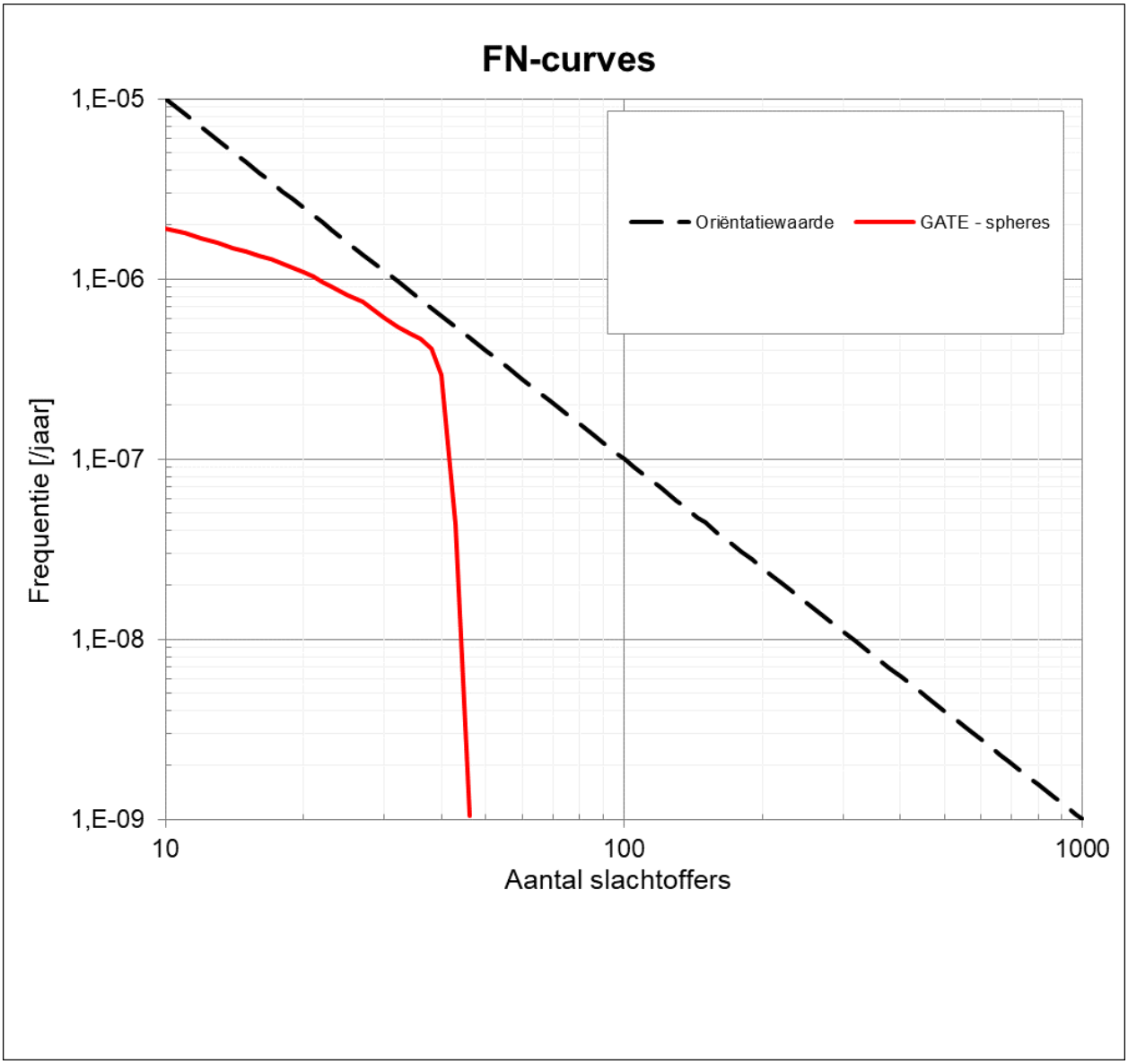
Volgens het groepsrisicobeleid van de provincie Zuid-Holland, mag worden volstaan met een kwalitatieve verantwoording indien de 1% letaliteit per jaar contour geheel gelegen is binnen een risicogebied. Zoals uit de afbeelding valt af te leiden is dit het geval.

Om een vergelijking te kunnen maken van welke bedrijfssituatie in het kader van externe veiligheid als veiliger kan worden beschouwd, is besloten om (aanvullend) het groepsrisico te bepalen. Dit is bepaald op basis van BAG populatie data, aangevuld met kentallen van aantallen personen voor de nog niet ontwikkelde gebieden en aangevuld met een kantoorgebouw en logistiek gebouw op het Euromax terrein (zie paragraaf 7.8 voor de geïnventariseerde populatie). Op basis van ingevoerde populatie ontstaat een

[6] *Reactie Safeti-NL helpdesk op vraag om stof parameter voor bepalen gifwolkaandachtsgebied op basis van dosi benadering: “Voor koolstofdioxide kon de Toetsgroep Probitrelaties geen LBW N-waarde afleiden en daarom is er geen waarde voor de 'Toxic dose threshold N' opgenomen in Safeti-NL 8.8.*

groepsrisico waarvan de hoogte niet tot boven de oriëntatiewaarde uitstijgt. In Figuur 9-3 is het bepaalde groepsrisico gevisualiseerd.

Als vervolgstap zou personeel van bepaalde milieubelastende activiteiten gelegen binnen het aandachtsgebied kunnen worden uitgesloten uit de populatie, met als doel inzicht te geven in het "feitelijk aandeel van de directe omwonenden op de hoogte van het groepsrisico". Gezien er geen 'omwonenden', geïnterpreteerd als 'anders dan werknemers' binnen het risicogebied aanwezig zijn, zal het groepsrisico naar allerverwachting een stuk verder onder de oriëntatie waarde liggen. Er kan nog wel sprake zijn van een groepsrisico omdat (mogelijk) bedrijvigheid aanwezig is wat niet valt binnen de milieubelastende activiteiten waarvan bijbehorend personeel mag worden uitgesloten.



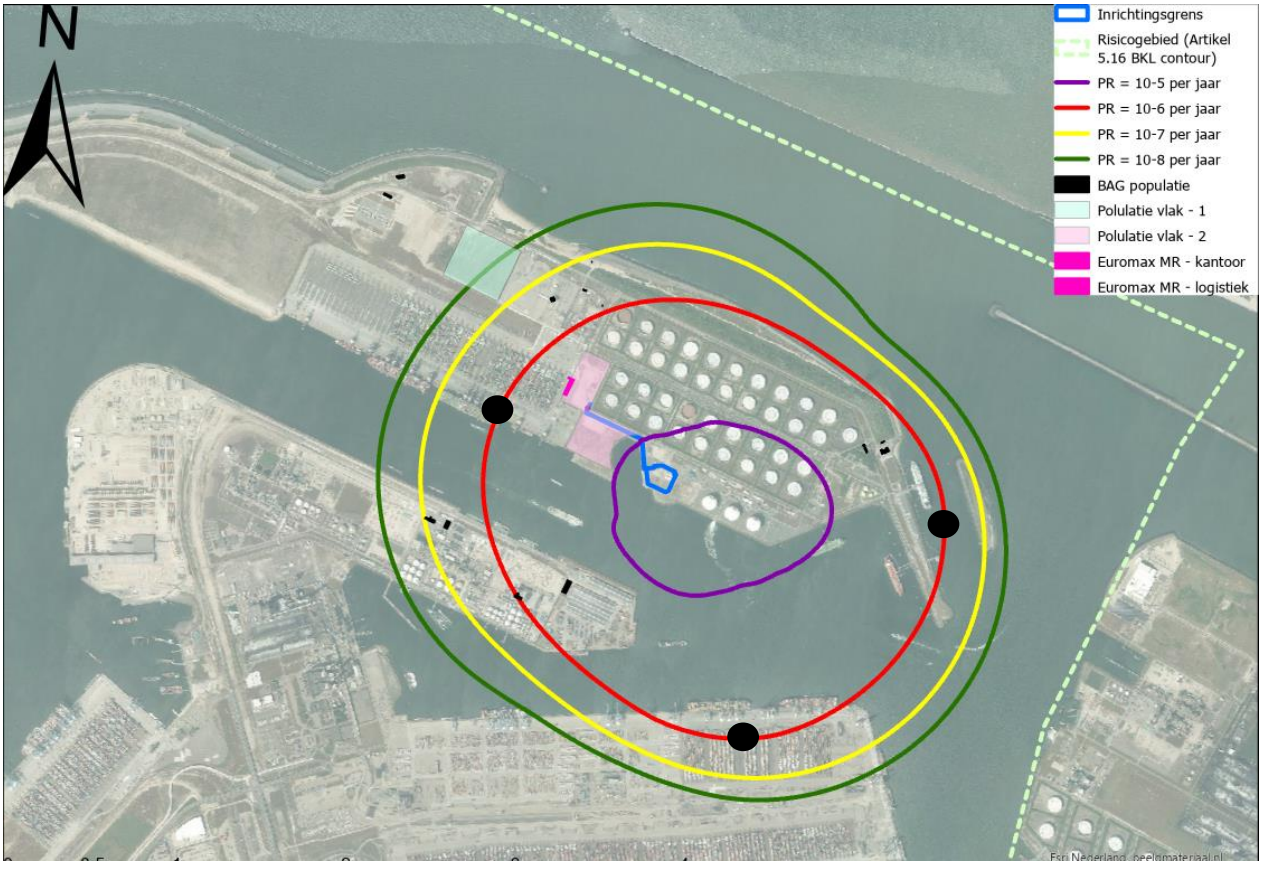
Figuur 9-3: Berekend groepsrisico voor de terminal variant 'Gate-terrein – spheres'

9.2 Variant: Gate-terrein – bullets

Bij deze variant is de terminal gepositioneerd op het Gate-terrein en wordt de kooldioxide opgeslagen in bullets. De locatie van de bullets zijn gelijk genomen aan de locatie van de spheres. Dit is niet in overeenstemming met de layout van de opstelling met bullets, echter is verschil in afstand tussen de juiste locaties relatief klein ten opzichte van de omvang van het risicoprofiel (PR = 10-6 per jaar contour) waardoor dit een beperkte, niet significante, afwijking introduceert. Omdat uit het risicoprofiel voor 'MOT-terrein – bullets bleek dat de scenario's voor de opslagtanks en aanvaring verreweg dominant zijn in het risicoprofiel van de terminal, is besloten om voor de optie 'Gate-terrein spheres' alleen de procesapparatuur, exportleiding en aanvaring scenario's te modelleren (de circulatieleiding en leidingen voor laden en lossen zijn niet in het model opgenomen).

9.2.1 Plaatsgebonden risico

In Figuur 9-4 zijn de PR-contouren weergegeven. De plaatsgebonden risico contour PR =10-6 per jaar reikt niet tot buiten het risicogebied. De oriëntatie van de plaatsgebonden risicocontouren voldoen daarmee aan lokaal beleid en het landelijk toetsingskader.



Figuur 9-4 PR-contouren voor de terminal variant 'Gate-terrein – bullets'.

Bijdragen aan het plaatsgebonden risico

Net als voor de varianten waarbij de terminal is gelegen op het MOT-terrein, geldt voor de varianten op het Gate-terrein dat het plaatsgebonden risico wordt gedomineerd door de scenario's instantaan vrijkomen vanuit de opslagtanks en aanvaring bij de steigers.

Om de bijdrage van de scenario's aan het PR in kaart te brengen zijn ter hoogte van de PR=10^{-6} per jaar contour enkele Risk Ranking Points (RRP) geplaatst. In Tabel 9-1 zijn de bijdragen van de scenario's ter plaatste van deze RRP's weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt wordt de ligging van de PR 10-6 per jaar aan de oostzijde vrijwel volledig bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 3 en 4. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de westzijde wordt bepaald door het instantaan vrijkomen van kooldioxide uit de opslagtanks. De ligging van de PR=10-6 per jaar aan de zuidzijde wordt bepaald door aanvaringscenario's gerelateerd aan steigers 2 en 3 en 4.

Tabel 9-2: Bijdrage van de scenario's aan het PR per risk ranking point

Faalscenario	Bijdrage aan het PR
Aanduiding	[%]
RRP Oost - PR 10^{-6} per jaar	
Aanvaring – Steiger 2 - alle vulgraden	1,5
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	22
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	1
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	67
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	9
Totaal	*≈ 100*
RRP West - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	99 (Variërend tussen 9 en 12)
Totaal	*≈ 99*
RRP Zuid - PR 10^{-6} per jaar	
Instantaan vrijkomen uit opslagtanks nr 1 t/m 10	1
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraad 100%	15
Aanvaring – Steiger 2 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	1
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraad 100%	34
Aanvaring – Steiger 3 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	3
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraad 100%	41
Aanvaring – Steiger 4 – vulgraden 33% en 66% gesommeerd	5
Totaal	*≈ 100*

** Het begrip 'vulgraad', dat relevant is voor aanvaringscenario's, geeft aan welk percentage van de opslagtank op het schip gevuld is (met CO_2).*

9.2.2 Aandachtsgebieden

In Figuur 9-5 zijn het gifwolkaandachtsgebied en de 1% letaliteit per jaar contourweergegeven. Het gifwolkaandachtsgebied is bepaald op basis van effectafstand (daar waar de concentratie “in de buitenlucht” gelijk is aan 2.54 x de concentratie van de levensbedreigende waarde). Volgens rekenvoorschriften mag het gifwolkaandachtsgebied bepaald worden op basis van dosis (= concentratie x tijd) wat zou leiden tot een kleinere contour dan die op basis van effectafstand; echter is voor kooldioxide geen relatie beschikbaar waarmee deze benadering kan worden toegepast (dit is bekend bij RIVM).[7], vanwege voorgaand is daarom besloten het gifwolkaandachtsgebied op basis van een effectafstand te bepalen.



Figuur 9-5 Berekende aandachtsgebieden voor de terminal variant ‘Gate-terrein – bullets’

Groepsrisico

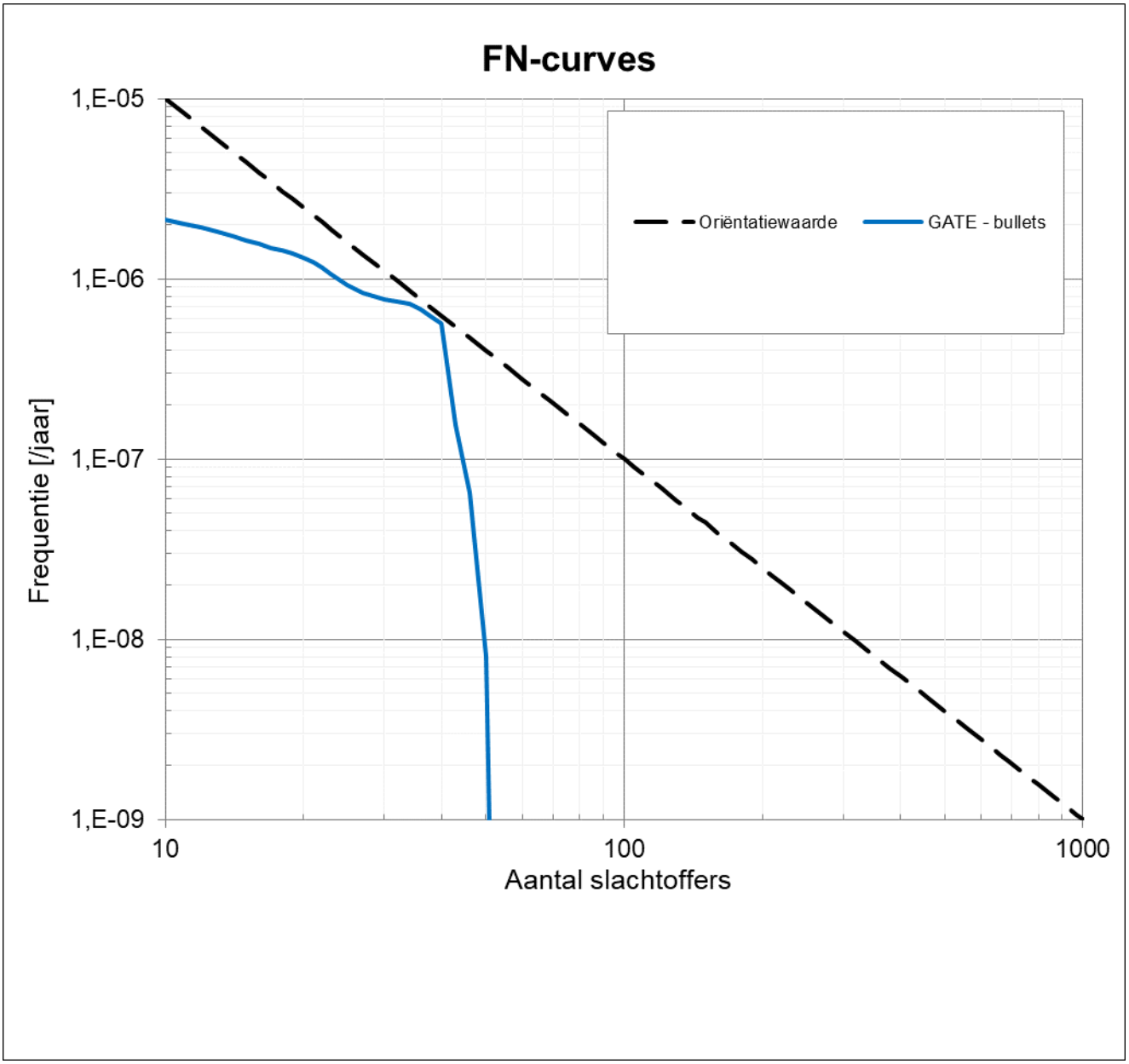
Volgens het groepsrisicobeleid van de provincie Zuid-Holland, mag worden volstaan met een kwalitatieve verantwoording indien de 1% letaliteit per jaar contour geheel gelegen is binnen een risicogebied. Zoals uit de afbeelding valt af te leiden is dit het geval.

Om een vergelijking te kunnen maken van welke bedrijfssituatie in het kader van externe veiligheid als veiliger kan worden beschouwd, is besloten om (aanvullend) het groepsrisico te bepalen. Dit is bepaald op basis van BAG populatie data, aangevuld met kentallen van aantallen personen voor de nog niet ontwikkelde gebieden en aangevuld met een kantoorgebouw en logistiek gebouw op het Euromax terrein (zie paragraaf 7.8 voor de geïnventariseerde populatie). Op basis van ingevoerde populatie ontstaat een

[7] *Reactie Safeti-NL helpdesk op vraag om stof parameter voor bepalen gifwolkaandachtsgebied op basis van dosi benadering: “Voor koolstofdioxide kon de Toetsgroep Probitrelaties geen LBW N-waarde afleiden en daarom is er geen waarde voor de 'Toxic dose threshold N' opgenomen in Safeti-NL 8.8.*

groepsrisico waarvan de hoogte niet tot boven de oriëntatiewaarde uitstijgt. In Figuur 9-6 is het bepaalde groepsrisico gevisualiseerd.

Als vervolgstap zou personeel van bepaalde milieubelastende activiteiten gelegen binnen het aandachtsgebied kunnen worden uitgesloten uit de populatie, met als doel inzicht te geven in het "feitelijk aandeel van de directe omwonenden op de hoogte van het groepsrisico". Gezien er geen 'omwonenden', geïnterpreteerd als 'anders dan werknemers' binnen het risicogebied aanwezig zijn, zal het groepsrisico naar allerverwachting een stuk verder onder de oriëntatie waarde liggen. Er kan nog wel sprake zijn van een groepsrisico omdat (mogelijk) bedrijvigheid aanwezig is wat niet valt binnen de milieubelastende activiteiten waarvan bijbehorend personeel mag worden uitgesloten.



Figuur 9-6: Berekend groepsrisico voor de terminal variant 'Gate-terrein – bullets'

10 Samenvatting bevindingen en toetsing wet- en regelgeving

De volgende conclusies kunnen worden getrokken ten aanzien van het plaatsgebonden risico en het de aandachtsgebieden van de doorgerekende bedrijfssituaties:

- De PR 10-6 per jaar contouren ten gevolge van de voorgenomen activiteit blijft voor alle variant binnen het voorgeschreven risicogebied en voldoet daarmee aan het landelijke toetsingskader. Ook voor de variant waarbij de exportleiding naar het compressorstation tussen MOT en Gate terrein gelegen is voldoet het plaatsgebonden risico aan het toetsingskader.
- Het gifwolkaandachtsgebied blijft voor alle varianten binnen het risicogebied
- De 1% letaliteitscontour reikt enkel voor de variant MOT-terrein – bullets zeer beperkt buiten het risicogebied ‘Maasvlakte 1 en 2’. Deze overschrijding vindt plaats over water en voor een deel over het naast gelegen risicogebied ‘Europoort’. Dit geldt niet voor de variant waarbij de exportleiding over het MOT terrein loopt, en de variant waarbij de exportleiding aan de zuidzijde van n het MOT terrein loopt.

Groepsrisico

Wat betreft groepsrisico lijkt een kwalitatieve beoordeling van het groepsrisico gezien bovenstaand niet ontoelaatbaar. Om een vergelijking te kunnen maken van welke optie in het kader van externe veiligheid als veiliger kan worden beschouwd, is besloten het groepsrisico ook kwantitatief te bepalen.

- Voor de varianten MOT-spheres en MOT-bullets wordt op basis van de ingevoerde populatie geen groepsrisico bepaald; het aantal dodelijke slachtoffers dat bij een onvoorziene gebeurtenis kan vallen is kleiner dan 10 (de ondergrens binnen de definitie van groepsrisico in het kader van externe veiligheid). Dit geldt tevens voor de variant waarbij de exportleiding over het MOT terrein loopt, en de variant waarbij de exportleiding aan de zuidzijde van het MOT terrein loopt.
- Voor de varianten GATE-spheres en GATE-bullets wordt een groepsrisico bepaald. De hoogte van het groepsrisico overstijgt de oriëntatiewaarde niet.

  Een kwantitatieve beoordeling van het groepsrisico op basis van populatie uitgezonderd van personeel van bepaalde milieubelastende activiteiten binnen het aandachtgebied leidt waarschijnlijk tot een kleiner groepsrisico. Er zal mogelijk nog wel sprake zijn van een groepsrisico omdat (mogelijk) bedrijvigheid aanwezig is wat niet valt binnen de milieubelastende activiteiten waarvan bijbehorend personeel mag worden uitgesloten volgens groepsrisico verantwoordingsbeleid van de provincie Zuid-Holland.

Het verschil in groepsrisico is te verklaren doordat voor de varianten MOT-terrein de aandachtsgebieden voor een groter deel over water gelegen zijn (de varianten op het Gate-terrein zijn meer naar 'de binnenzijde’ van het Maasvlakte industriegebied gelegen, daardoor is binnen de gifwolkaandachtsgebieden meer bebouwing en daarmee populatie gelegen).

11 Referenties

[1] Besluit activiteiten leefomgeving; geldend van 01-01-2024 t/m heden. Geraadpleegd via website: https://wetten.overheid.nl/

[2] Besluit kwaliteit leefomgeving; geldend van 01-01-2024 t/m heden. Geraadpleegd via website: https://wetten.overheid.nl/

[3] Besluit bouwwerken leefomgeving; geldend van 01-01-2024 t/m heden. Geraadpleegd via website: https://wetten.overheid.nl/

[4] Omgevingsregeling; geldend van 01-01-2024 t/m heden. Geraadpleegd via website: https://wetten.overheid.nl/

[5] Safeti-NL, softwarepakket Safeti- NL, DNV, versie 8.8.

[6] Rijksinstituut voor Volkshuisvesting en Milieu, Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid – Module 1, versie oktober 2020.

[7] Besluit van gedeputeerde staten van Zuid-Holland van 5 december 2023, [DOS-2023-0006729, PZH-2023- 844389726] tot vaststelling van de beleidsregel over de invulling van de groepsrisicoverantwoording bij vergunningplichtige milieubelastende activiteiten (Beleidsregel groepsrisicoverantwoording bij provinciale omgevingsvergunningen voor milieubelastende activiteiten)

[8] Rina, CO2nnect Liquid Co2 Terminal Project – ESD Philosophy, Doc nr. P0029226-1-H4, Revisie: Rev.2, d.d. April 2022

[9] www.ruimtelijkeplannen.nl, bezocht op 23 februari 2024

[10] CO2next, Technical information CO2next, rev 1_2, 29 november 2023

[11] Gate Terminal CO2 Storage – Rotterdam, Netherland - Heat & Material Balance, Doc. No. P0029266-1-H11, Rev 3, May 2022

[12] Rijksinstituut voor Volkshuisvesting en Milieu, Rekenmethode buisleidingen in bijzondere situaties, versie 0,1 concept, 23 december 2019

[13] Ruwheidskaart met publicatiedatum 13-03-2020, RIVM. https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2020/03/13/ruwheidskaart-2020

[14] BAG populatieservice, http://populatieservice.demis.nl, download 20 januari 2024 (BAGselectiebasis: 202401).

[15] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1 – Deel 6: Aanwezigheidsgegevens, VROM, december 2003

[16] Kentallen Populatieservice en Dataservice Kwetsbare gebouwen en locaties (KGL), Projectteam Informatieproducten Externe Veiligheid, maart 2023

[17] Rijksinstituut voor Volkshuisvesting en Milieu, Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 4.3 d.d. 1 januari 2021

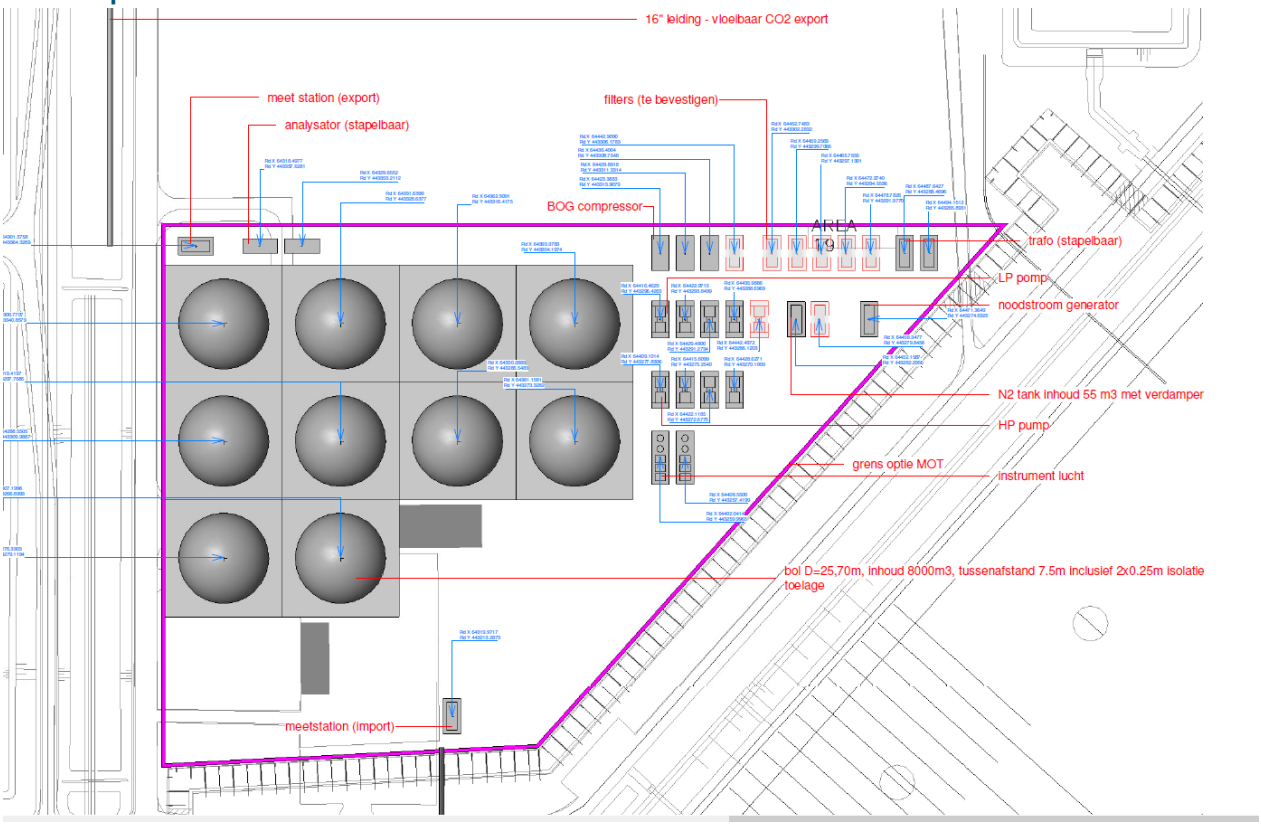
[18] Collision Risk Assessment for CO2Next Terminal, report no. 33932-1-MO, Rev 2.0, 24 april 2024, MARIN

[19] Nautical QRA CO2next terminal, doc nr 10494402-1, Rev. 0, 10-7-2024, Det Norske Veritas

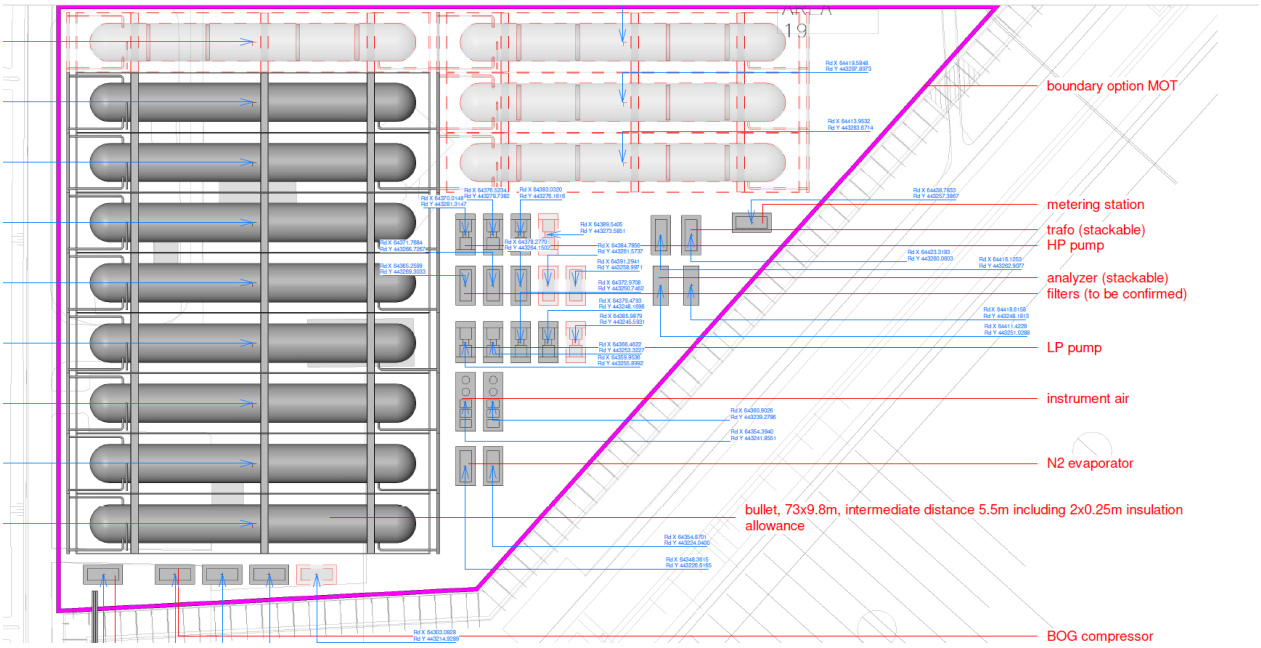
Bijlage

1. Plattegrond van de inrichting

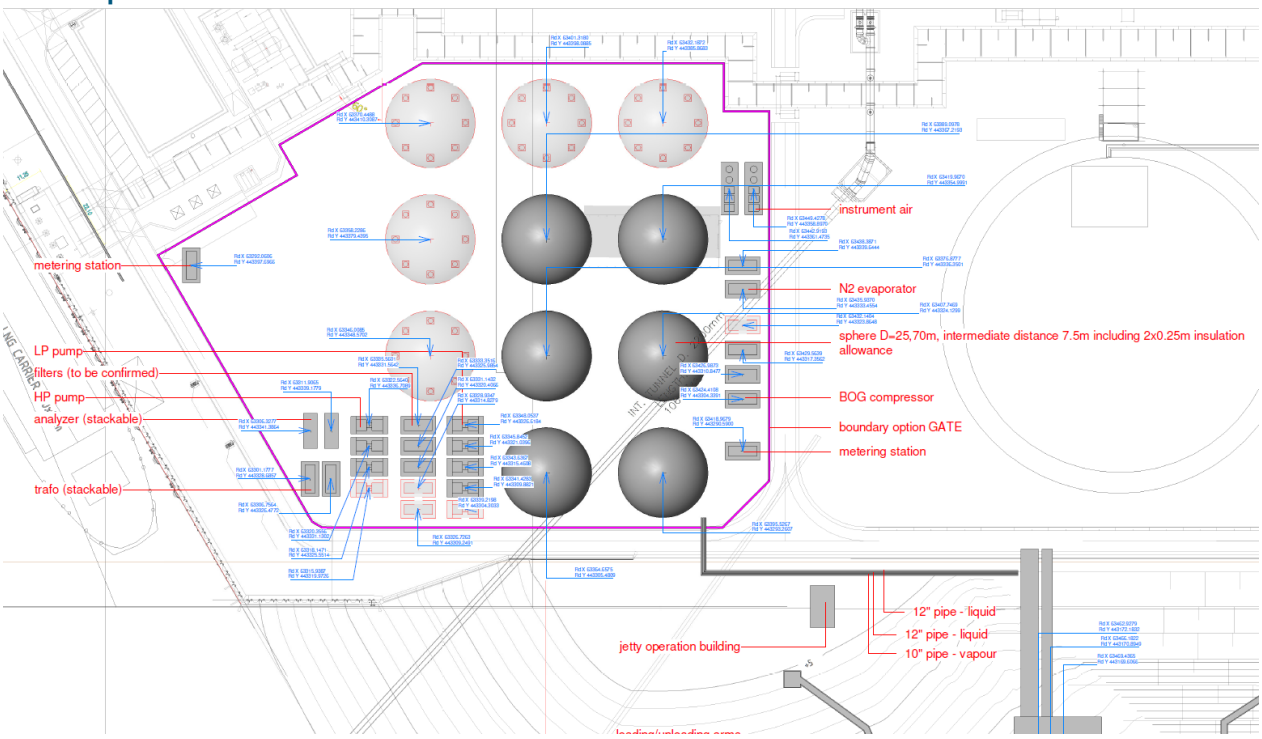
MOT – Spheres



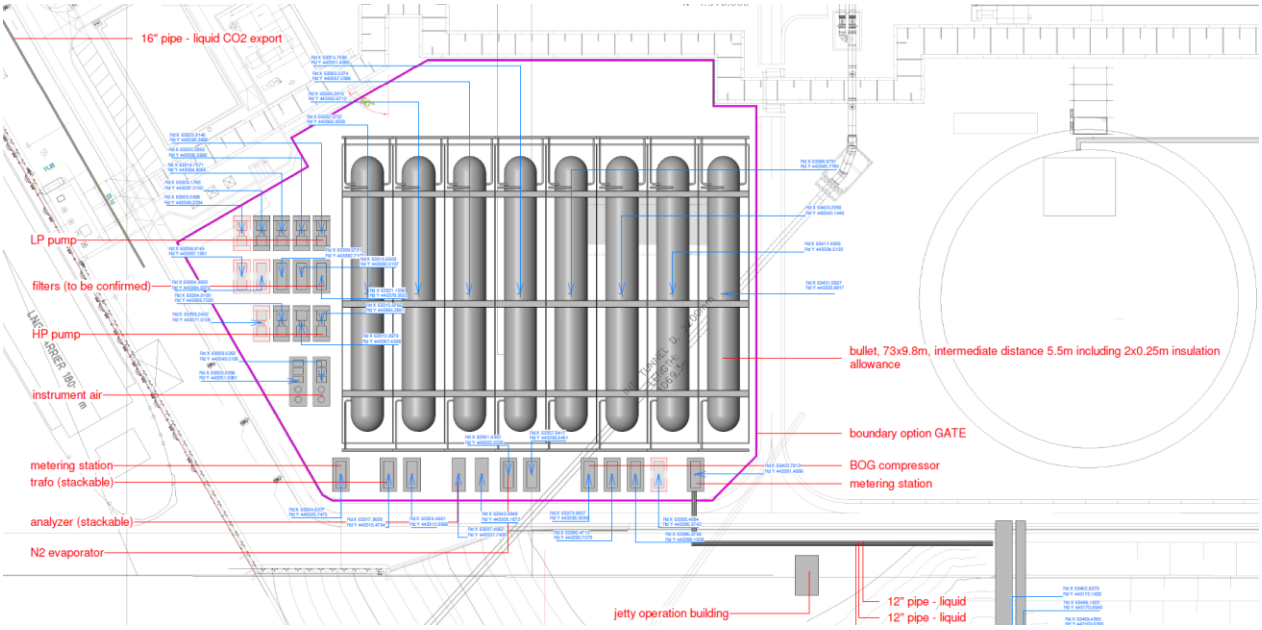
MOT - bullets



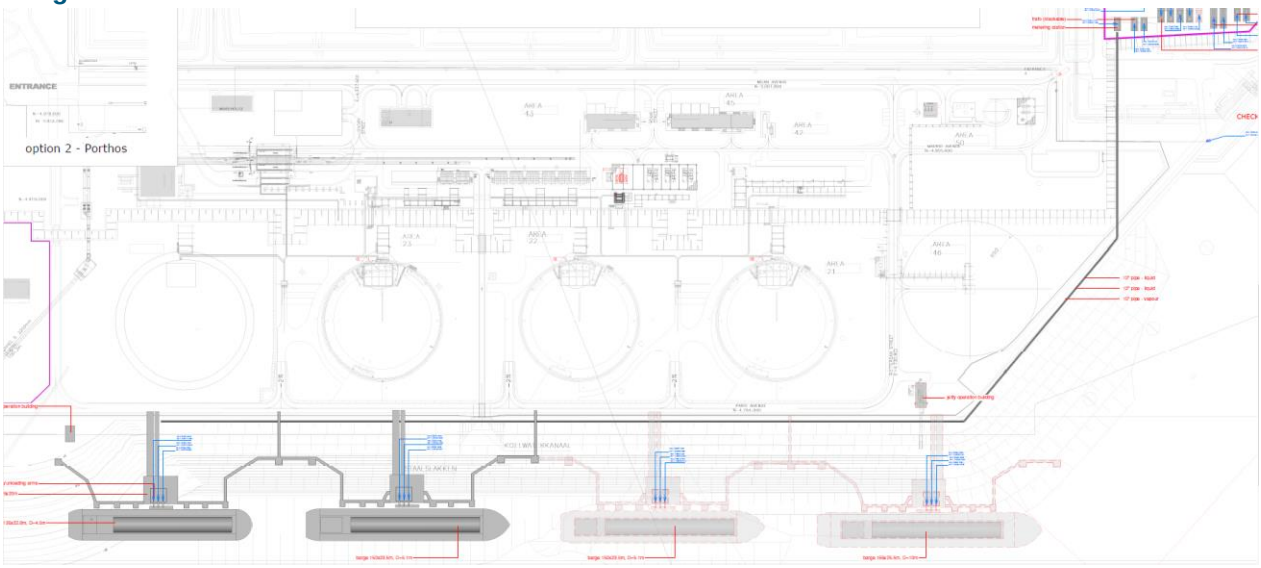
Gate – spheres



Gate – bullets



Steigers

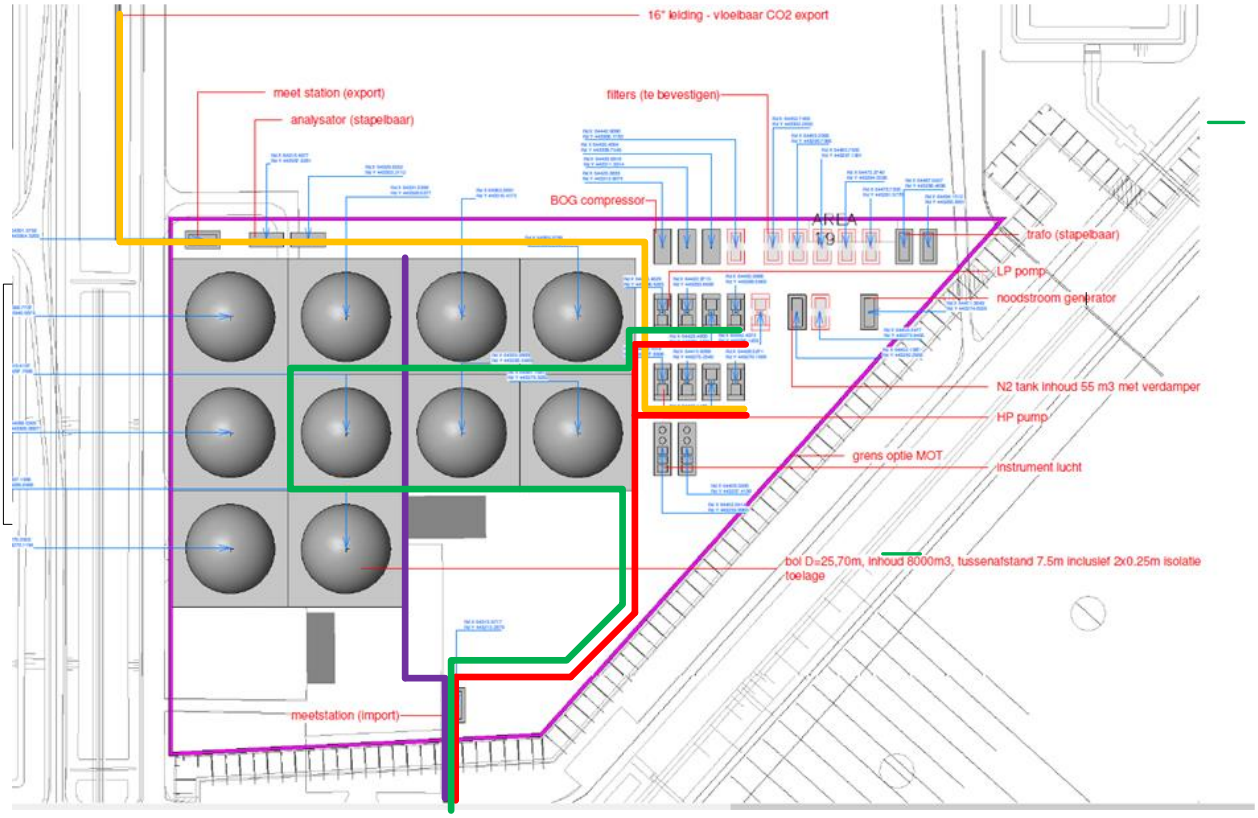


Bijlage

2. Loop der leidingen

Royal HaskoningDHV

Onderstaande figuur geeft de loop der leidingen zoals aangenomen voor deze QRA.



Groen = lagedruk CO2 van opslagtanks naar LP pompen (circulatie)
Rood = middel druk CO2 van LP pompen naar schepen of naar HP pompen
Oranje = Hogedruk CO2 van HP pompen naar compressorstation
Paars = Lagedruk CO2 van schepen naar opslagtanks (connectie aan de bovenzijde van de tank - top entry)

Bijlage

3. Faalscenario's - Overzicht van generieke faalscenario's en initiële faalfrequenties

Royal HaskoningDHV

Tabel B1.1: Faalscenario's reactorvaten/procesvaten

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per jaar)

Tabel B1.2: Faalscenario's opslagvaten onder druk, bovengronds

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per jaar)

Tabel B1.3: Faalscenario's voor pompen en compressoren

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per jaar)		
	Centrifugaal pompen en centrifugaal compressoren, zonder pakking (canned)	Centrifugaal pompen en centrifugaal compressoren, met pakking	Zuigerpompen en zuigercompressoren
	1×10^{-5}	$1{,}0 \times 10^{-4}$	$1{,}0 \times 10^{-4}$
	5×10^{-5}	$4{,}4 \times 10^{-3}$	$4{,}4 \times 10^{-3}$

Tabel B1.4: Faalscenario's voor bovengrondse leidingen

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per meter per jaar)		
	Nominale diameter < 75 mm	Nominale diameter 75 150 mm	Nominale diameter > 150 mm
Breuk van de leiding	1×10^{-6}	3×10^{-7}	1×10^{-7}
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-6}	2×10^{-6}	5×10^{-7}

Tabel B1.5: Faalscenario's voor ondergrondse leidingen

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per meter per jaar)		
	Leiding in leidingstraat	Leiding voldoet aan NEN 3650	Overige leidingen
Breuk van de leiding	7×10^{-9}	$1{,}525 \times 10^{-7}$	5×10^{-7}
Lek met een effectieve diameter van 20 mm	$6{,}3 \times 10^{-8}$	$4{,}575 \times 10^{-7}$	$1{,}5 \times 10^{-6}$

Tabel B1.6: Faalscenario's voor warmtewisselaars

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per jaar)
Pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich buiten de pijpleidingen bevindt	
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-5}
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-5}
Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-3}
Pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich binnen de pijpleidingen bevindt en waarbij de mantel een ontwerpdruk	
Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	1×10^{-5}
Breuk van 1 pijp	1×10^{-3}
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van één pijp, maximaal 50 mm	1×10^{-2}
Pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich binnen de pijpleidingen bevindt en waarbij de mantel een ontwerpdruk heeft die hoger is dan of gelijk aan de maximaal optredende druk van de gevaarlijke stof in de pijpleiding	
Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	1×10^{-6}

Tabel B1.7: Faalscenario's voor semi gastankers (gekoeld)

Faalscenario	Initiële faalfrequentie (per jaar)
Continu vrijkomen van 126 m3 in 1800 s	$0{,}00012 \times f_0$
Continu vrijkomen van 32 m3 in 1800 s	$0{,}025 \times f_0$

Tabel B1.8: Faalscenario's voor verlading

Faalscenario	Initiële faalfrequentie laad /losarm (per uur)	Initiële faalfrequentie laad /losslang (per uur)
Breuk van laad-/losarm of laad-/losslang	3×10^{-8}	4×10^{-6}
Lek van de laad-/losarm of laad-/losslang met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	3×10^{-7}	4×10^{-5}

Bijlage

4. Faalscenario’s - detailuitwerking

Royal HaskoningDHV

Scheepsverlading

Faalfrequentie

Scenario	Verdeling verladingsmethode				Faalfrequentie							
	Methode armen		Methode slangen		Initiële faalfrequentie		Verladings-duur	Toezicht	Faal-frequentie	Aantal laad-/loslocaties	Faalfrequentie per laad-/loslocatie	Faalfrequentie ingevoerd in Safeti-NL
	Initiële faal-frequentie armen	Percentage verladingen via armen	Initiële faal-frequentie slangen	Percentage verladingen via slangen								
[-]	[per uur]	[%]	[per uur]	[%]			[uur/jaar]	[-]	[jaar-1]	[-]	[jaar-1]	[jaar-1]
Breuk laad/losarm, noodstop werkt (laden)	3,00E-08	100%	4,00E-06	0%	3,00E-08	per uur	2.711	0,9	7,3E-05	1	7,3E-05	8,1E-05
Breuk laad/losarm, noodstop faalt (laden)	3,00E-08	100%	4,00E-06	0%	3,00E-08	per uur	2.711	0,1	8,1E-06	1	8,1E-06	
Breuk laad/losarm, noodstop werkt (lossen)	3,00E-08	100%	4,00E-06	0%	3,00E-08	per uur	6.777	0,9	1,8E-04	2	9,1E-05	1,0E-4
Breuk laad/losarm, noodstop faalt (lossen)	3,00E-08	100%	4,00E-06	0%	3,00E-08	per uur	6.777	0,1	2,0E-05	2	1,0E-05	
Lek laad/losarm	3,00E-07	100%	4,00E-05	0%	3,00E-07	per uur	9.488	-	2,8E-03	3	9,5E-04	9,5E-04

Bronsterkte

Scenario	Bronsterkte									
	Pompzijde			Toevoer scheepszijde			Toevoer tankzijde			Totaal pompzijde + schip of leiding
	Debiet	Uitstroomduur	Hoeveelheid	Debiet	Uitstroomduur	Hoeveelheid	Debiet	Uitstroomduur	Hoeveelheid	
[-]	[m3/s]	[s]	[m3]	[m3/s]	[s]	[m3]	[m3/s]	[s]	[m3]	[m3]
Breuk laad/losarm, noodstop werkt (laden)	0,4	120	47	-	-	-	n.v.t. want tankzijde is pompzijde			47
Breuk laad/losarm, noodstop faalt (laden)	0,4	1.800	700	-	-	-				700
Breuk laad/losarm, noodstop werkt (lossen)	0,6	120	70	n.v.t. want scheepszijde is pompzijde			0,00	120	0	70
Breuk laad/losarm, noodstop faalt (lossen)	0,6	1.800	1.050				0,00	1.800	0	1.050
Lek laad/losarm	Safeti-NL			-	-	-	-	-	-	Safeti-NL
Aanvaring groot (semi gastankers - gekoeld)	-	1.800	126	-	-	-	-	-	-	126
Aanvaring klein (semi gastankers - gekoeld)	-	1.800	32	-	-	-	-	-	-	32

Leidingen

Faalfrequentie

Scenario	Faalfrequentie					
	Initiële faalfrequentie		Tijdsduur	Factor veiligheidsvoorziening	Gehanteerde leidinglengte	Faalfrequentie
[-]	[-]	[-]	[uur/jaar]	[-]	[m]	[m-1.jaar-1]
Leiding van steigers naar (header) opslagtanks - lossen van schepen						
Breuk leiding tijdens laden, werken ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	1317	0,9	1152	1,4E-08
Breuk leiding tijdens laden, falen ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	1317	0,1	1152	1,5E-09
Lekkage leiding	5,00E-07	per meter per jaar	1317	-	1152	7,5E-08
Leiding van LP pompen naar steigers - laden van schepen						
Breuk leiding tijdens verlading, werken ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	2771	0,9	1194	2,8E-08
Breuk leiding tijdens verlading, falen ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	2771	0,1	1194	3,2E-09
Lekkage leiding	5,00E-07	per meter per jaar	2771	-	1194	1,6E-07
Leidingstelsel voor circulatie						
Breuk leiding, werken ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	8760	0,9	1399	9,0E-08
Breuk leiding, falen ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	8760	0,1	1399	1,0E-08
Lekkage leiding	5,00E-07	per meter per jaar	8760	-	1399	5,0E-07
Export leiding naar compressorstation						
Breuk leiding, werken ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	8760	0,9	1989	9,0E-08
Breuk leiding, falen ingreep	1,00E-07	per meter per jaar	8760	0,1	1989	1,0E-08
Lekkage leiding	5,00E-07	per meter per jaar	8760	-	1989	5,0E-07

Bronsterkte

Scenario	Bronsterkte							
			Hoeveelheid			Hoeveelheid		
[-]	[m3/s]	[s]	[m3]	[m3/s]	[s]	[m3]	[m3]	[m3]
Leiding van steigers naar (header) opslagtanks - lossen van schepen								
								178
Breuk leiding tijdens laden, falen ingreep	0,8	1800	1404			0,00	84	1482
Lekkage leiding	Safeti-NL			-	-	-	n.v.t	Safeti-NL
Leiding van LP pompen naar steigers - laden van schepen								
								134
Breuk leiding tijdens verlading, falen ingreep	0,0		0	0,39	1800	700	87	787
Lekkage leiding	Safeti-NL			-	-	-	n.v.t.	Safeti-NL
Leidingstelsel voor circulatie								
								189
Breuk leiding, falen ingreep	0,028	1800	50	-	-	-	102	152
Lekkage leiding	Safeti-NL			-	-	-	n.v.t.	Safeti-NL
Export leiding naar compressorstation								
								374
Breuk leiding, falen ingreep	0,270	1800	485	-	-	-	258	743
Lekkage leiding	Safeti-NL						n.v.t.	Safeti-NL

Procesapparatuur

Faalfrequentie

Systeemonderdeel	Volume in procesonderdeel	Volume aangrenzende proces onderdelen	Faalscenario	Initiële faalfrequentie	Gemodelleerde faalfrequentie
[-]	[m3]	[m3]	[-]	[-]	[/jaar]
Opslagtank	8000	-	Instantaan vrijkomen gehele inhoud	5,00E-07	5,00E-07
	8000	-	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten	5,00E-07	5,00E-07
	8000	-	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1,00E-05	1,00E-05
LP-pomp	-	72000	Catastrofaal falen	1,00E-04	1,00E-04
	-	72000	Lek (10% diameter)	4,40E-03	4,40E-03
HP-pomp	-	72000	Catastrofaal falen	1,00E-04	1,00E-04
	-	72000	Lek (10% diameter)	4,40E-03	4,40E-03

Bronsterkte

Systeemonderdeel	Faaldruk	Faaltemperatuur	Uitstroomduur	Diameter eenzijdige bovenstroomse uitstroming	Diameter tweezijdige uitstroming	Fixed flowrate	Toelichting
[-]	[barg]	[°C]	[s]	[mm]	[mm]	[kg/s]	[-]
Opslagtank	15	-26,6	-	-	-	-	
	15	-26,6	600	-	-	-	
	15	-26,6	1800	-	-	-	
LP-pomp	16	-26,5	Safeti-NL	304,8	-	-	Gemodelleerd als uitstroming uit een opslagtank; hydrostatische hoogte en procescondities zijn drijvende kracht
	16	-26,5	Safeti-NL	30,48	-	-	
HP-pomp	22	-26,5	Safeti-NL	406,4	-	1640	Gemodelleerd als fixed flowrate op basis van toevoer van 410 kg/s per LP pomp
	22	-26,5	Safeti-NL	40,64	-	-	

Bijlage

5. Ammoniakkoelinstallatie

Royal HaskoningDHV

In eerdere fase van dit project en daarmee het opstellen van deze QRA waren nog niet alle details van het ontwerp van de BOG-units bekend, enkel algemene uitgangspunten. Om toch inzicht te kunnen geven in het risicoprofiel veroorzaakt door een dergelijke ammoniakkoelinstallatie is toen besloten om aan te sluiten bij de scenario's gemodelleerd volgens het voorbeeld van het 'basisschema koelinstallatie' zoals uitgewerkt in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [17]. Waarbij de gemodelleerde installatie beschouwd moet worden als 'richting gevend'. In de huidige fase van het project, en daarmee deze QRA, is het ontwerp van de ammoniakkoelinstallatie verder uitgewerkt. Omdat het ontwerp in de basis vergelijkbaar is (inhoud en redundantie) en omdat voor alle varianten de ligging van de PR = 10-6 per jaar contour en het aandachtsgebied gedomineerd wordt door de opslagtanks, wordt het niet zinvol geacht om de ammoniakkoelinstallatie verder uit te werken.

Algemene uitgangspunten

- Het koelmiddel is ammoniak; een hoeveelheid van 5000 kg verdeeld over drie units is voorzien.
- Twee BOG-units zijn operationeel. Eén reserve BOG-unit is voorzien die inbedrijf kan worden genomen als een van de operationele BOG-units faalt.
- Omdat een reserve BOG-unit voorzien is, is de verwachting dat de procesonderdelen van een individuele BOG-unit beperkt redundant zijn uitgevoerd (geen reserveonderdelen in een BOG-unit zelf).
- Het koelmedium wordt via 'directe expansie' naar de juiste temperatuur gebracht.
- Alle installatieonderdelen zijn (van wege akoestiek) in een omhulsel geplaatst; onbekend of dit enkel een akoestische bescherming is, of een volledige machinekamer

Toelichting modellering

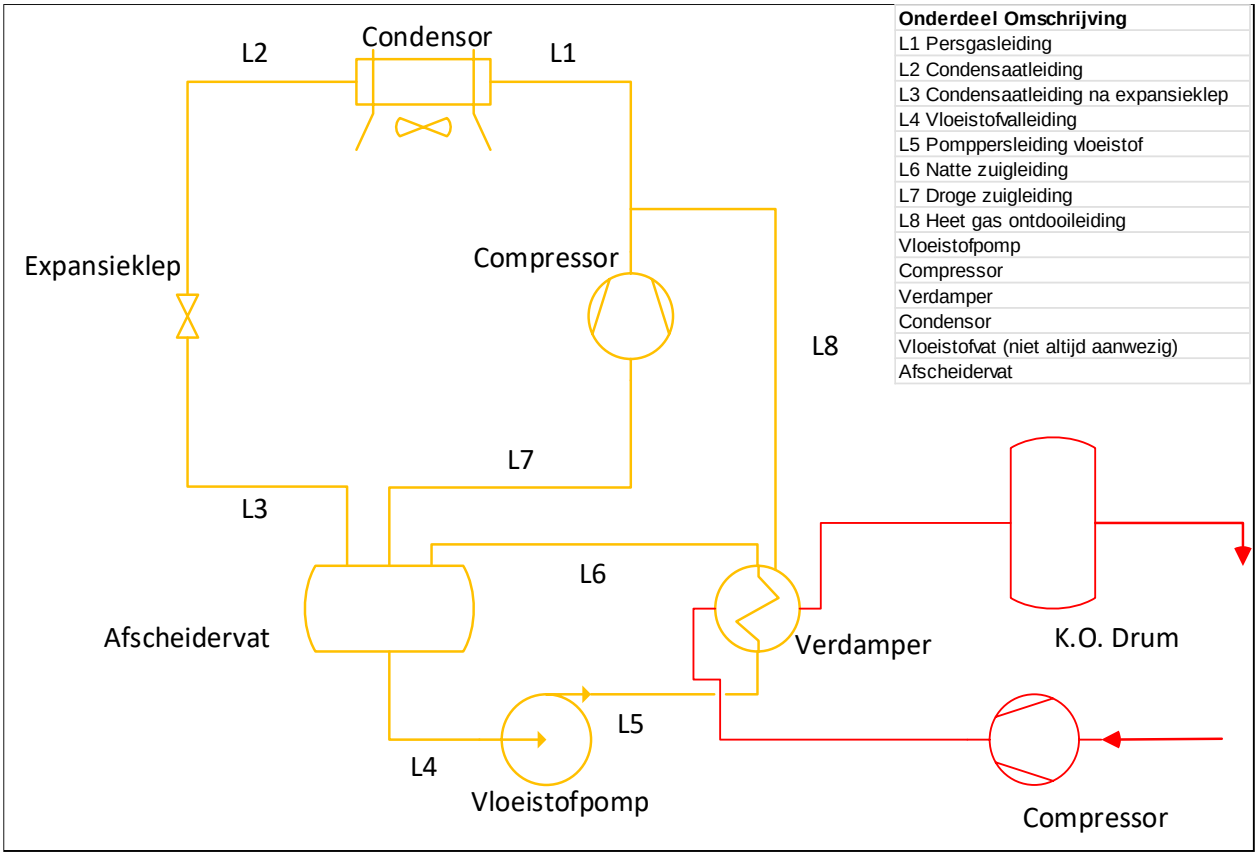
Voor de aanwezige hoeveelheid ammoniak is uit gegaan van 2500 kg per BOG-unit, wat meer is dan de momenteel voorziene 1667 kg (5000 kg / 3). Een verhoogde hoeveelheid t.o.v. de verwachte situatie zorgt voor een groter risicoprofiel en maakt het waarschijnlijker dat het risicoprofiel van het daadwerkelijke ontwerp binnen het berekende risicoprofiel valt. Aanvullend wordt opgemerkt dat op basis van ervaring met andere NH3/CO2 koelinstallaties de verwachting is dat meerdere warmtewisselaars in een dergelijk systeem aanwezig kunnen zijn; bijvoorbeeld omdat kooldioxide in meerdere stappen moet worden gekoeld of dat dit het energetisch rendement van de installatie verhoogt. Meer installatieonderdelen betekend meer potentiële lekbronnen en mogelijk een groter risicoprofiel buiten de inrichtingsgrens, voorgaand wordt ook als motivatie gezien om een grotere hoeveelheid ammoniak aan te nemen dan momenteel verwacht wordt.

Omdat het ontwerp en de functionaliteit van het omhulsel onbekend zijn, is aangenomen dat alle installatieonderdelen 'buiten' gelegen zijn (niet in een omhulsel geïnstalleerd).

Gezien het prille ontwerpstadium zijn geen ESD-voorzieningen meegenomen. Wel is aangenomen dat de ammoniakkoelinstallaties zal voldoen aan de stand der techniek / industrie standaarden waarmee risicoprofielbepaling volgens het rekenvoorschrift mag worden toegepast.

Uitwerking modellering

Onderstaande figuur geeft een schematische weergave van het proces van de koelinstallatie. Rood gemarkeerd de kooldioxide houdende procesonderdelen en geel gemarkeerd de ammoniak houdende procesonderdelen. Na deze weergave volgt een aantal tabellen wat de details van de modellering geeft.



Onderdeel Omschrijving
L1 Persgasleiding
L2 Condensaatleiding
L3 Condensaatleiding na expansieklep
L4 Vloeistofvalleiding
L5 Pomppersleiding vloeistof
L6 Natte zuigleiding
L7 Droge zuigleiding
L8 Heet gas ontdooileiding
Vloeistofpomp
Compressor
Verdamper
Condensor
Vloeistofvat (niet altijd aanwezig)
Afscheidervat

Specificaties - CO2 stroom	Waarde	Eenheid	Bron:
	2400	kg/uur	
	30	barg	
	16	Graden Celsius	Phase 2 - case 8
	29	barg	Phase 2 - case 8
	-35	Graden Celsius	Phase 2 - case 8

Specificaties machinekamer	Waarde	Eenheid	Toelichting
Lengte machinekamer	10	m	
Breedte machinekamer	5	m	
Hoogte machinekamer	5	m	
Hoogte machinekamervloer	0	m	mv + hoogte (maaiveld + hoogte)
Hoogte leidingen in brug	5	m	mv + hoogte (maaiveld + hoogte)
Hoogte ventilatie-uitlaat machinekamer	5	m	mv + hoogte (maaiveld + hoogte)
Diameter ventilatie-uitlaat machinekamer	0,9	m	
Richting ventilatie	Verticaal	-	
Ventilatiedebiet noodventilatie	20	verversingen / uur	

Specificaties beveiliging:		
Automatische ammoniakdetectie en inblokafsluiters in de pomppersleidingen.		
Geen automatische inblokactie op lekkages in leidingen buiten		
Afschakeltijd pomp	60	
Afschakeltijd compressor	60	seconden
Afschakeltijd pomp en compressor voor leidingen buiten gelegen		seconden

Specificaties procesonderdelen													
Item	ID	Lengte	Diameter	Inhoud	Druk	Temperatuur	Gas	Vloeistof	Dichtheid [2] - Gas	Dichtheid [2] - Vloeistof	Inhoud	Flash fractie	Pomp fractie
		[m]	[mm]	[m3]	[barg]	[°C]	%	%	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg]	[-]	[-]
Afscheidervat	A					-12					1250	0,0673	0,1582
Verdamper	V					-12					500	0,0673	0,1582
Condensor	Co					27					187,5	0,17806	0,6145
Persgasleiding	L1	25	250	1,23	11,2	90	100	0	7,3		9,0		
Condensaatleiding	L2	25	125	0,31	Bubble point	30	0	100		594	182,2		
Condensaatleiding na expansieventiel	L3	25	125	0,31	Bubble point	-12	20	80	2,1	654	160,6		
Vloeistofvalleiding	L4	25	100	0,20	Bubble point	-12	0	100		654	128,4		
Pomppersleiding vloeistof - binnen	L5	25	50	0,05	Bubble point	-12	0	100		654	32,1		
Pomppersleiding vloeistof - buiten	L5	25	50	0,05	Bubble point	-12	0	100		654	32,1		
Natte zuigleiding - binnen	L6	25	65	0,08	> bubble point	-12	90	10	2,1	654	5,6		
Natte zuigleiding - buiten	L6	25	65	0,08	> bubble point	-12	90	10	2,1	654	5,6		
Droge zuigleiding	L7	25	200	0,79	> bubble point	-12	100	0	2,1		1,6		
Heet gas ontdooileiding – binnen [1]	L8	25	100	0,20	11,2	90	100	0	7,3		1,4		
Heet gas ontdooileiding – buiten [1]	L8	25	100	0,20	11,2	90	100	0	7,3		1,4		

1) 2/3 van de werktijden op druk
2) Bepaald met Safeti-NL



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Bijlage 6b

Domino-effect analyse

DNV

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Domino-effect analysis - Impact Gate & MOT on CO2next export pipeline

SENER Ingenieria y Systemas, S.A.

Report no.: 10534990-1, Rev. 0, Issue For FEED, IFF
Document no.: P0227742-HSE-RPT-0317
Date: 2024-11-13



Report title:	Domino-effect analysis - Impact Gate & MOT on CO2next export pipeline	DNV Netherlands B.V. Energy Systems
Customer:	SENER Ingenieria y Systemas, S.A., Severo Ochoa, 4 – 28760 Tres Cantos, Spain	Safety and Risk Management Benelux Zwolseweg 1
Customer contact:	[redacted]	2994 LB Barendrecht
Date of issue:	2024-11-13	The Netherlands
Project no.:	10534990	Tel: +31 10 2922600
Organisation unit:	Safety & Risk Management Benelux	VAT: NL008585635B01
Report no.:	10534990-1, Rev. 0, Issue For FEED, IFF	
Document no.:	P0227742-HSE-RPT-0317	

Applicable contract(s) governing the provision of this Report: Ref.: P0227742-SROP-OC-0003 REV.0 (2024-11-04)

Objective: Perform a domino-effect analysis from MOT and Gate on the CO2next export pipeline.

[redacted]

Internally in DNV, the information in this document is classified as:

	Can the document be distributed internally within DNV after a specific date? No	Yes
☐ Open ☒ DNV Restricted	–	--
☐ DNV Confidential ☐ DNV Secret	☐	☐

[redacted]

Copyright © DNV 2024. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DISCLAIMER

Independence, impartiality, and advisory limitations

This document contains content provided by DNV. Please note the following:

Ethical safeguards

To maintain integrity and impartiality essential to its third-party roles, DNV performs initial conflict-of-interest assessments before engaging in advisory services.

Priority of roles

This report is generated by DNV in its advisory capacity, subsequent to conflict-of-interest assessments. It is separate from DNV's responsibilities as a third-party assurance provider. Where overlap exists, assurance activities conducted by DNV will be independent and take precedence over the advisory services rendered.

Future assurance limitation

The content in this document will not obligate or influence DNV's independent and impartial judgment in any future third party assurance activities with DNV.

Compliance review

DNV's compliance with ethical and industry standards in the separation of DNV's roles is subject to periodic external reviews.

Table of contents

1 INTRODUCTION 1

2 MOT STUDY 2
2.1 Credible scenarios 2
2.2 Hazards 6
2.3 Modelling 7

3 GATE STUDY 9

4 VULNERABILITY AND RELEVANCE CRITERIA 10
4.1 Vulnerability criteria 10
4.2 Relevance criteria 11

5 RESULTS 13
5.1 MOT 13
5.2 Gate 15

6 CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS 18

7 REFERENCES 20

Appendix A MOT heat radiation distances
Appendix B Detailed risk results Gate

1 INTRODUCTION

SENER Ingenieria y Systemas, S.A. (SENER) has asked DNV for a domino-effect analysis to determine the impact of Gate terminal (Gate) and Maasvlakte Olie Terminal (MOT) on the CO2 export pipeline at the future CO2next terminal. The proposed location of the pipeline is shown in Figure 1-1.

Originally, the competent authority has asked for a heat radiation study. In this study, however, also other relevant hazards/effects are addressed (such as overpressure). Vulnerability criteria are defined for pipeline to determine when failure of the pipeline can occur given a certain heat radiation or overpressure load. In addition, relevance criteria are suggested to assess whether the domino-effects (if any) to the pipeline can cause significant escalation risk.

The domino-effect analysis for MOT and Gate is based on two different approaches:

1. A deterministic analysis is carried out for MOT comprising of a consequence assessment of several oil storage tank release and fire scenarios in conformity with applicable national guidelines. The selected scenarios are considered credible and representative by the regional authorities (e.g. Safety Region Rotterdam / DCMR). The information required for the study is taken from the MOT QRA [Ref. /2/]. The consequence calculations are carried out using Phast 9.0. The approach is similar to the deterministic siting study that DNV carried out for the control and office building [Ref. /1/].
2. The domino-effect analysis for impact from Gate on the CO2 export pipeline is performed using a probabilistic analysis. This means that the analysis is based both on the potential effects of an LoC at Gate terminal, and the likelihood of the scenarios occurring. This is similar to the domino-effect analysis that was performed by Gate in 2021 [Ref. /12/]. Using the Gate QRA the likelihood that certain domino-effect criteria are exceeded at the location of the CO2 pipeline is assessed. Based on this likelihood the assessment will conclude whether or not the potential domino-effects from Gate are relevant for the CO2 export pipeline considering heat radiation and overpressure risk.

This report presents the study definition and results and includes conclusions and recommendations.

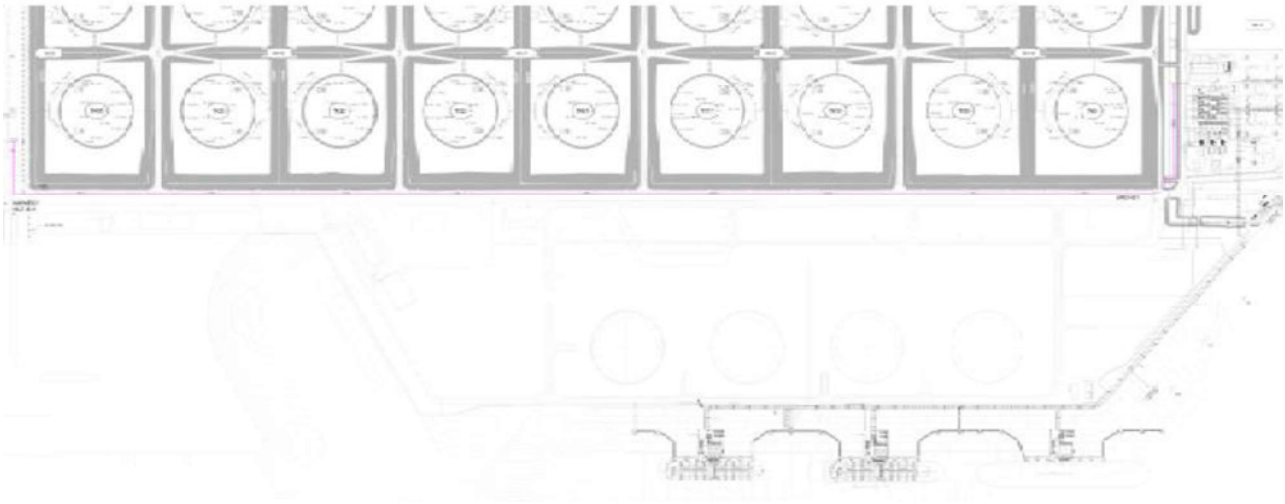


Figure 1-1: Proposed location of CO2next export pipeline (pink)

2 MOT STUDY

The deterministic analysis for MOT is based on a consequence assessment of several oil storage tank release and fire scenarios in conformity with applicable national guidelines.

2.1 Credible scenarios

Credible scenarios for open top floating roof tanks are described in the atmospheric storage tank technical frame of reference [Ref. /3/] and the scenario book industrial safety [Ref. /4/]. Both documents are developed by the national expertise centre for industrial safety and used as reference documents by the safety region Rotterdam (VRR). The following credible scenarios are given:

1. Rim seal fire;
2. Spill on roof fire;
3. Full surface tank fire;
4. Bund fire.

These scenarios are described in detail in the paragraphs below. The scenario description is taken from Ref. /3/ & /4/.

It should be noted that the catastrophic rupture (QRA) scenario (instantaneous release) with liquid overtopping the bund is not considered a credible scenario in Ref. /3/ & /4/ and is therefore not taken into account in this siting study. The release of the entire tank inventory in 10 minutes scenario in the QRA results in effects similar to a full surface bund fire.

2.1.1 Rim seal fire

A rim seal fire is one where the seal between the tank shell and roof has lost integrity and there is ignited vapour in the seal area. The fire occurs at the edges of a floating roof on a storage tank (see Figure 2-1). Because the roof floats on the liquid (and therefore rises and falls with the filling level of the tank), there needs to be some space at the edges to allow the roof to move up and down. The amount of seal involved in the fire can vary from a small, localised area up to the full circumference of the tank. The flammable vapour can occur in various parts of the seal depending on the seal design.



Figure 2-1: Rim seal fire [Ref. /3/]

Product releases into the rim seal area may occur due to numerous reasons. The primary seal can fail from excessive tank movement or rubbing against tank walls corroded by salt air or from foreign objects falling into the rim seal gap. Some early designs of certain types of seal have also failed by rolling under the rim of the roof as the roof was moved or by losing the tension force holding the seal in place against the tank shell. Failure of process monitoring can allow hot product or high vapour pressure product or gas (including nitrogen or air) into a tank causing an eruption of vapour and product out of the rim seal area. Failure of heating controls can also produce such a vapour eruption.

Failure of process monitoring can lead to overfill of a tank. Gauges can give incorrect readings if there is a sudden change in the specific gravity of the product. Failure of high and or high-high level alarms may not be reported to operators on subsequent shifts. Tank settling can cause a tank to go out of round, leading to rim seal gaps. When a tank is out of round, there is also the possibility that the roof could stick or jam. Subsequent sudden movement of the roof could cause product and flammable vapour to escape into the rim seal area.

Lightning is by far the most frequent source of ignition of fires on floating roof storage tanks. In the LASTFIRE incident survey, 52 of the 62 initial fire events within the scope of the survey were lightning ignited rim seal fires.

The effects of a rim seal fire are relatively limited. The worst-case scenario is an escalation to a full surface fire. For this reason, the heat radiation effects of the rim seal fire are not calculated in this study. Only the escalation scenario (full surface fire) is considered. This is a conservative approach.

2.1.2 Spill on roof fire

A spill on roof fire is one where a hydrocarbon spill on the tank roof is ignited but the roof maintains its buoyancy. In addition, flammable vapours escaping through a tank vent or roof fitting may be ignited. It is very difficult to prevent a spill on roof fire from escalating to a full surface fire because most firefighting systems are designed for fires in the rim seal area. Unless a fixed system designed for a full surface fire is installed, it is difficult to apply foam to a burning roof from ground level without causing it to lose its buoyancy. A single spill on roof fire recorded in the LASTFIRE survey occurred at Milford Haven in 1983 on a single skin roof. The fire covered 50% of the roof within 10-15 minutes. Within one hour, the fire had escalated to a full surface fire.

Mechanical failure or corrosion is the dominant mode of failure leading to spills in the roof area. The loss of containment causes can thus be summarised as:

- Seal or pontoon damage;
- Leg failure or failure of the roof leg pads;
- Cracking or fracture of the roof;
- Roof drain failure;
- Tank bottom or bottom ring corrosion;
- Steam coil failure;
- Leaks from mixers, pipework, flanges or valves.

Because spill on roof fires are expected to escalate to a full surface fire, the heat radiation effects of the spill on roof fire are not calculated in this study. Similar for the rim seal fire scenario, only the escalation scenario is considered, which is described in the following paragraph.

2.1.3 Full surface tank fire

A full surface (tank) fire is one where the tank roof has lost its buoyancy and some or the entire surface of liquid in the tank is exposed and involved in the fire (see Figure 2-2). The smoke development of a tank fire can be enormous and can last a long time.

A full surface fire is mainly caused by escalation of a rim seal fire (or spill on roof fire) as described in the previous paragraphs. However, it should be noted that if a roof is well maintained and the tank is correctly operated, the risk of a rim seal fire escalating to a full surface fire is very low. Escalation from rim seal fire to full surface fire occurred in only one of the 55 rim seal fires on operational tanks, recorded as the initial fire event in the LASTFIRE incident survey. Furthermore, escalation from a rim seal fire to full surface did not occur in one of the two major impinging bund fires recorded in the LASTFIRE survey. In the rim seal fire that escalated, a pontoon containing flammable vapour exploded at the same time lightning ignited the rim seal. It was also known that high vapour pressure product had been introduced into the tank at the same time. The roof lost its buoyancy one and a half hours later, leading to a full surface fire.

In case of a freestanding tank (and escalation to other tanks is not possible), the maximum scenario is achieved with the tank fire scenario. Only if the tank is in a bund with multiple tanks and if the tank full surface fire scenario can cause failure to an adjacent tank, escalation of the fire can cause a bund fire. This scenario is further described in the following paragraph.



Figure 2-2: Full surface fire [Ref. /3/]

2.1.4 Bund fire

A fire in the bund is any type of fire that occurs within the containment area outside the tank shell. These types of fire can range from a small spill incident up to a fire covering the whole bund area. In the most serious scenario, several or all tanks in the bund will burn (see Figure 2-3). The tanks of MOT adjacent to the CO2 pipeline have a common bund per two tanks with a dike in between the two tanks. The bund area for each individual tank is designed to contain 50% of the liquid of each tank in accordance with the MOT QRA [Ref. /3/].

Escalation from full surface fires on the top of a burning tank have been known to escalate to produce a fire in the bund. The various mechanisms by which such escalations can occur are as follows:

- When the roof sinks to produce a full surface fire, product can escape into the bund through the roof drain;

- Part of the shell of the tank on fire can collapse. Normally, the tank shell is designed to collapse inwards when it loses its mechanical strength at high temperatures. However, if cooling water is applied to only part of the shell of the burning tank the tank shell may collapse in an unpredictable manner releasing product into the bund;
- The tank shell to bottom seam may fail because of erosion of the tank foundations by firewater in the bund;
- Fires on pipework or mixers may cause flanges or valves to fail, allowing product into the bund;
- Boilover or slopover may occur.

However, only one full surface fire involving a non-boil over fuel in a large diameter floating roof tank has known to have escalated to a severe bund fire.

The above failure mechanisms can also occur for freestanding tanks in a bund, but the scenario book industrial safety [Ref. /4/] states that in case of freestanding tanks (provided that no failure is possible caused by heat radiation from adjacent tank fire), the maximum credible scenario that should be considered is a full surface tank fire. Therefore, the bund fire scenario is only considered credible if escalation can occur due to heat radiation impingement from a nearby tank (full surface fire) causing the tank to ignite.

The type of fire that is most likely to produce ignition of a nearby tank is a bund fire impinging on the tank shell. Local boiling of the product can occur along the wall of the flame-impinged tank and the impinging flame easily provides an ignition source for the vapour driven off. Both the major bund fires reported in the LASTFIRE incident survey impinged on nearby tanks and lead to escalation; one to a rim seal fire and the other to a full surface fire. However, most of the failure mechanisms mentioned above will result in a spill that is more likely to be contained in the individual tank bund (max 50% of inventory) of each tank. For this reason, it is not likely that the fire will escalate to other tanks.

DNV has calculated whether a full surface tank fire of one tank could cause failure of an adjacent tank. Failure of (thermal unprotected) atmospheric floating roof storage tanks is only expected in case of prolonged exposure by heat radiation of levels higher than 8 kW/m2 [Ref. /5/]. DNV has calculated the 8 kW/m2 contour for the full surface tank fire (see results in paragraph 5.1.2). This contour cannot reach other tanks due to the sufficiently large separation distance between the tanks. Therefore, escalation from a full surface fire, impinging heat radiation on another tank, resulting in failure of that tank and consequently a bund fire is not expected.

Based on the above, the maximum scenario considered for all tanks at MOT is the full surface tank fire. The bund fire scenario is not further taken into account as a credible scenario in this study. This is in line with guidance provided in the scenario book industrial safety [Ref. /4/], see also paragraph 2.1.3. However, the bund fire scenario can always be added later to this report if this is requested by the competent authority (e.g. VRR/DCMR).



Figure 2-3: Bund fire [Ref. /4/]

2.2 Hazards

2.2.1 Pool fire

A pool fire is the only relevant effect taken into account for the effect calculations in this study. The full surface tank fire will result in an elevated pool fire at a height equal to the (maximum) filling level of the tank. The diameter of the pool fire is limited by the surface area of the tank. The pool fire will result in the development of smoke and heat radiation. Crude oil pool fires generally develop a lot of smoke. The size of the fire plays an important role in the amount of smoke. Because the diameter of the pool is relatively large for a full surface tank fire, the ingress of oxygen in the middle of the tank decreases, resulting in incomplete combustion and therefore more smoke.

In addition, the full surface tank fire produces a lot of heat radiation. The fire spreads its heat at the highest level of the tank and heat tends to rise. Because the pool fire is elevated, the temperature and heat radiation on the ground may be limited. For the CO2 pipeline it is therefore important to take into account the heat radiation at ground level and higher elevation (i.e. expansion loops).

As the tank becomes more empty (because the tank was not completely filled/product has already burned away), the heat radiation decreases further because the tank wall increasingly forms an obstacle to the heat radiation. The degree of soot formation affects the heat radiation, the more soot formation, the more heat is absorbed by the soot particles.

The heat radiation is not only a problem for personnel. Structures, buildings, preventive/repressive facilities and other tanks (not considered relevant, see paragraph 2.1.4) can potentially become involved in the fire. Cooling of the environment will usually be an important point of attention during the firefighting.

2.2.2 Jet fire

A jet fire is not a relevant nor dominant effect to consider for crude oil storage tanks. Connections through the tank shell can leak at flanges or valves. Such incidents usually begin as a small seepage and should be detected by routine inspection. If there is a significant hydrostatic head of product, the leak can form a jet or spray of liquid. When ignited this could result in a jet fire and the heat radiation effects are limited to the immediate vicinity of the tank and the fire and effects remain within the tank bund. For this reason, a jet fire is not further considered in this study.

2.2.3 Flash fire

In the event of an evaporating pool following a liquid spill, which is not ignited immediately, a flammable cloud can form. The direction and extent of drift of the cloud is influenced by the prevailing weather conditions. The cloud remains capable of ignition provided the concentration is above the lower flammable limit (LFL). In the event of crude oil loss of containment scenarios, the flammable cloud to LFL normally does not extend beyond the pool[1]. On ignition, a flame front passes throughout the flammable cloud and a flame stabilises near to the point of release as a pool fire. Levels of thermal radiation which are potentially fatal are produced within, and for a very small distance outside, the LFL envelope.

Flash fires occurring outdoors do not result in failure of pipelines due to the short duration of the fire and low overpressures. The flash fire is therefore not relevant to consider in this study.

2.2.4 Explosion

A vapour cloud explosion (VCE) can result in significant overpressure when the flammable cloud is ignited in a confined or in a congested area. The resulting overpressure can potentially be damaging to structures, equipment and pipelines. As mentioned in the previous paragraph, the flammable cloud for evaporating crude oil pools normally remains above the pool. In addition, the flammable mass in the cloud that is involved in the explosion is limited due to the low vapour pressure. Moreover, the degree of confinement within the tank shell or bund is limited and there is no congestion. For this reason, a VCE with significant overpressure reaching outside the tank or bund area is not expected. Upon ignition, the resulting pool fire will be the dominant effect. Hence, the explosion is not a relevant effect to consider in this study.

2.3 Modelling

This chapter describes the assumptions, parameters and other data used to calculate the heat radiation effects of the full surface tank fire of the MOT storage tanks. Phast 9.0 is used to model the pool fire and to calculate the heat radiation contours.

2.3.1 Assumptions

The diameter of the pool fire is equal to the diameter of the tank and is assumed at 85 m based on measurements on the plot plan and Google Maps. The elevation of the pool is assumed at 19.95 m above ground level, which is based on the maximum filling level of the crude oil storage tanks as mentioned in the MOT QRA [Ref. /3/].

These assumptions are valid for all MOT storage tanks.

2.3.2 Parameters

The material used for the modelling is crude oil. Phast 9.0 includes a specific material for crude oil. This deviates from the MOT QRA that uses a representative material for crude oil (n-heptane) because the QRA is modelled in Safeti-NL 8.8, which does not have crude oil included as material. Modelling with crude oil is expected to result in a more accurate calculation of the heat radiation.

The heat radiation contours are calculated at an effect height of 1 m (pipeline height), 5 m (height of the pipeline expansion loop) and 19.95 m (maximum filling level of the storage tanks). The latter effect height is used to determine whether escalation between tanks is possible.

The 2-zone pool fire model in Phast 9.0 is used to calculate the effects from the pool fire. This option applies to pool fires of materials that are classified as giving a smoky flame, such as crude oil. The 2-zone pool fire model for such a material will be modelled with a luminous zone at the base of the flame and a smoky zone above. This deviates from the MOT QRA, which uses the 1-zone pool fire model (default parameter in Safeti-NL 8.8). The 2-zone pool fire model is the

[1] This is confirmed by dispersion simulations in Phast 9.0 for a crude oil surface pool area equal to the area of the tank and even for a pool size equal to the full surface bund area.

recommended default method by DNV and will generally produce much higher heat radiation at the base of the flame, but lower heat radiation at further distances downwind compared to the 1-zone model.

2.3.3 Environmental data

2.3.3.1 Wind categories

The table below lists the considered wind categories that can occur during day and night. These are based on the MOT QRA and the Dutch QRA calculation guideline developed by the RIVM [Ref. /6/].

Table 2-1: Wind categories

Wind categories	Day	Night	Description
B3	X		Unstable weather, moderately sunny, light to moderate winds (3 m/s)
D1.5	X	X	Slightly unstable weather, sunny and windy (1.5 m/s)
D5	X	X	Neutral weather, cloudy and windy (5 m/s)
D9	X	X	Neutral weather, cloudy and windy (9 m/s)
E5		X	Slightly stable, slightly windy (3 m/s)
F1.5		X	Highly stable, very slightly windy (1.5 m/s)

2.3.3.2 Atmospheric parameters

The atmospheric parameters are also taken from the MOT QRA and are based on Dutch QRA calculation guidelines developed by the RIVM [Ref. /6/]. The default values for the meteorological parameters were derived from the KNMI (Royal Dutch Meteorological Institute) statistics for the normal period of 1971 – 2000, De Bilt station. The default values for both daytime and nighttime are given in the table below.

Table 2-2: Atmospheric parameters

Parameter	Default value daytime	Default value nighttime
Ambient temperature	12 °C	8 °C
Substrate/bund temperature	9.8 °C	9.8 °C
Water temperature	9.8 °C	9.8 °C
Air pressure	101550 N/m^2	101550 N/m^2
Humidity	76.5 %	86.3 %
Global radiation (solar flux)	0.25 kW/m^2	0 kW/m^2
Mixing height	Note 1	

Note 1: The default values for the mixing height are included in the model, they are 1500 meters for weather category B3, 300 meters for weather category D1.5, 500 meters for weather category D5 and D9, 230 meters for weather category E5 and 50 meters for weather category F1.5.

2.3.3.3 Roughness length of the environment

The roughness length of the environment is an (artificial) measure of length that indicates the influence of the environment on the wind speed [Ref. /6/]. Thus, the roughness length indirectly influences the dispersion of the outflows modelled in Phast. A roughness length of 1 m is chosen for this study, the same as used in the MOT QRA [Ref. /2/]. A roughness length of 1.0 m is considered as a typical value for an industrial area [Ref. /6/].

3 GATE STUDY

The domino-effects from Gate on the CO2 export pipeline are assessed in a probabilistic manner using the Gate model from the blast damper study [Ref. /9/], which was last updated for the memo "overpressure calculations – 5th BOG compressor" [Ref. /10/]. This study was used for the domino-effect analysis with the permission of Gate terminal. Using the QRA study the probability that a section of the CO2 pipeline is exposed to effects that can result in domino-effects is determined. Then, this probability can be compared to the standard catastrophic failure frequency of the pipeline (1.0E-07 per meter per year) to determine if domino-effects can result in a significant increase in the likelihood of a catastrophic failure of the CO2 pipeline (further explained in paragraph 4.2: Relevance criteria).

4 VULNERABILITY AND RELEVANCE CRITERIA

4.1 Vulnerability criteria

Vulnerability criteria need to be established in order to determine whether the pipeline can fail given a certain heat radiation and overpressure load. The Instrument Domino-effects, IDE, table 7 [Ref. /13/] specifies vulnerability criteria for various equipment types and also transport pipelines (see Table 4-2). A distinction is made between thermally protected and thermally unprotected for exposure to heat radiation. Protected installations/pipelines are those safeguarded by means of water screens, deluge systems, radiation screens, concrete cover, fire proofing, insulation, etc. The pipeline will have insulation on the outer pipeline wall but this is not to protect the pipeline against heat radiation. This insulation is expected to burn away in the event of a fire. Therefore, the current design of the pipeline is considered to be unprotected against heat radiation. However, for future decision making it could be beneficial to assess the escalation risk if the pipeline would be protected against heat radiation.

The vulnerability criteria used for the export pipeline in this study are given in the table underneath and are based on the IDE.

Table 4-1: Vulnerability criteria for export pipeline

Level	Explanation
>8 kW/m^2 heat radiation	Unprotected pipeline (current design)
>37.5 kW/m^2 heat radiation	For protected pipeline (not in current design), e.g. concrete cover, fire proofing, insulation
>450 mbar overpressure	-
Flame contact for fireball (37.5 kW/m^2)	Flame contact is assumed as failure criterion for the fireball by the IDE. However, since is not possible to use this criterion in Safeti for the probabilistic analysis for Gate, the 37.5 kW/m2 heat radiation level is used instead. The effect distances for the 37.5 kW/m^2 contour are in most cases larger than the radius of the fireball so this is a conservative assumption.

Risk of spreading of fragments and impact to the pipeline due to e.g. catastrophic failure of pressure vessels or explosions is not assessed in this study.

The IDE assumption that flame contact of a fireball can cause failure of a pipeline is conservative. Fireballs as a result of cold or warm BLEVE scenarios typically have a short duration (e.g. 10-20 s) and lift-off in the air. Due to the short exposure duration, the IDE states that outside the fireball radius no damage to equipment/pipelines is to be expected. Inside the fireball radius damage can be expected, but it would be hard to imagine that this could result in catastrophic failure of the pipeline. Nonetheless, to be consistent with the guidance in IDE, it is conservatively assumed that pipeline failure can occur when directly exposed to the fireball flame.

It should be noted that failure of a pipeline due to heat radiation can only occur when the exposure duration is sufficiently long. There is no established minimum exposure duration criterion where failure of a pipeline would occur as this would depend on the heat radiation level (or thermal dose) in combination with the material selection of the pipeline.

The MOT tank full surface fire is assumed to be of sufficient duration to potentially cause failure to the pipeline. This is a conservative assumption because normally firefighting (and cooling of the pipeline) would take place potentially preventing failure of the pipeline.

The analysis for Gate is based on the Gate QRA where there are many continuous release scenarios included where the Emergency Shutdown (ESD) system can intervene successfully to stop the outflow. The outflow duration in the Gate QRA is limited to 60 s or 120 s depending on the release rate (60 s for >10 kg/s). For those scenarios where ESD intervenes, it is reasonable to assume that escalation will not occur due to limited duration of the fire. The jet fire will stop when the outflow stops and the LNG pool will rapidly burn away. For this reason, the scenarios where ESD successfully intervenes are excluded from the risk calculation. The scenarios where the ESD system fails to intervene (default outflow duration of 30 minutes) are included.

Table 4-2: IDE vulnerability criteria for overpressure and heat radiation (IDE, table 7)

Equipmenttypes	Overdruk [bar]	Warmtestraling [kW/m²]	
		Beschermd	Onbeschermd
Drukopslag			
Bovengronds	0.45	37.5	8
Ondergronds/ingeterpt	-	-	-
Procesinstallaties en reactoren (druk)	0.45	37.5	8
Atmosferische en cryogene opslag			
Enkelwandig (fixed roof)	0.2	37.5	
Enkelwandig (floating roof)	0.3	37.5	8
Met beschermwand	0.2	37.5	8
Double containment	0.3	37.5	-
Full containment	0.3	37.5	-
Membraantank	0.3	37.5	-
Ondergronds	-	-	-
Ingeterpt	-	-	-
Cryogene opslag	0.3	37.5	-
Transportleidingen (bovengronds)	0.45	37.5	8
Overslag en transportmiddelen			
Weg-druk	0.45	37.5	8
Weg-atmosferisch	0.2	37.5	8
Spoor-druk	0.45	37.5	8
Spoor-atmosferisch	0.2	37.5	8
Schepen-druk	0.45	37.5	8
Gastanker	0.45	37.5	8
Semi-gastanker	0.45	37.5	8
Schepen-atmosferisch	0.2	37.5	8
Enkelwandig	0.2	37.5	8
Dubbelwandig	0.2	37.5	8
Opslaggebouw (stukgoed-opslag CPR-15)	0.1(*)	8	
Gasflessen/cylinderopslag	0.45	8	
Opslag explosieven	Specifiek	specifiek	

4.2 Relevance criteria

Domino-effects can occur if the calculated effect and risk distances (based on the vulnerability criteria) are greater than the separation distance between the hazards and the pipeline. A domino-effect with escalation only occurs if the hazard zone of the original incident increases. In the event of an incident at Gate or MOT, a flammable hazard will potentially cause failure to the pipeline resulting in a rupture of the pipeline and a large CO2 release increasing the hazard zone. Hence, if a domino-effect to the pipeline is possible, it is reasonable to assume that this will result in escalation of the initial incident.

However, it is also important to assess whether the domino-effect results in a significant increase of risk (the probability aspect therefore also plays a role). In other words: a domino-effect associated with a loss of containment event with a very low probability compared to the initial failure frequency of the pipeline, does not cause a significant increase in overall risk. According to the Dutch calculation guidelines for environmental safety [Ref. /11/], a domino-effect is relevant

if the likelihood is more than 10% of the frequency of a catastrophic failure (i.e. full bore rupture) of the exposed pipeline. This criterion is considered for the probabilistic analysis for Gate.

For the MOT deterministic analysis it is assumed that the frequency of the credible scenario (tank fire) is much higher that the default rupture frequency of the pipeline, therefore the relevance criterion of 10% will be met if a domino-effect would be possible.

5 RESULTS

5.1 MOT

The calculated effect distances for the 8 kW/m^2 heat radiation level for the full surface tank fire of the MOT tanks are included in Appendix A.

The paragraphs below show the results for potential domino-effects to the pipeline and also between the MOT storage tanks to support the selection of credible scenarios (i.e. not taking into account the bund fire scenario in this study). For a detailed justification reference is made to paragraph 2.1.4.

5.1.1 Potential for domino-effect to pipeline

The 8 kW/m^2 heat radiation contour for the full surface tank fire is shown and plotted on a map in Figure 5-1 and Figure 5-2 at an effect height of 5 meter (pipeline expansion loop height) for tanks 5 and 37, respectively. These contours are based on the maximum calculated heat radiation distances in Appendix A for all weather categories that can occur during day and night. The maximum 8 kW/m^2 contour distance is about 52 m measured from the tank shell (see Figure 5-1 and Figure 5-2). This contour does not reach the expansion loop.

A heat radiation level of 8 kW/m^2 is not reached at 1 m effect height due to the elevation difference between the fire and the CO2next export pipeline.

Tanks 5 and 37 have been chosen for visual representation since these tanks are located close to the CO2next export pipeline route and where the pipeline route changes directions. The distance from the other storage tanks to the CO2next export pipeline remains the same along the pipeline route between tanks 5 and 37.

Based on these results, domino-effects to the export pipeline are not expected in the event of a full surface tank fire at MOT.

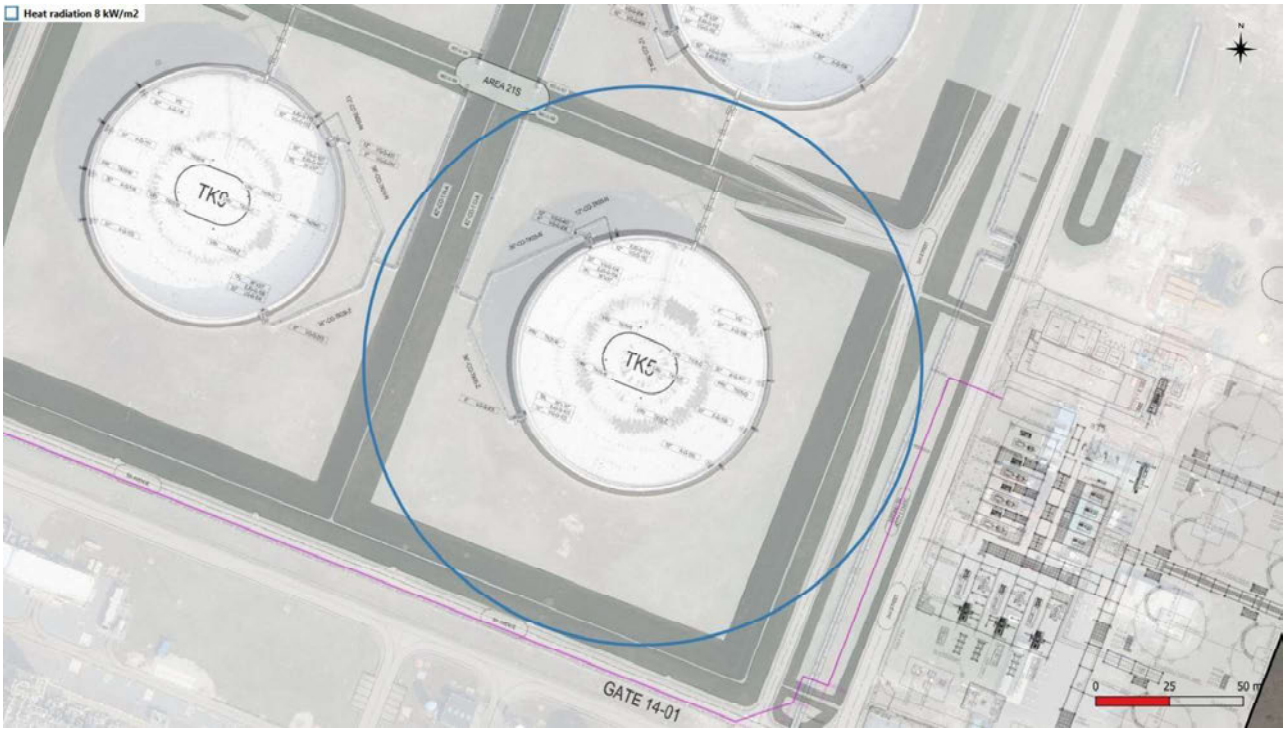


Figure 5-1: TK5 maximum 8 kW/m^2 heat radiation contour for full surface tank fire at an effect height of 5 m (maximum height pipeline expansion loop)

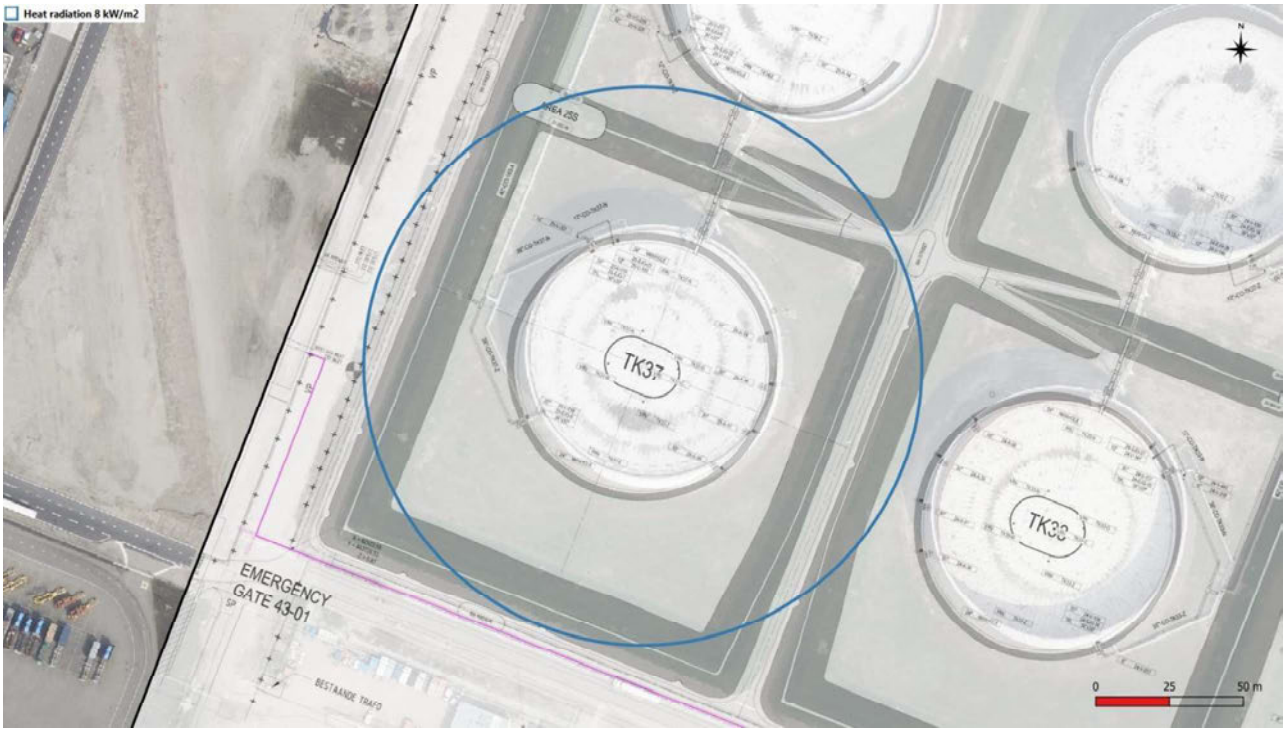


Figure 5-2: TK37 maximum 8 kW/m^2 heat radiation contour for full surface tank fire at an effect height of 5 m (maximum height pipeline expansion loop)

5.1.2 Potential of domino-effects between MOT storage tanks

The 8 kW/m^2 heat radiation contour for the full surface tank fire at an effect height of 19.95 m is shown and plotted on a map in Figure 5-3. This contour is based on the maximum calculated heat radiation distances in Appendix A for all weather categories that can occur during day and night. Tank 9 has been chosen for visual representation since this tank is located south of tank 8 and between tanks 5 and 13. The distances between the two rows of storage tanks and between storage tanks in the same row are about the same.

A heat radiation level of 8 kW/m^2 is reached at an effect height of 19.95 m (maximum filling level of the tanks). The maximum 8 kW/m^2 contour distance is about 40 m measured from the tank shell (see Figure 5-3). This contour does not reach any of the nearby storage tanks and this means that domino effects are not expected in the event of a full surface tank fire at MOT.

Additionally, calculations were carried out to determine what heat radiation level reaches the nearby storage tanks. The following contours are calculated on a cross-section plane (YZ-plane) at a downwind distance of X = 95 meters, which is the distance from the centre of a tank to the shell of the nearest adjacent tank:

- 7 kW/m^2 (reached)
- 7.5 kW/m^2 (not reached)
- 8 kW/m^2 (not reached)

The maximum heat radiation level reached at an effect height of 19.95 m is therefore 7 kW/m^2. This contour is shown in Figure 5-4. Although the cross section is only valid for one wind direction (coming from west), it should still give a good approximation of the maximum heat radiation level that can be reached at a vertical plane at a distance downwind of 95 m (from centre of the tank) in any direction. Based on these results DNV believes it is justified to not consider the bund fire scenario (see further paragraph 2.1.4) as credible scenario.

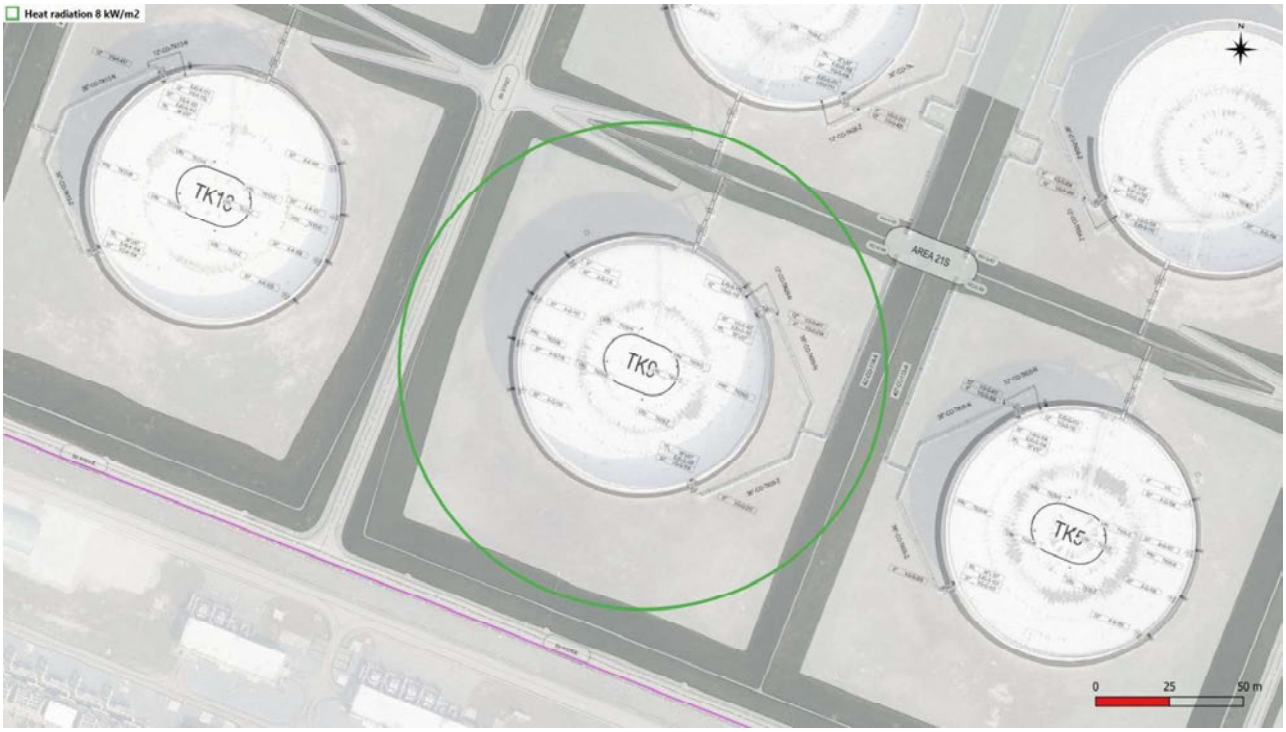


Figure 5-3: TK9 maximum 8 kW/m^2 heat radiation contour for full surface tank fire at an effect height of 19.95 m (maximum filling level of the tank)

Audit Number	539
Chart Type	Cross section
Equipment	Tank full surface fire
Material	CRUDE OIL
Program	Phast 9.0
Scenario	Pool fire
Weather	Multiple Weather
Wind Direction	270 deg
Workspace	P9.0 Sener
X	95 m

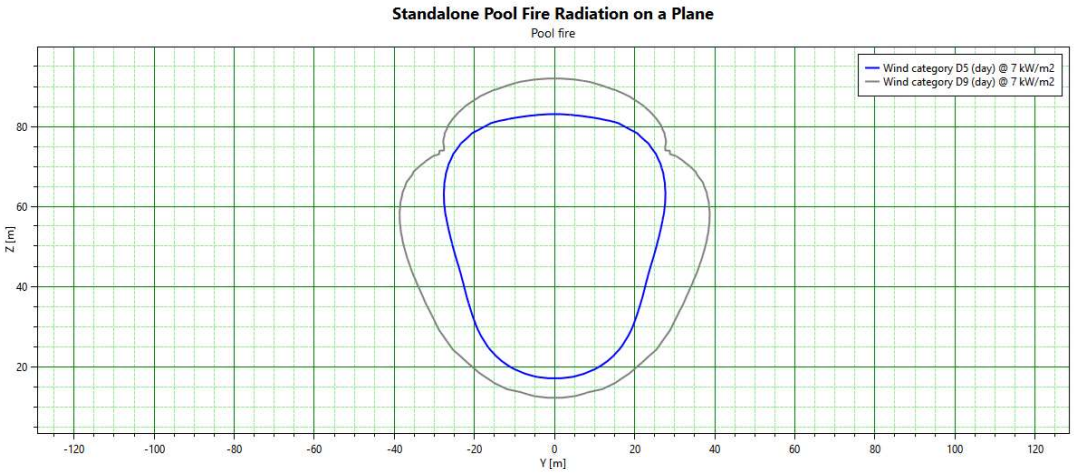


Figure 5-4: Cross section of maximum heat radiation contours for full surface tank at distance downwind of 95 m from tank centre (distance to the shell of an adjacent tank)

5.2 Gate

Heat radiation contours for exceedance of 8 and 37.5 kW/m^2 are provided in Appendix B for both jet fires and pool fires. A risk transect is provided as well showing the frequency of exceeding these radiation levels along the pipeline route.

In addition, overpressure contours and the 37.5 kW/m^2 heat radiation contours from the fireball are also included in this appendix.

The paragraphs below provide the results for the potential of domino-effects by assessing the risk from pool fires, jet fires, explosions and fireballs separately. The last paragraph contains a summary of the calculated maximum exposure frequency to the CO2 pipeline.

5.2.1 Heat radiation from pool and jet fire

The highest probability of exceeding 8 kW/m^2 on the CO2 pipeline comes from the truck loading areas, both for jet fires and pool fires. The combined maximum frequency at which 8 kW/m^2 on the pipeline is exceeded is 1.37E-04 per year near truck loading bays 1-3. Near truck loading bay 1-3 the risk is primarily caused by pool fires (95%). Near bay 4-5 jet fires make up a bigger portion of the total fire risk, with 40% being jet fires and 60% being from pool fires.

The largest probability of exceeding 37.5 kW/m^2 comes from truck loading bay 4-5 with a combined jet/pool fire frequency of 4.8E-06 per year. The risk of exceeding 37.5 kW/m^2 around truck loading bay 4-5 is dominated by the jet fire risk with 93% coming from jet fires and 7% from pool fires.

5.2.2 Overpressure

In the Gate QRA two types of scenarios can result in overpressure: a delayed vapour cloud explosion in a congested area and a BLEVE for an LNG truck during truck loading at one of the truck loading bays. The congested area assessment for Gate has resulted in a maximum congestion of TNO level 5 (maximum peak overpressure of 200 mbar), which means that for a delayed vapour cloud explosion the threshold of 450 mbar is not reached. This is also supported by the fact that LNG (comprising mainly of methane) is a substance with low reactivity and is therefore not sensitivity for flame acceleration that would normally be needed to generate high peak overpressures.

Only the BLEVE of an LNG truck can result in more than 450 mbar overpressure. The calculations show that the 450 mbar contours for the BLEVE Blast scenario of the tank truck does not reach the CO2 pipeline. The maximum distance from the LNG trucks at the loading bay to the 450 mbar overpressure contour is approximately 36 m.

Based on the above, it is not expected that the pipeline will fail due to overpressure from explosion scenarios at Gate Terminal.

5.2.3 Fireball

Fireballs can occur for process vessels and LNG trucks due to instantaneous failure and immediate ignition. The largest risk for a fireball is around the waiting area for LNG trucks, where the probability of exceeding 37.5 kW/m^2 on the CO2 pipeline due to a fireball is 1.4E-06 per year. This is mostly due to the large number of trucks waiting in the same area and due to the fact that this area is very close to the CO2 pipeline (near MOT storage tank TK37 & TK38).

It must be noted that the calculated risk is based on a conversative assumption in the Gate QRA. The LNG trucks waiting in this are mostly empty or almost empty. However, the Gate QRA assumes that all trucks waiting in this area completely filled (95% filling grade). DNV has carried out some additional fireball calculations to check the impact on the 37.5 kW/m^2 contour for instantaneous failure of a truck that is almost empty. The results show that the distance to the 37.5 kW/m^2 of a fireball for a full truck is about 91 m. For a truck that is filled with only 5% liquid the distance is reduced to 62 m. The fireball radius (flame length) is reduced from 102 m to 61 m. Considering the close proximity of the waiting area to the pipeline, the fireball will be able to impact the pipeline also when it is assumed that the trucks are almost empty (direct flame contact is possible). Therefore the risk of a domino-effect is expected to be the roughly the same.

5.2.4 Results summary

The results of the domino-effect assessment are summarized in Table 5-1.

Table 5-1: summary of potential domino-effect causing impact criterion on the CO2 pipeline

Impact criterion	Maximum exposure frequency to the CO2 pipeline (per year)	Jet fire / Pool fire (% / %)
Heat radiation >8 kW/m^2	1.37E-04	5 / 95
Heat radiation >37.5 kW/m^2	4.80E-06	93 / 7
Overpressure >0.45	Not reached	-
Fireball heat radiation >37.5 kW/m^2	1.40E-06	-

Based on a default failure frequency of 1.0E-07 per meter per year for the rupture of the pipeline, the highest exposed location has a significant increase in failure probability (>10%) as a result of domino-effects from heat radiation from Gate terminal. Even if the pipeline is protected against heat radiation, domino-effects are still possible with significant risk of escalation. However, the frequency of failure due to pool and jet fires would be much lower.

It must be noted that the frequencies in Table 5-1 show the maximum frequency at any given point along the pipeline route (near truck loading bays and truck waiting area). For most of the pipeline length the risk of a domino-effect is actually much lower. Reference is made to the contours and risk transects provided in Appendix B.

6 CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS

SENER has asked DNV for a domino-effect analysis to determine the impact of Gate terminal (Gate) and Maasvlakte Olie Terminal (MOT) on the CO2 export pipeline at the future CO2next terminal.

The domino-effect analysis for MOT and Gate is based on two different approaches:

1. A deterministic analysis is carried out for MOT comprising of a consequence assessment of several oil storage tank release and fire scenarios in conformity with applicable national guidelines. The selected scenarios are considered credible and representative by the regional authorities (e.g. Safety Region Rotterdam / DCMR);
2. The domino-effect analysis for impact from Gate on the CO2 export pipeline is performed using a probabilistic analysis. This means that the analysis is based both on the potential effects of an LoC at Gate terminal, and the likelihood of the scenarios occurring.

The summary of the results, conclusions and recommendations for both Gate and MOT are provided below.

MOT

The following credible scenarios are assessed:

1. Rim seal fire;
2. Spill on roof fire;
3. Full surface tank fire;
4. Bund fire.

The full surface tank fire is the escalation scenario of the first two scenarios. Therefore, of the first three scenarios only the full surface tank fire scenario (elevated pool fire) is considered in this study. In addition, the bund fire scenario is not considered credible. A detailed justification is provided in paragraph 2.1.4 accompanied with results that show that domino-effects between storage tanks are not expected. Hence, in accordance with guidance provided in the scenario book industrial safety [Ref. /4/], the full surface tank fire is the maximum credible scenario.

The results show that domino-effects to the export pipeline are not expected in the event of a full surface tank fire at MOT because the maximum heat radiation level is lower than 8 kW/m^2.

Gate Terminal

The following conclusions can be drawn based on the results of the probabilistic analysis:

- It is not expected that the pipeline will fail due to overpressure from explosion scenarios;
- The highest risk for the pipeline is caused by heat radiation from jet fires and pool fires, in particular for the pipeline segment near the (future) truck loading bay 4&5. The calculated risk of failure of the pipeline is 1.37E-04 per year, which results in a significant increase in the default rupture probability of the pipeline (1.00E-07 per meter per year);
- If heat radiation protection measures are considered for the pipeline, the maximum risk from pool and jet fires would reduce to 4.80E-06 per year. This risk would still mean a significant increase in the default failure frequency for the section of the pipeline that can be exposed to this risk (near truck loading bay 4&5);
- The largest risk for the pipeline caused by a fireball is around the waiting area for LNG trucks, where the probability is about 1.4E-06 per year. This is mostly due to the large number of trucks assumed to be waiting in the same area and due to the fact that this area is very close to the CO2 pipeline (near MOT storage tanks TK37 & TK38).

It should be noted that for most of the pipeline length the risk of a domino-effect is actually much lower. Reference is made to the contours and risk transects provided in Appendix B. In addition, the truck loading bays have a deluge system installed, which means that the actual risk of a fire causing a domino-effect to the pipeline is much lower than is calculated in this study.

DNV recommends discussing the results and conclusions of this study with Gate Terminal and the competent authority.

With regards to the decision to implement measures to protect the pipeline against heat radiation, it is important to consider dangerous accidental load (DAL) criteria. Typical DAL criteria that companies have established are in the order of 10^{-4}/year or 10^{-5}/year. Therefore, implementing protection measures to withstand 37.5 kW/m^2 heat radiation would normally not be considered as the corresponding calculated frequencies are in the order of 10^{-6}/year (this would be too conservative). Design decisions are not based on frequencies in the order of 10^{-6}/year or lower as the risk is too low. The highest frequency of exceeding 8 kW/m^2 is about 1.37E-04/year (only at certain pipeline sections), so assuming a DAL criterion of 10^{-4}/year, only small section of the pipeline should be able to withstand a heat radiation level slightly higher than 8 kW/m^2 to meet the DAL criterion of 10^{-4}/year. In fact, most of the pipeline length is exposed to heat radiation risk lower than 10^{-4}/year, therefore no measures would be needed for additional protection. If needed, the exact design criterion for heat radiation at different locations along the pipeline can be determined based on heat radiation exceedance curves and a DAL criterion at a later stage.

Heat radiation protection measures can be considered such as concrete cover, fire proofing, insulation or heat radiation screens for certain sections of the pipeline (e.g. near the truck loading bays 4-5) to reduce the risk of escalation. Routing certain sections of the pipeline below ground (if possible) could also be considered as this would offer full protection against heat radiation.

It could also be considered to investigate the risk increase in the CO2next QRA study taking into account the calculated domino-effect exposure frequencies for the pipeline in this report. This could be helpful to assess total risk acceptability and impact on the risk contours. It must be noted, however, that the Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has confirmed that the risk impact of external domino-effects from Seveso companies do not have to be taken into account in the calculation of risk in a QRA. This is in line with guidance provided in the calculation guidelines for environmental safety [Ref. /6/]. Nonetheless, the assessment of external domino-effects is mandatory to address in a QRA. If there is a domino-effect possible, it usually means that the companies need to inform each other about the risk of a domino-effect. In that respect it is recommended to implement an Integrated Emergency Plan, so a fast communication protocol is in place and in case of a fire near the pipeline appropriate and timely action can be taken by the CO2 Terminal.

7 REFERENCES

/1/ DNV Report, Deterministic Siting Study Control and Office Building, P0227742-HSE-RPT-0315, Rev 0, 04-11-2024

/2/ Bilfinger Tebodin Netherlands B.V., Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) Maasvlakte Olie Terminal, 3413313 rev. 1, 27-11-2023

/3/ National expertise centrum of industrial safety, Scenario book industrial safety, 2022, https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/11/20221114-LECIV-Scenarioboek-industriele-veiligheid.pdf

/4/ National expertise centrum of industrial safety, fire safety storage tanks – The Atmospheric Storage Tank - Technical Frame of Reference (CIV02)

/5/ RIVM, Instrument domino effects, May 2003

/6/ Dutch National Institute for Public Health and the Environment ("Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu", RIVM), Explanatory notes calculation guidelines for environmental safety, March 2022

/7/ TNO, Purple Book, Guideline for quantitative risk assessment, PGS3/CPR 18E, revised print 2005

/8/ International Association of Oil & Gas Producers (IOGP) 434-19: Risk Assessment Directory: Escape, evacuation, and rescue, July 2023

/9/ DNV, Addendum Safety Facility Design Report – Blast Dampers Study, Report No.: PP205860-1, Rev. 0, 14-11-2018

/10/ DNV, Overpressure calculations – 5th BOG compressor, memo no.: 10497954-NIEWES01, 08-08-2024

/11/ RIVM, Calculation guidelines for environmental safety – module I, version October 2020

/12/ DNV, Domino-effect analyse Gate terminal, Report no.: 10181123-1, Rev. 0, 19-10-2021

/13/ RIVM, Instrument Domino-effects, May 2003

APPENDIX A
MOT heat radiation distances

This appendix gives an overview of the calculated heat radiation (effect) distances for the full surface fire at MOT at an effect height of 1 m, 5 m and 19.95 m for all considered wind categories that can occur during day and night. These effect distances are valid for all tanks as they are all the same size. The effect distances shown are measured from the edge of the pool (tank shell) and not the pool centre.

Effect distances (m) for full surface fire at an effect height of 1 m – Day

Wind category	Heat radiation level (kW/m^2)	
	8	37.5
D1.5	Not reached	Not reached
B3	Not reached	Not reached
D5	Not reached	Not reached
D9	Not reached	Not reached
Maximum	**Not reached**	**Not reached**

Effect distances (m) for full surface fire at an effect height of 1 m – Night

Wind category	Heat radiation level (kW/m^2)	
	8	37.5
F1.5	Not reached	Not reached
D1.5	Not reached	Not reached
D5	Not reached	Not reached
E5	Not reached	Not reached
D9	Not reached	Not reached
Maximum	**Not reached**	**Not reached**

Effect distances (m) for full surface fire at an effect height of 5 m – Day

Wind category	Heat radiation level (kW/m^2)	
	8	37.5
D1.5	40	Not reached
B3	46	Not reached
D5	49	Not reached
D9	52	Not reached
Maximum	**52**	**Not reached**

Effect distances (m) for full surface fire at an effect height of 5 m – Night

Wind category	Heat radiation level (kW/m^2)	
	8	37.5
F1.5	40	Not reached
D1.5	40	Not reached
D5	49	Not reached
E5	49	Not reached
D9	52	Not reached
Maximum	**52**	**Not reached**

Effect distances (m) for full surface fire at an effect height of 19.95 m – Day

Wind category	Heat radiation level (kW/m^2)	
	8	37.5
D1.5	37	9
B3	40	10
D5	40	11
D9	40	12
Maximum	**40**	**12**

Effect distances (m) for full surface fire at an effect height of 19.95 m – Night

Wind category	Heat radiation level (kW/m^2)	
	8	**37.5**
F1.5	37	8
D1.5	37	9
D5	40	11
E5	40	11
D9	40	12
Maximum	**40**	**12**

APPENDIX B
Detailed risk results Gate

Heat radiation contours for exceedance of 8 and 37.5 kW/m^2 are provided in this appendix for both jet fires and pool fires. A risk transect is provided as well showing the frequency of exceeding these radiation levels along the pipeline route.

In addition, overpressure contours and the 37.5 kW/m^2 heat radiation contours from the fireball are also included.



Figure B- 1: Risk contours for >8 kW/m2 jet fire heat radiation

Audit Number	151485755
Combination	ESD-
Program	Safeti 9.0
Risk transect	CO2 pipeline
Run row	ESD- Dag
Workspace	S9.0 Gate explosion overpressure study (pipeline ESD scen removed)

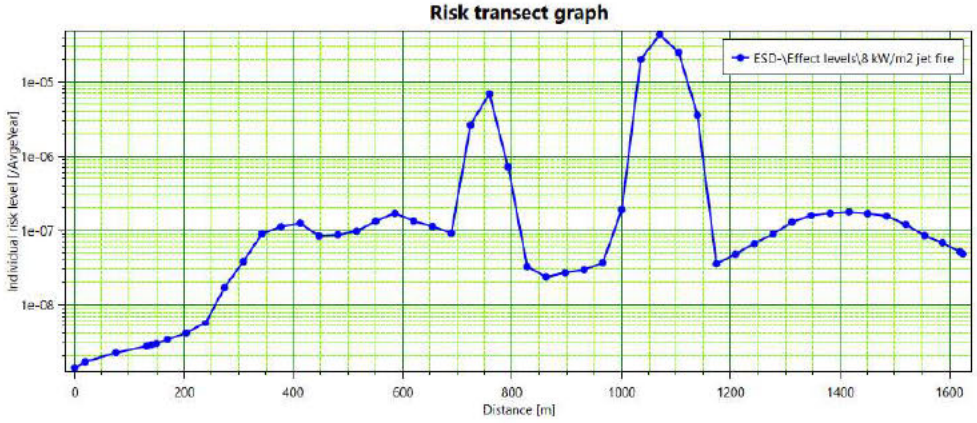


Figure B- 2: Probability of exceeding 8 kW/m2 due to jet fires along the length of the CO2 pipeline

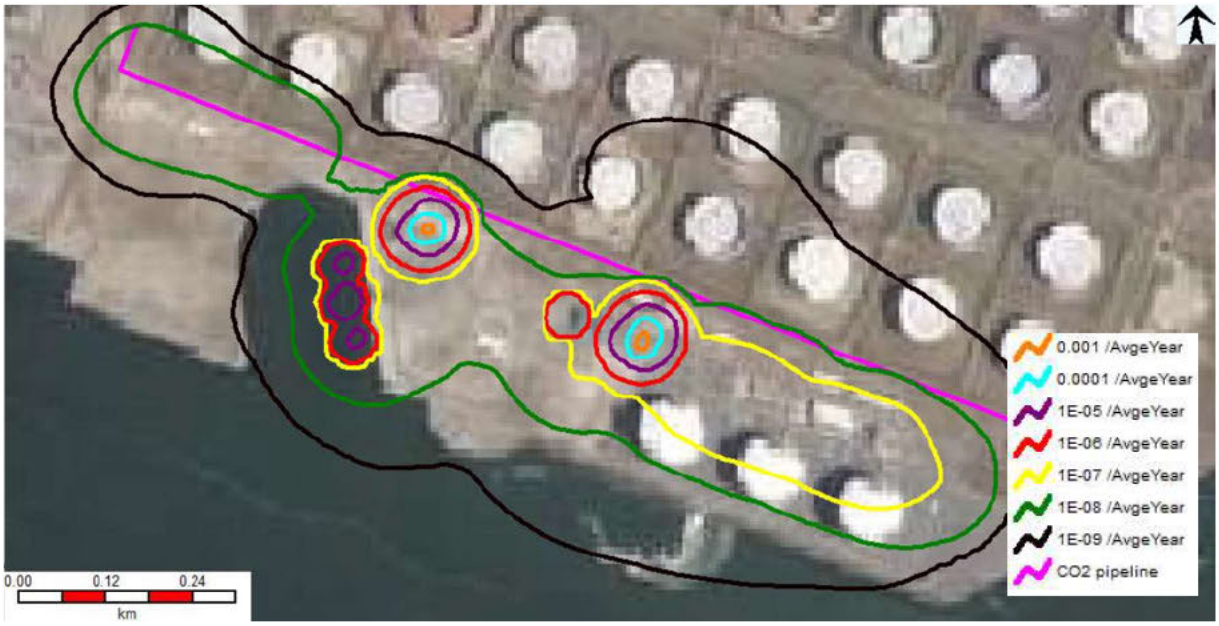


Figure B- 3: Risk contours for >37.5 kW/m2 jet fire heat radiation

Audit Number	151485755
Combination	ESD-
Program	Safeti 9.0
Risk transect	CO2 pipeline
Run row	ESD- Dag
Workspace	S9.0 Gate explosion overpressure study (pipeline ESD scen removed)

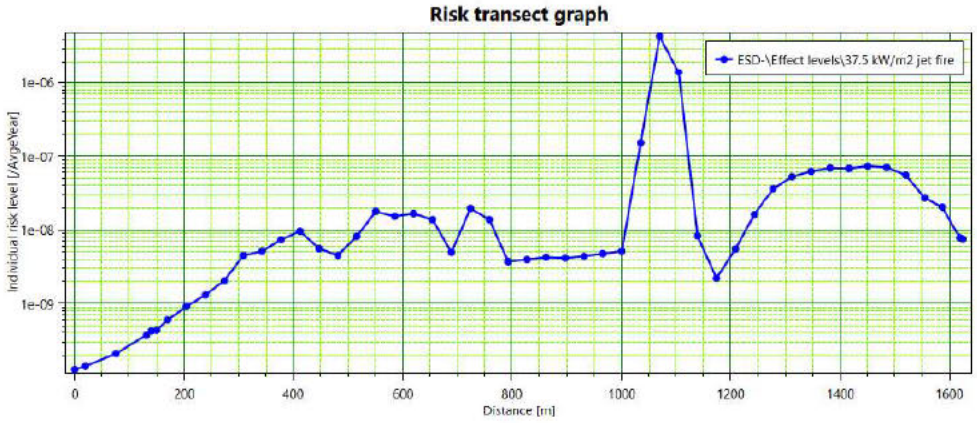


Figure B- 4: Probability of exceeding 37.5 kW/m2 due to jet fires along the length of the CO2 pipeline



Figure B- 5: Risk contours for >8 kW/m2 pool fire heat radiation

Audit Number	151485755
Combination	ESD-
Program	Safeti 9.0
Risk transect	CO2 pipeline
Run row	ESD- Dag
Workspace	S9.0 Gate explosion overpressure study (pipeline ESD scen removed)

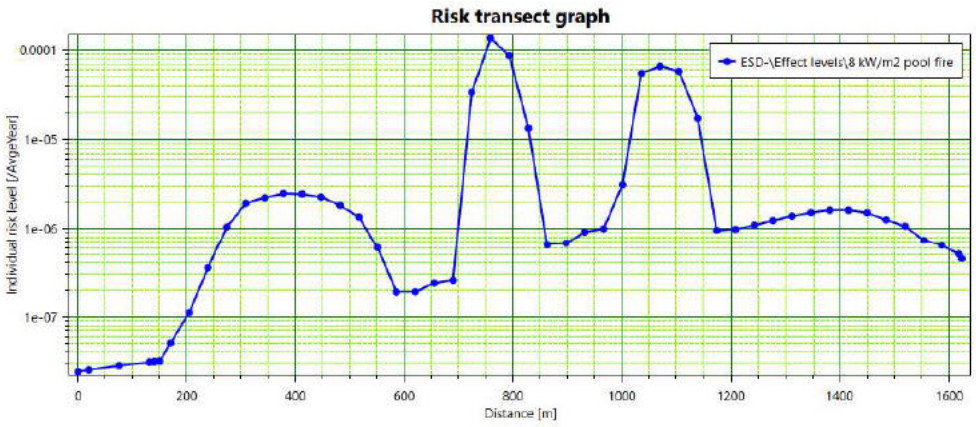


Figure B- 6: Probability of exceeding 8 kW/m2 due to pool fires along the length of the CO2 pipeline

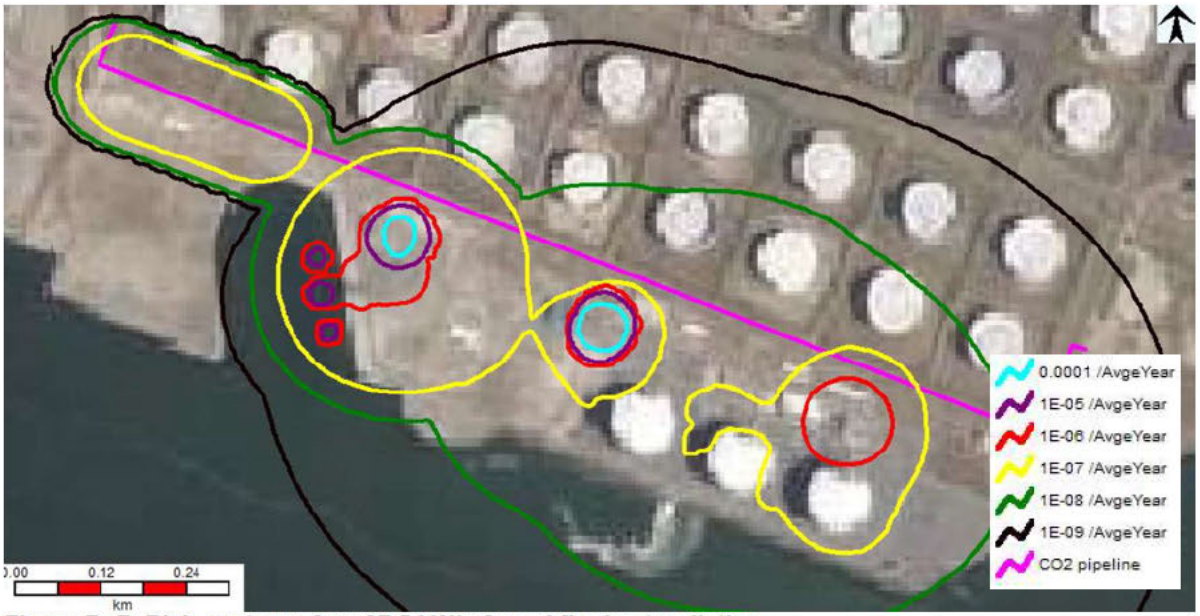


Figure B- 7: Risk contours for >37.5 kW/m2 pool fire heat radiation

Audit Number	151485755
Combination	ESD-
Program	Safeti 9.0
Risk transect	CO2 pipeline
Run row	ESD- Dag
Workspace	S9.0 Gate explosion overpressure study (pipeline ESD scen removed)

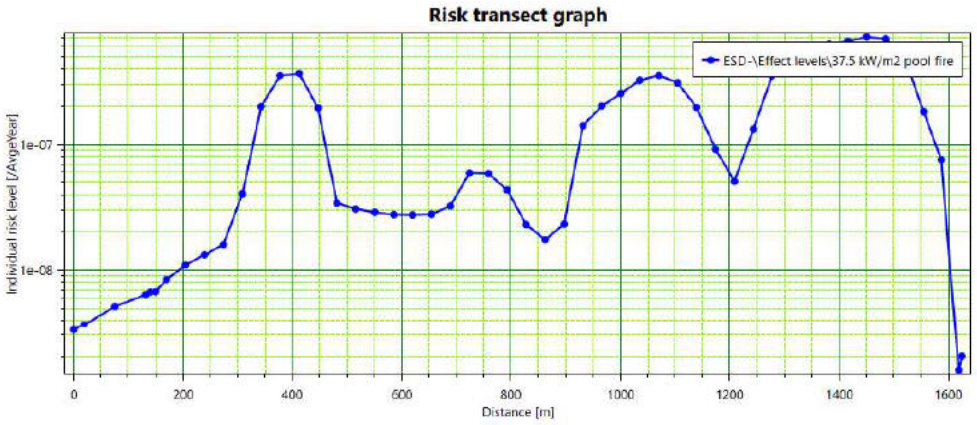


Figure B- 8: Probability of exceeding 37.5 kW/m2 due to pool fires along the length of the CO2 pipeline



Figure B- 9: Risk contours for >0.45 bar overpressure



Figure B- 10: Risk contours for >37.5 kW/m2 fireball heat radiation


DNV



About DNV

DNV is the independent expert in risk management and assurance, operating in more than 100 countries. Through its broad experience and deep expertise DNV advances safety and sustainable performance, sets industry benchmarks, and inspires and invents solutions.

Whether assessing a new ship design, optimizing the performance of a wind farm, analyzing sensor data from a gas pipeline or certifying a food company's supply chain, DNV enables its customers and their stakeholders to make critical decisions with confidence.

Driven by its purpose, to safeguard life, property, and the environment, DNV helps tackle the challenges and global transformations facing its customers and the world today and is a trusted voice for many of the world's most successful and forward-thinking companies.

Bijlage 7

Notitie windturbines op platforms met berekeningsresultaten

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Ecologische Effectbeoordeling windturbines op Aramis-platforms

Klant: Aramis CCS

Referentie: NL-ARM-010-ARM1-100159

Status: Final/02

Datum: 11 maart 2025

ARAMIS

CCS-ARAMIS Project

Environment Impact Assessment – Baseline report

Document No.	NL-ARM-010-ARM1-100159
Document title	Ecologische Effectbeoordeling windturbines op Aramis-platforms
Revision	Final 02

Royal HaskoningDHV

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document:	Ecologische Effectbeoordeling windturbines op Aramis-platforms
Ondertitel:	
Referentie:	NL-ARM-010-ARM1-100159
Status:	Final/02
Datum:	11 maart 2025
Projectnaam:	Aramis CCS
Projectnummer:	BH8744
Auteur(s):	RHDHV

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

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Royal HaskoningDHV

Inhoudsopgave

1	**Inleiding**	**6**
1.1	Korte introductie van het Aramis initiatief	6
1.2	Waarom deze ecologische effectbeoordeling?	7
1.3	Studiegebied	7
1.4	Leeswijzer	7
2	**Beschrijving van de voorgenomen activiteit**	**9**
2.1	Inleiding	9
2.2	Locatie van de platforms	9
2.3	De aanlegfase	9
2.4	De operationele fase	10
2.5	Ontmanteling	11
3	**Wettelijk kader**	**12**
3.1	Inleiding	12
3.2	Nederlandse wetgeving voor milieubelastende activiteiten	12
3.3	Nederlandse natuurwetgeving	12
3.3.1	Natura 2000 (Ow Bal § 11.1)	12
3.3.2	Beschermde soorten (Ow Bal § 11.2)	13
3.4	Overige wet-, regelgeving, en richtlijnen	15
3.4.1	Kaderrichtlijn Mariene Strategie	15
3.4.2	OSPAR	15
3.4.3	Het ORNIS-criterium	15
4	**Huidige natuurwaarden**	**17**
4.1	Natura 2000-gebieden	17
4.1.1	Friese Front	17
4.1.2	Noordzeekustzone	17
4.1.3	Bruine Bank	17
4.2	KRM-gebieden	18
4.2.1	Friese Front	18
4.3	Beschermde soorten	19
5	**Voortoets – Beschrijving van de effecten**	**21**
5.1	Inleiding en methodiek	21
5.2	Verstoring door aanwezigheid	21
5.3	Aanvaringen met windturbines	22
5.4	Samenvatting	22

6	**Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)**	**24**
6.1	Inleiding en methodiek	24
6.2	Het Friese Front	24
6.2.1	Zeekoet	25
6.3	De Noordzeekustzone	26
6.3.1	Roodkeelduiker	26
6.3.2	Dwergmeeuw	28
6.4	Bruine Bank	29
6.4.1	Jan-van-gent	30
6.4.2	Grote mantelmeeuw	31
6.5	Conclusie Effectbeoordeling Natura 2000	32
7	**Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)**	**33**
7.1	Inleiding en methodiek	33
7.2	Vogels	33
7.3	Vleermuizen	36
7.4	Conclusie Effectbeoordeling Flora & Fauna	38
8	**Mitigerende maatregelen**	**39**
9	**Cumulatie**	**40**
9.1	Hoe is het optreden van cumulatieve effecten onderzocht?	40
9.2	Inclusiecriteria cumulatietoets	40
9.3	Effecten voorgenomen activiteit	41
9.4	Relevante projecten	41
9.5	Wind op zee Nederland	41
9.6	Cumulatieve effecten	42
9.6.1	Vogels	42
9.6.2	Vleermuizen	43
9.7	Conclusie cumulatie	44
10	**Conclusie Ecologische Effectbeoordeling**	**45**
10.1	Conclusie Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)	45
10.2	Conclusie Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)	45
11	**Referenties**	**46**

BIJLAGEN

A1 Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebieden 52
A1.1 Friese Front 52
A1.2 Noordzeekustzone 52
A1.3 Bruine Bank 53

A2 Relevante natuurwaarden 54
A2.1 Vogels 54
A2.1.1 Roodkeelduiker 54
A2.1.2 Jan-van-gent 56
A2.1.3 Drieteenmeeuw 57
A2.1.4 Zilvermeeuw 58
A2.1.5 Alk 59
A2.1.6 Zeekoet 60
A2.1.7 Kleine mantelmeeuw 61
A2.1.8 Grote mantelmeeuw 62
A2.1.9 Visdief 63
A2.1.10 Dwergmeeuw 64
A2.1.11 Noordse stormvogel 65
A2.1.12 Grote stern 66
A2.1.13 Grote jager 67
A2.1.14 Trekvogels 68
A2.2 Vleermuizen 71

A3 Soortenlijst ’s nachts overtrekkende zangvogels 73

A4 Handleiding voor het Collision Risk Model 74
A4.1 Input parameters 75
A4.1.1 Windfarm features 75
A4.1.2 Turbine parameters 77
A4.1.3 Bird data 85
A4.2 Output / results 95
A4.2.1 Annual collisions L10-R ENI 95
A4.2.2 Annual collisions D-HUBN 102
A4.2.3 Annual collisions L4-A Total Energies 108
A4.2.4 Annual collisions K14-FA2 Shell 115

1 Inleiding

Voor u ligt het detailrapport Ecologische Effectbeoordeling voor de plaatsing van duurzame energievoorzieningen op de Aramis platforms, onderdeel van het MER voor het Aramis initiatief.

Dit detailrapport heeft betrekking op gebieds en soortenbescherming. Hierbij zijn de mogelijke effecten van het plaatsen van duurzame energievoorzieningen op de platforms van het Aramis initiatief op onder de Omgevingswet beschermde soorten en Natura 2000 gebieden beschreven.

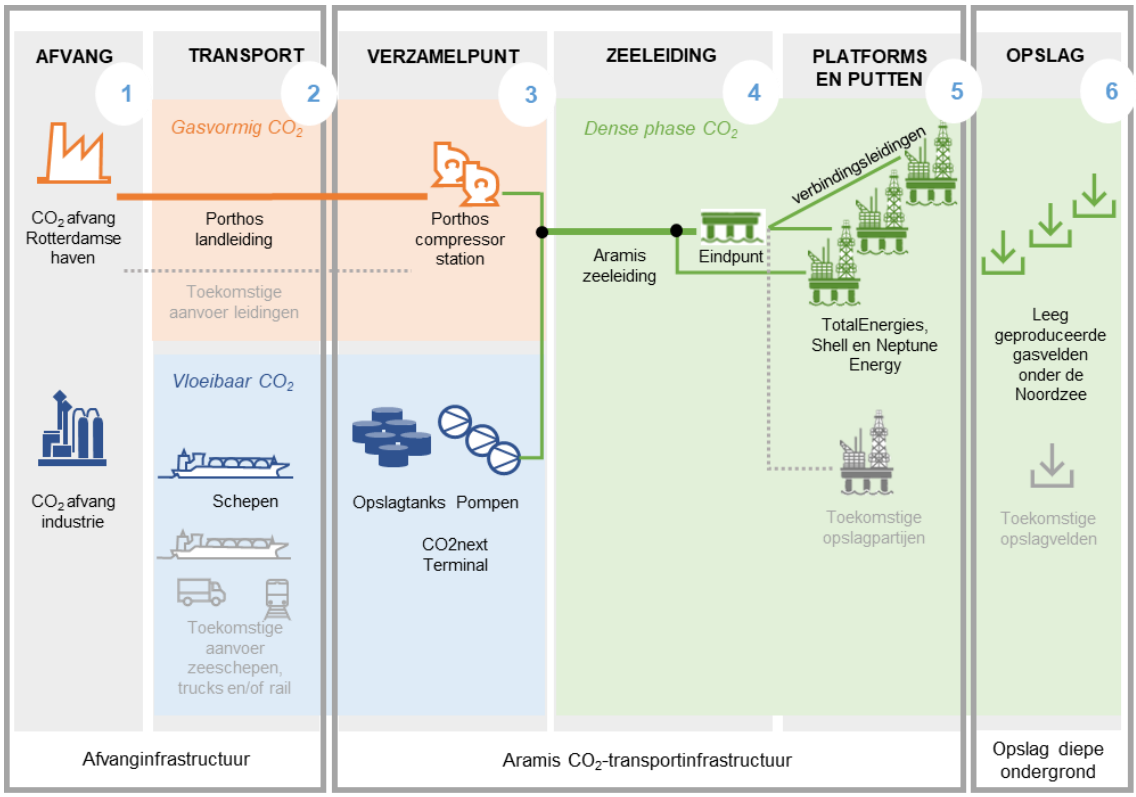
Dit detailrapport bevat een gedetailleerde beschrijving en beoordeling van de effecten in de aanleg en gebruiksfase van het onderdeel van het Aramis initiatief dat betrekking heeft op de plaatsing van duurzame energievoorzieningen op de platforms.

1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief

Integrale Aramis CCS-keten

Om de klimaatdoelstellingen te behalen, is er behoefte aan additionele transportinfrastructuur voor CO_2, waarmee meerdere opslaglocaties op zee worden ontsloten voor verschillende industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte door een nieuwe integrale en open CCS-keten mogelijk te maken. Het Aramis initiatief vormt een onderdeel van deze CCS-keten en bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CO_2-transportinfrastructuur. Het Aramis initiatief wordt in de rapportage dan ook wel aangeduid als Aramis CO_2-transportinfrastructuur. Samen met de afvang- en opslaginfrastructuur vormt dit de integrale CCS keten met onderstaande samenhangende onderdelen (zie Figuur 1-1).

De voorgenomen activiteit die beoordeeld gaat worden in deze Ecologische Effectbeoordeling, is de plaatsing van windturbines op de distributie- en injectieplatforms. Deze windturbines zullen, in combinatie met zonnepanelen, de platforms van elektriciteit voorzien.



Figuur 1-1. Overzicht van de integrale CCS-keten met daarin de componenten die onderdeel zijn van het Aramis-initiatief (3-5): transport per schip, terminal CO2next, uitbreiding compressorstation Porthos, zeeleiding met eindpunt en connectiepunten, aansluitleidingen en platforms.

1.2 Waarom deze ecologische effectbeoordeling?

Voor het integrale Aramis-initiatief is een MER opgesteld. Uit een juridische toets is naar voren gekomen dat het plaatsen van de windturbines op de platforms mer-beoordelingsplichtig zijn. Het bestaande MER voor het Aramis initiatief is daarom, als invulling van deze mer-beoordelingsplicht, aangevuld met onderhavige Ecologische Effectbeoordeling.

Het doel van deze Ecologische Effectbeoordeling is om inzichtelijk te maken of de voorgenomen activiteit, de plaatsing van windturbines op de platforms, (significant) negatieve effecten kan hebben op de beschermde gebieden en soorten in en nabij het plangebied.

Deze Ecologische Effectbeoordeling maakt duidelijk óf en zo ja welke vervolgstappen nodig zijn, zoals het opstellen en/of aanvullen van de omgevingsvergunning. De ecologische effectbeoordeling wordt in samenhang met het Milieueffectrapport (MER) opgesteld.

1.3 Studiegebied

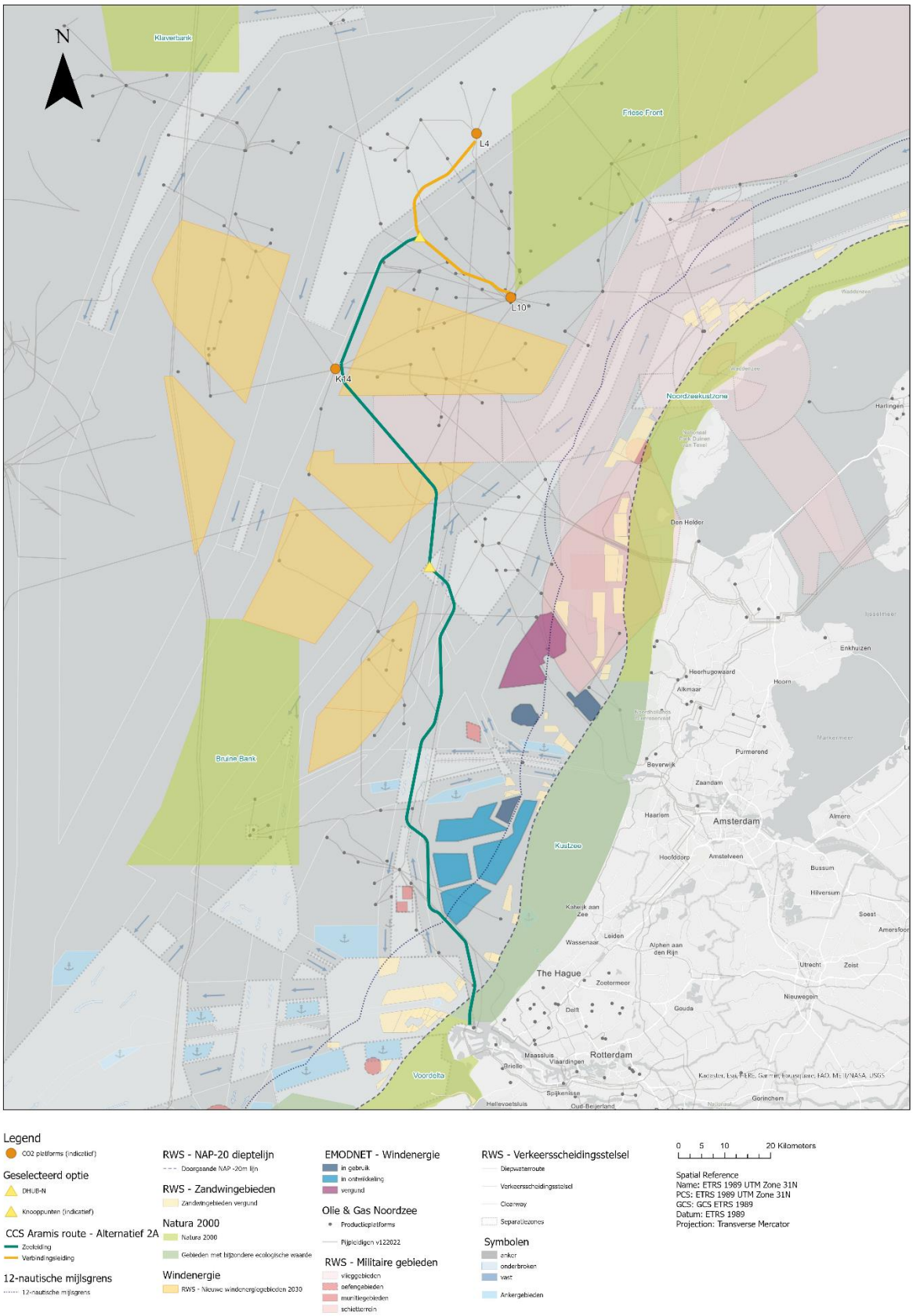
Het studiegebied van deze Ecologische Effectbeoordeling zal zich richten op de locaties van de vier platforms van het Aramis initiatief (Tabel 1-1 en Figuur 1-2).

Tabel 1-1. Coördinaten van de platforms binnen de scope van het Aramis initiatief.

Platform	Coördinaten
D-HUBN (Aramis)	53° 30’ 51.066” N, 3° 55’ 39.4032” E (WGS84)
K14-FA2 (Shell)	53° 16’ 17.658” N, 03° 38’ 18.035” E (WGS84)
L4-A (TotalEnergies)	53° 43’ 21.7812” N, 4° 05’ 50.980” E (WGS84)
L10-R (ENI)	53° 23’ 58.9452” N, 4° 11’ 8.8476” E (WGS84)

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de voorgenomen activiteit beschreven. In hoofdstuk 3 is het wettelijke kader opgenomen. Hoofdstuk 4 licht de huidige natuurwaarden kort toe. De milieueffecten die veroorzaakt worden door de voorgenomen activiteit staan in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 worden de milieueffecten op Natura 2000-gebieden beoordeeld (Passende Beoordeling) en in hoofdstuk 7 op beschermde soorten (Soortentoets). De beoordeling of mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn, is te vinden in hoofdstuk 8. De cumulatieve effecten zijn uitgewerkt in hoofdstuk 9. Tenslotte bevat hoofdstuk 10 de conclusies. De bronnenlijst is in hoofdstuk 11 opgenomen. Bijlagen zijn aan het eind van het rapport te vinden.



Figuur 1-2. Overzicht van het Aramis initiatief. De donkergroene lijn representeert de 'trunkline', de oranje lijnen de 'spurlines'. Het distributieplatform is weergegeven met de bovenste gele driehoek. De oranje cirkels zijn de injectieplatforms.

2 Beschrijving van de voorgenomen activiteit

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de voorgenomen activiteit die beoordeeld gaat worden in deze Ecologische Effectbeoordeling. Eerst wordt de locatie van de activiteit beschreven. Vervolgens worden de werkzaamheden beschreven die tijdens de aanleg- en operationele fase mogelijk: (1) effecten kunnen hebben op nabijgelegen beschermde gebieden of (2) verstorend kunnen zijn voor beschermde flora en fauna die in of nabij het plangebieden voorkomen.

2.2 Locatie van de platforms

Voor het Aramis initiatief zullen vier platforms gerealiseerd c.q. in gebruik genomen worden: drie CO_2-injectieplatforms en één distributieplatform (hierna: D-HUBN). Een overzicht van de exacte coördinaten van deze platforms is terug te vinden in Tabel 1-1. Twee CO_2-platforms en het D-HUBN bevinden zich dichtbij maar buiten het beschermde Natura-2000 gebied het Friese Front (Tabel 2-1 en Figuur 1-2). De locatie van het derde CO_2-platform is verder van dit Natura-2000 gebied. De Noordzeekustzone en de Bruine Bank zijn relevant bevonden omdat voor deze gebieden soorten zijn aangewezen die voorkomen in het plangebied en waardoor dus via externe werking effecten kunnen optreden. Voor de Klaverbank zijn geen instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd voor vogels of vleermuizen en is dus niet relevant bevonden. Enkel deze soortgroepen zullen effecten ondervinden van de aanwezigheid van de turbines op de platforms. Habitattypen, bodemdieren, vissen en zeezoogdieren zullen geen effecten ondervinden. De Voordelta is niet relevante bevonden omdat deze te ver verwijderd is van het plangebied.

Tabel 2-1. Overzicht van de afstanden van de platforms tot de Natura 2000-gebieden.

	Afstand tot Natura 2000 gebieden in km				
	Voordelta	Bruine Bank	Noordzeekustzone	Friese Front	Klaverbank
D HUBN	181	101	70	22	59
Platform K14 FA	143	58	70	43	68
Platform L4 A	192	116	69	7,8	53
Platform L10 R	156	87	41	1,6	77

2.3 De aanlegfase

Tijdens de aanlegfase worden de platforms zo compleet mogelijk aangevoerd met daarop de manifold, injectieleiding en metering skid, de risers, voorzieningen voor de duurzame energievoorziening, leidingen, monitoringsapparatuur, drukaflaatvoorzieningen en entreepunten waar personeel van onderhouds- en inspectieschepen op het platform kan komen. Er zal dus geen additioneel scheepvaartverkeer nodig zijn om de turbines te installeren als de platforms eenmaal op hun voorbestemde locaties gearriveerd zijn. Tabel 2-2 geeft per platform een overzicht van de turbinespecificaties.

Tabel 2-2. Per platform de belangrijkste specificaties van de windturbines.

	L10 R	K14 FA	L4 A	D HUBN
Operator				TotalEnergies
Turbinetype	SD6+	SD6+	SD6+	SD6+
Aantal	3	3	3	3[1]
Masthoogte (m)	15	9 (2x) en 15 (1x)	15	15
Ashoogte boven zeeniveau (m)	41	ca. 43,5	46	50
Aantal rotoren	3	3	3	3
Rotordiameter (m)	5,6	5,6	5,6	5,6
Rotoroppervlak (m^2)	24,6	24,6	24,6	24,6
Maximale rotortip snelheid (km/h)	210	210	210	210
Maximale rotatiesnelheid (rpm)	200	200	200	200
Inschakelsnelheid (m/s)	2,5	2,5	2,5	2,5
Uitschakelsnelheid (m/s)	Geen	Geen	Geen	Geen

[1] *Wordt mogelijk beperkt tot twee turbines*

Mogelijke milieueffecten
Tijdens de aanlegfase zijn er specifiek voor (het installeren van) de windturbines geen additionele milieueffecten die beoordeeld moeten worden ten opzichte van de milieueffecten die reeds beoordeeld zijn in de Ecologische Effectbeoordeling voor de aanleg van de platforms en de transportinfrastructuur (Bijlage 5 en 8 van het MER)[2, 3]. De reden hiervoor is dat de turbines al geïnstalleerd zijn op de platforms als deze naar hun voorbestemde locaties gevaren worden. Mogelijke milieueffecten tijdens de aanlegfase worden daarom niet herhaald in deze Ecologische Effectbeoordeling.

2.4 De operationele fase

Tijdens de operationele fase van het Aramis-initiatief zullen de windturbines in gebruik worden genomen en zullen ze, samen met de zonnepanelen, de platforms van elektriciteit voorzien. Omdat de platforms ingericht zijn voor onbemande operatie, worden ze normaliter op afstand bestuurd. De platforms zijn uitsluitend met onderhouds- en inspectieschepen (walk-to-work vessels) bereikbaar; er is geen helideck aanwezig.

Voor inspecties, onderhoud en bij calamiteiten kan het platform ook handmatig op de locatie worden bediend. Inspecties en onderhoud van de voorzieningen op de platforms moeten met enige regelmaat (circa 2 maal per jaar) uitgevoerd worden. Bij uitval van de windturbines, de zonnepanelen en het batterijsysteem is een back-up dieselgenerator aanwezig om het platform van stroom te voorzien; hiervoor zal de dieselvoorraad bijvoorbeeld aangevuld moeten worden. Daarvoor komt er een walk-to-work vessel om personeel aan boord te brengen. Er zijn op de platforms zelf geen mogelijkheden tot overnachten. Als dat nodig is, gebeurt dat op het schip.

Mogelijke milieueffecten
De belangrijkste mogelijke verstoring die specifiek door windturbines veroorzaakt wordt tijdens de operationele fase is:

- Verstoren van de vliegroutes van vogels en vleermuizen doordat ze de turbines moeten ontwijken.
- Verhogen van de kans dat er rondom de platforms slachtoffers vallen onder migrerende en rustende vogels en vleermuizen doordat ze in aanvaring komen met de turbinemast en -rotor.

De turbines zijn niet verlicht. Er is dus geen sprake van eventuele lichtverstoring die specifiek wordt toegeschreven aan een turbine. Daarom wordt lichtverstoring niet als één van de belangrijke verstoringseffecten van de turbines gezien.

De turbines creëren tijdens de operationele fase ook bovenwatergeluid met een maximaal volume van ca. 35 dB, vergelijkbaar met het brommen van een koelkast (EAZ Wind, 2024). Het geluid van de turbines zal daarmee redelijkerwijs niet boven het heersende achtergrondgeluid van de Noordzee uitkomen en dus geen additionele geluidsoverlast veroorzaken.

De trillingen als gevolg van de operationele turbines zullen, vanwege de kleine omvang van de turbines, geen significante bijdrage leveren aan de trillingen die tijdens de operationele fase reeds veroorzaakt gaan worden door de resterende apparatuur op het platform.

Tijdsduur
Aramis verwacht dat de operationele fase minimaal 20 tot wellicht 40 jaar zal duren.

[2] *MER-Bijlage 5. Passende beoordeling zeegebieden – F1*
[3] *MER-Bijlage 8. Natuurtoets Soorten – F1*

2.5 Ontmanteling

De ontmanteling van de platforms zal pas plaatsvinden na 20 tot wellicht 40 jaar. In beginsel wordt verwacht dat de turbines dezelfde levensduur hebben als de platforms waardoor hiervoor tussentijds geen grootschalig onderhoud nodig is. Maar, conform de omgevingsvergunning milieubelastende activiteit, worden de turbines minstens eenmaal per jaar op beveiliging, onderhoud en reparaties beoordeeld door een deskundige waaruit kan blijken dat vervanging eventueel noodzakelijk gaat zijn. Voor de ontmanteling wordt gehandeld naar de op dat moment gangbare praktijk en wetgeving. Een inschatting maken van de mogelijke milieueffecten is lastig omdat niet bekend is met welke technieken dit onderhoud of de ontmanteling zal gaan plaatsvinden.

3 Wettelijk kader

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd welke beschermingsregimes van kracht zijn voor het onderhavig project. De bescherming van inheemse soorten is in de Omgevingswet (hierna: Ow) geregeld. De Ow is in werking getreden op 1 januari 2024 en vormt de juridische basis voor de beoordeling van effecten op soorten onder de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn.

3.2 Nederlandse wetgeving voor milieubelastende activiteiten

In de Ow zijn alle wetten met betrekking tot de fysieke leefomgeving opgenomen. In § 3.2.4 van het Besluit activiteiten leefomgeving (hierna: Bal) staan de criteria beschreven voor de aanwijzing van windturbines als milieubelastende activiteit (hierna: MBA). De criteria gaan in op de technische specificaties van de turbines (art. 3.11) alsook het aantal turbines dat vergunningsvrij bij elkaar gebouwd mag worden (art. 3.13). Verder gaat § 4.30 in op de inhoudelijke regels die betrekking hebben op het in bedrijf stellen van de windturbines als MBA.

3.3 Nederlandse natuurwetgeving

In hoofdstuk 11 van het Bal is de bescherming van Natuur in Nederland opgenomen. Deze wet bevat onder andere regels voor de bescherming van natuurgebieden, in het wild levende dier- en plantensoorten en houtopstanden in Nederland. Het uitgangspunt van de wet is de natuur te beschermen, mede vanwege de intrinsieke waarde, en het behouden en herstellen van biologische diversiteit zonder de lasten te verhogen.

3.3.1 Natura 2000 (Ow Bal § 11.1)

Het onderdeel Gebiedsbescherming (§ 11.1) van het Bal van de Ow regelt de bescherming van de Nederlandse Natura 2000-gebieden. Hoewel het de meest strikte vorm van juridische bescherming betreft, heeft deze wet daardoor vaak een beperkte reikwijdte, die zich beperkt tot de grenzen van een Natura 2000-gebied en uitsluitend die natuurwaarden ten aanzien waarvan daarbinnen instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd.

Voor elk van de in het kader van Natura 2000 aangewezen gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd, nader uitgewerkt in een beheerplan, die gelden als toetsingskader. Uitgaande van die instandhoudingsdoelstellingen dient nagegaan te worden of sprake is van conflicten met het duurzaam behalen van geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen en zo ja, of de wezenlijke kenmerken en waarden van een Natura 2000-gebied in het geding zijn. Voorgaande geldt sinds 29 mei 2019 ook weer onverkort voor effecten ten gevolge van depositie van stikstof, gevat onder de storingsfactor “Verzuring en Vermesting door stikstof uit de lucht (3 & 4)”; de generieke Passende Beoordeling voor het PAS, waarin rekening werd gehouden met de verschillende bron- en herstelmaatregelen, is niet langer bruikbaar als beoordelingskader.

Bij de beoordeling van effecten op instandhoudingsdoelstellingen is ook zogenoemde externe werking van belang. Dat wil zeggen dat ook beschouwd moet worden in hoeverre voorgenomen activiteiten buiten Natura 2000-gebieden negatieve effecten hebben op in deze gebieden geldende instandhoudingsdoelstellingen. In zoverre is de reikwijdte van de Omgevingswet onbegrensd, zo volgt uit staande jurisprudentie. In geval van emissie en depositie van stikstof is dit bijvoorbeeld relevant. Vaak vindt de emissie plaats (ver) buiten de grenzen van een Natura 2000-gebied, maar daalt de stikstof neer in Natura 2000-gebieden waar deze negatieve effecten heeft op de instandhoudingsdoelstellingen die daar gelden.

3.3.2 Beschermde soorten (Ow Bal § 11.2)

Het Bal van de Ow kent drie algemene beschermingsregimes waarin de voorschriften van de Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en twee verdragen (Bern en Bonn) zijn geïmplementeerd en waarin aanvullende voorschriften zijn gesteld voor de dier- en plantensoorten die niet onder die specifieke voorschriften vallen, maar wel bescherming nodig hebben. Voor alle in het wild levende planten en dieren (dus ook voor soorten die niet zijn opgenomen in de Ow) geldt de specifieke zorgplicht conform Ow Bal artikel 11.27. Deze plicht houdt in dat iedereen 'voldoende zorg' in acht moet nemen voor alle in het wild levende planten en dieren en hun leefomgeving. Veelal komt de zorgplicht erop neer dat tijdens werkzaamheden negatieve effecten op planten en dieren zoveel mogelijk worden voorkomen, en dat bij de inrichting aandacht wordt besteed aan de realisatie van geschikt habitat voor plant en dier. De zorgplicht geldt altijd en voor alle planten en dieren, of ze beschermd zijn of niet, en in het geval dat ze beschermd zijn ook als vergunning of vrijstelling is verleend. De zorgplicht betekent niet dat geen effecten mogen optreden, maar wel dat dit, indien noodzakelijk, op zodanige wijze gebeurt dat de verstoring en eventueel lijden zo beperkt mogelijk is.

Beschermingsregimes

Het gaat om de volgende beschermingsregimes:

- Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn (Ow Bal § 11.2.2)
  - Dit zijn alle van nature in Nederland in het wild levende vogels (zoals bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn).
- Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn (Ow Bal § 11.2.3)
  - Dit zijn soorten die genoemd zijn in Bijlage IV bij de Habitatrichtlijn, Bijlage I of II bij het Verdrag van Bern en Bijlage II bij het Verdrag van Bonn.
- Beschermingsregime andere soorten (Ow Bal § 11.2.4)
  - Dit zijn soorten die genoemd zijn in Bijlage IX onder A en B van het Bal Ow. Het gaat hier om de bescherming van zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen, kevers en vaatplanten van nature voorkomend in Nederland.

Schadelijke handelingen

Elk van de beschermingsregimes kent zijn eigen schadelijke handelingen en vereisten voor vrijstelling of vergunning van deze verboden. De schadelijke handelingen in de paragrafen 11.2.2 en 11.2.3 zijn één-op-één overgenomen uit de genoemde richtlijnen (zie Tabel 3-1) en verdragen en zijn uitsluitend van toepassing op de in deze richtlijnen en verdragen genoemde soorten. De bepalingen in paragraaf 11.2.4 zien toe op de 'nationale' andere soorten die zijn genoemd in de bijlage IX onder A en B bij het Bal Ow. Hiervoor geldt een kleiner aantal schadelijke handelingen.

Bij de toetsing aan het soortbeschermingsdeel van het Bal Ow wordt bepaald of beschermde plant- en diersoorten kunnen voorkomen in het onderzoeksgebied en of de functionaliteit van het leefgebied van deze soorten aangetast wordt als gevolg van het project, waardoor de gunstige Staat van Instandhouding (hierna: SvI) in gevaar komt.

De landelijke staat van instandhouding (SvI) voor een gebied verwijst naar de algemene gezondheid en duurzaamheid van de populaties van soorten en hun leefgebieden binnen dat gebied en wordt gemeten aan de hand van verschillende criteria; Populatiegrootte en -trend, Verspreidingsgebied, Habitatkwaliteit, en Toekomstperspectief. Metingen worden doorgaans iedere 6 jaar uitgevoerd.

Opzettelijkheid

In de Ow is voor veel verbodsbepalingen de term opzettelijk van toepassing. Niet-opzettelijke handelingen waarbij verbodsbepalingen overtreden worden zijn niet verboden. Daarbij is van belang dat het Europese Hof van Justitie in zijn jurisprudentie heeft bepaald dat onder opzet ook voorwaardelijke opzet moet worden

begrepen: “Daarvan is sprake als iemand een handeling verricht en daarbij bewust de aanmerkelijke kans aanvaardt dat zijn gedragingen schadelijke gevolgen hebben voor een dier of plant”.

Tabel 3-1. Schadelijke handelingen Besluit activiteiten omgeving.

Schadelijke handelingen Vogelrichtlijn **Ow Bal art.11.37**	**Schadelijke handelingen Habitatrichtlijn** **Ow Bal art.11.46**	**Schadelijke handelingen Andere soorten** **Ow Bal art. 11.54**
Art. 11.37 1a. Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen.	**Art 11.46 1a** Het is verboden in het wild levende dieren HR IV soorten (Verdrag Bern en Bonn) in hun natuurlijk verspreidings-gebied opzettelijk te doden of te vangen.	**Art. 11.54 1a** Het is verboden soorten opzettelijk te doden of te vangen.
Art. 11.37 1b Het is verboden opzettelijk nesten, rust-plaatsen en eieren van vogels als bedoeld in lid 1a te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.	**Art 11.46 1b** Het is verboden dieren als bedoeld in lid 1a opzettelijk te verstoren.	**Art. 11.54 1b** Het is verboden de vaste voortplantingsplaatsen, rustplaatsen of eieren van dieren opzettelijk te beschadigen of te vernielen.
Art. 11.37 1c Het is verboden eieren van vogels als bedoeld in lid 1a te rapen en deze onder zich te hebben.	**Art. 11.46 1c** Het is verboden eieren van dieren als bedoeld in lid 1a in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.	
Art. 11.37 1d Het is verboden vogels als bedoeld in lid 1a opzettelijk te storen.	**Art 11.46 1d** Het is verboden de voortplantings-plaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in lid 1a te beschadigen of te vernielen.	**Art. 11.54 1c** Het is verboden plantensoorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.
Art. 11.37 3 Het verbod geldt niet als de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.	**Art. 11.46 1e**. Het is verboden planten HR (en Verdrag van Bern) in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen	

Wezenlijke invloed

Met de term ‘wezenlijke invloed’ wordt gedoeld op een wezenlijk negatieve invloed op een soort of populatie. Om te bepalen of sprake is van een wezenlijk (negatieve) invloed dienen de effecten van de activiteiten of werkzaamheden op de populatie te worden onderzocht. Of hiervan sprake is hangt af van de lokale, regionale, landelijke en Europese stand van de soort. Op welk van deze niveaus de effecten op een soort moeten worden onderzocht, hangt af van de soort. Er is geen sprake van een wezenlijke invloed wanneer de populatie de mogelijke negatieve effecten van de activiteiten of werkzaamheden zélf op een zodanige wijze (bijvoorbeeld doordat voldoende uitwijkmogelijkheden zijn naar een volwaardig leefgebied elders) teniet kan doen dat er geen invloed is op de huidige SvI van de soort. In alle gevallen geldt proportionaliteit. Effecten op een zeer zeldzame soort zullen op een lager niveau moeten worden bezien dan een zeer algemene soort. Bij soorten die zich niet over grote afstanden kunnen verplaatsen, zoals amfibieën, reptielen, planten en veel soorten insecten, is eerder sprake van een wezenlijk negatieve invloed dan bij soorten die zich over grotere afstanden kunnen verplaatsen. Verder is van belang of het effect van tijdelijke of permanente aard is. Van tijdelijke effecten kan een populatie van een soort zich over het algemeen gemakkelijker herstellen dan wanneer het om een aanhoudend negatief effect gaat.

3.4 Overige wet-, regelgeving, en richtlijnen

3.4.1 Kaderrichtlijn Mariene Strategie

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (hierna: KRM) verplicht de EU-lidstaten een strategie te ontwikkelen om in 2020 in het eigen zeegebied – voor Nederland het Nederlandse deel van de Noordzee - een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden en maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat de daarvoor gestelde doelen worden bereikt. Het heeft betrekking op de thema's (descriptoren) biodiversiteit, niet-inheemse soorten, commerciële geëxploiteerde soorten vis, schaal- en schelpdieren, voedselwebben, eutrofiëring, integriteit zeebodem/benthische habitats, hydrografie, vervuilende stoffen, zwerfvuil, en toevoer van energie, o.m. onderwatergeluid.

Aan de basis van de mariene strategie voor de Noordzee ligt een toekomstbeeld van een schone, gezonde en productieve zee, zoals uitgewerkt in de ontwerp Beleidsnota Noordzee 2016-2021. Het ecosysteem functioneert optimaal en is veerkrachtig, het water is schoon en het gebruik van de Noordzee is duurzaam. Daarmee biedt de Noordzee perspectieven voor zowel natuur en milieu als voor gebruik door de mens en economische sectoren. De ecosysteembenadering en het voorzorgsbeginsel zijn uitgangspunt voor het beleid om bij toenemend gebruik van de Noordzee ook de goede milieutoestand te kunnen bereiken en behouden.

In het kader van de KRM wordt getoetst of de huidige milieutoestand of het behalen van een goede milieutoestand door de KRM geïmplementeerde maatregelen wordt belemmerd. In de toetsing wordt onderzocht of de geplande activiteiten een effect hebben op de (goede) milieutoestand door te kijken naar de effecten op de descriptoren. Daarbij zijn de descriptoren **D1 Biodiversiteit** en **D4 Voedselwebben** voor dit project het meest relevant. Volledigheidshalve worden alle descriptoren behandeld.

3.4.2 OSPAR

Het OSPAR-verdrag heeft tot doel het mariene milieu van de Noordoost-Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee) te beschermen door middel van internationale samenwerking. Dit gebeurt door vervuiling van het mariene milieu te voorkomen en te beëindigen, de maritieme sector te beschermen tegen de negatieve effecten van menselijke activiteiten (voor de bescherming van de menselijke gezondheid en het mariene ecosysteem) en het herstellen van beschadigde mariene gebieden. Het Verdrag beoogt ook te zorgen voor een duurzaam beheer van de betrokken gebieden. De deelnemende landen stellen individueel en collectief programma's en maatregelen vast en coördineren hun beleid en strategieën. Enkele principes zijn van toepassing:

- Het voorzorgsbeginsel (het nemen van voorzorgsmaatregelen wanneer er een redelijk vermoeden bestaat dat er negatieve effecten op het milieu zijn, zelfs als er geen bewijs is).
- Het "vervuiler betaalt-principe".
- Gebruik de beste beschikbare technieken, de beste milieupraktijk en schone technologieën.

3.4.3 Het ORNIS-criterium

Volgens het ORNIS-criterium (ook wel: 1%-mortaliteitsnorm) mag, bij gebrek aan overlegging van enig wetenschappelijk tegenbewijs, iedere additionele sterfte door een voorgenomen activiteit, die minder is dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de betrokken populatie (gemiddelde waarde), als niet significant worden beschouwd. Met een additioneel sterftecijfer lager dan 1% van de natuurlijke sterfte, kan worden geoordeeld dat een effect op de gunstige Svl van de betrokken populatie door de voorgenomen activiteit uitgesloten kan worden.

Blijven soorten onder deze grens, dan worden ze niet verder in beschouwing genomen. Overschrijden ze deze 1%-norm wel, dan zal in meer detail naar de mogelijke populatie-effecten gekeken dienen te worden. Het ORNIS-criterium fungeert hiermee dus als een ‘grove zeef’. Voor de soorten waar de extra sterfte hoger is dan 1 procent van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten op basis van de best beschikbare beoordelingsmethode. In het Kader Ecologie en Cumulatie (hierna: KEC) versie 4.0 is hiervoor het Acceptable Level of Impact (ALI) opgenomen voor verschillende soorten zoals het toenmalige ministerie van LNV een uitwerking heeft gemaakt. Het Potential Biological Removal-criterium (PBR-criterium) kan ook gebruikt worden voor overige soorten waarvoor geen ALI is gedefinieerd. De 1%- norm wordt in deze Ecologische Effectbeoordeling met name gehanteerd om de effecten op broedkolonies elders (in het kader van Natura 2000-gebieden) te beoordelen.

4 Huidige natuurwaarden

In dit hoofdstuk worden gebieden met bijzondere ecologische waarden in de omgeving van het plangebied beschreven. Bijzondere ecologische gebieden zijn: de Noordzee, Natura 2000-gebieden en KRM-gebieden. Bijzondere ecologische gebieden voor deze activiteit zijn het Friese Front en (via externe werking) de Noordzeekustzone en de Bruine Bank. In de bijlagen zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor de verschillende Natura 2000-gebieden opgenomen.

4.1 Natura 2000-gebieden

4.1.1 Friese Front

Het Natura 2000-gebied het Friese Front is een zeegebied ten noorden van de Waddeneilanden op ongeveer 80 km uit de kust en op minimaal 1,5 km van het plangebied. Het gebied heeft een oppervlak vergelijkbaar met de Nederlandse Waddenzee (288.000 ha) en vormt een overgangszone tussen de ondiepe zuidelijke en de diepe centrale Noordzee. In deze overgangszone komen verschillende watermassa's samen, wat een front veroorzaakt met een verhoogde biologische productie en een verhoogde biodiversiteit van het bodemleven. Het Friese Front is hierdoor een belangrijk foerageergebied voor vogels en is uitsluitend Vogelrichtlijngebied. Het gebied is alleen voor de zeekoet (*Uria aalge*) aangewezen, omdat de soort er in de zomer en de herfst in internationaal belangrijke aantallen (meer dan 15.620 individuen) voorkomt (Van Bemmelen et al., 2013). Na de broedperiode in het voorjaar, zwemmen de ruiende vaders met hun jongen, die nog niet kunnen vliegen, naar het Friese Front om de jongen groot te brengen (foerageer- en rustgebied) en om te ruien. Dit vindt vooral plaats gedurende de zomermaanden juli-augustus. In deze kwetsbare periode is het Friese Front voor hen onmisbaar. Zeekoeten zijn voornamelijk van juli tot oktober te vinden op het Friese Front met piek-aantallen in september-oktober (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). De instandhoudingsdoelstelling voor de zeekoet is behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatie. De zeekoet heeft een gunstige SvI (Bijlage A1.1).

4.1.2 Noordzeekustzone

Het Natura 2000-gebied de Noordzeekustzone ligt op 41 km afstand van het plangebied. De Noordzeekustzone loopt van Bergen aan Zee tot Rottumeroog, tussen de hoogwaterlijn en de 20 m dieptelijn. Het is een gebied van circa 1.500 km^2 dat bestaat uit kustwateren, ondiepten, enkele zandbanken en de stranden van noordelijk Noord-Holland en de Waddeneilanden. De kustwateren bestaan uit 'permanent met zeewater overstroomde zandbanken' (H1110) die maximaal 20 m diep liggen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). De Noordzeekustzone is aangewezen vanwege het voorkomen van 7 habitattypen, 7 habitatrichtlijnsoorten (1 vaatplant, 3 vissoorten en 3 zeezoogdiersoorten), 3 broedvogelsoorten en 18 niet broedvogelsoorten (Bijlage A1.2).

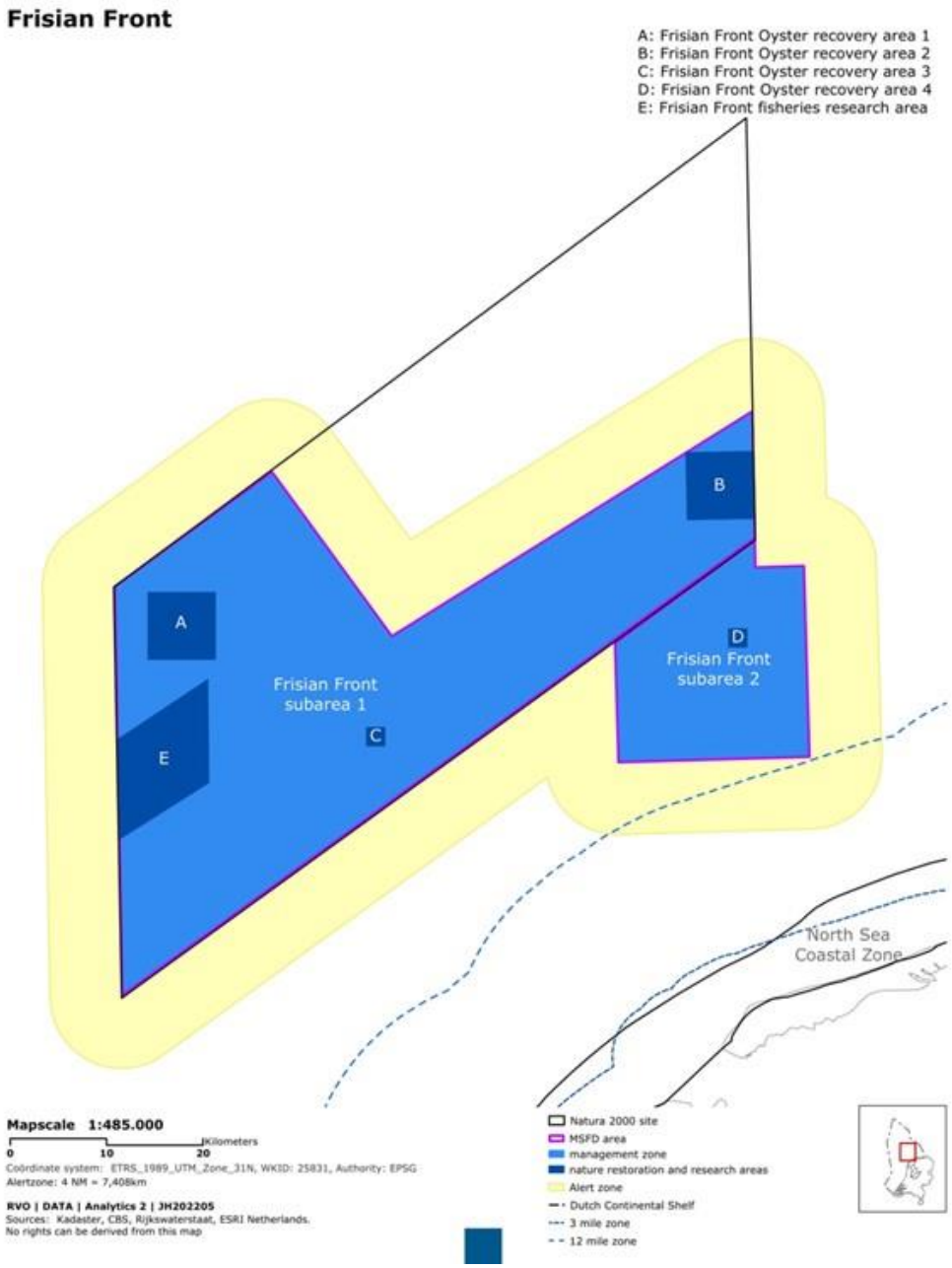
4.1.3 Bruine Bank

Het Natura 2000-gebied de Bruine Bank is gelegen in het westelijke deel van de Nederlandse Noordzee tegen de grens van het Verenigd Koninkrijk aan, ten hoogte van Amsterdam en ligt op 58 km afstand van het plangebied. Het is een dynamisch zandig gebied. Het vormt een kenmerkende verhoging in de diepe zee; het hoogste punt van de Bruine Bank ligt op 16 m beneden zeeniveau. De algehele diepte varieert tussen de -16 en -50 m. Daarnaast tref je hier zandduinen aan die wel tot 20 m hoog kunnen worden vanaf de zeebodem. De Bruine Bank is aangewezen vanwege het voorkomen van 6 niet broedvogelsoorten (Bijlage A1.3).

4.2 KRM-gebieden

4.2.1 Friese Front

Conform het Noordzeeakkoord (hierna: NZA) ishet oostelijke KRM-gebied van het Friese Front uitgebreid met 101.400 ha. In het deel dat overlapt met het Vogelrichtlijn-gebied Friese Front is een verbod in werking getreden op alle vormen van visserij. Naast de uitbreiding van gebieden is één van de maatregelen uit het NZA het aanwijzen van een gebied voor oesterherstel ter grootte van 10.000 ha binnen de *no fishery zone* op het Friese Front. In Figuur 4-1 zijn de aangewezen oesterherstelgebieden in het Friese Front weergegeven. De maatregel draagt bij aan het behalen van milieudoel D6T5 (Terugkeer en herstel van biogene riffen, waaronder platte-oesterbanken).



Figuur 4-1. Oesterherstelgebieden in het Friese Front. A. en B: Oesterherstelgebieden van elk 50 km^2, C. en D: Pilotgebieden oesterherstel, E: Onderzoek naar impact van bodemberoering.

4.3 Beschermde soorten

Tabel 4-1 beschrijft de beschermde soorten die mogelijk in en rondom het plangebied voorkomen en een effect kunnen ondervinden van het initiatief. Ook is per soort aangegeven of ze daadwerkelijk aanwezig zijn in het plangebied en onder welke beschermingsregime ze vallen. Een uitgebreidere beschrijving van de beschermde soorten is opgenomen in bijlage A2.

Tabel 4-1. Samenvatting relevante beschermde soorten voor effectbeoordeling. Kans van voorkomen is bepaald op basis van de meest recente verspreidingsgegevens (van Bemmelen et al., 2024).

Soortgroep	Mogelijk voorkomende soorten	Mogelijk aanwezig?	Kans van voorkomen	Beschermingsregime Bal	
				Natura 2000	*Flora en fauna*
Niet-broedvogels			Groot/Frequent		
	Alk		Incidenteel/Periodiek		
			Klein/Sporadisch		
	N		Klein/Sporadisch		
	Drieteenmeeuw		Groot/Frequent		
	Aalscholver				
	Eidereend				
	Bergeend				
	k bontbekplevier, zilverplevier, k c k r steenloper				
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		

Soortgroep	Mogelijk voorkomende soorten	Mogelijk aanwezig?	Kans van voorkomen	Beschermingsregime Bal	
				Natura 2000	*Flora en fauna*
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		
Trekvogels			Klein/Sporadisch		
Vleermuizen			Klein/Sporadisch		
			Klein/Sporadisch		

5 Voortoets – Beschrijving van de effecten

5.1 Inleiding en methodiek

In de Voortoets worden allereerst de verstoringsfactoren die een activiteit kan hebben op soortgroepen globaal beschreven. Vervolgens worden per verstoringsfactor de mogelijke effecten per soortgroep beschreven en wordt aangegeven of significante effecten wel of niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hierbij wordt uitgegaan van een worst case scenario waarbij maximale effecten zijn beschouwd. Als significante effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten, worden de effecten nader beoordeeld in de Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling) en/of in de Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets).

De effectenindicator[4] geeft een overzicht van mogelijke effecten op beschermde habitats en/of soorten. Op basis van de effectindicator voor offshore windturbines en de natuurgebieden op de Noordzee en Tamis et al. (2011) zijn de volgende storingsfactoren van toepassing op de voorgenomen activiteit:

- Verstoring door aanwezigheid. De windturbines kunnen een barrière vormen voor doortrekkende vogel- en vleermuissoorten. Hierdoor kan het gedrag van bepaalde soorten tijdelijk of permanent verstoord worden;
- Aanvaringen met windturbines. De aanwezigheid van windturbines kan leiden tot aanvaringen met doortrekkende of foeragerende vogel- en vleermuissoorten.

Omdat de turbines bovenwater operationeel zullen zijn, geen trillingen veroorzaken die via het platform doorwerken op de zeebodem en geen emissies veroorzaken, zijn effecten van de turbines op: habitattypen, bodemdieren, vissen en zeezoogdieren op voorhand uitgesloten. Deze natuurwaarden zullen daarom ook niet verder besproken worden in deze voortoets.

De installatie van de windturbines op de Aramis platforms veroorzaakt enkel additionele milieueffecten tijdens de **operationele fase** van het Aramis initiatief. De mogelijke milieueffecten van de windturbines tijdens de **aanleg-** en **boorfase** zijn reeds beoordeeld in de Ecologische Effectbeoordeling voor de aanleg van de platforms en de transportinfrastructuur[5, 6]. De reden hiervoor is dat de turbines tijdens de constructie van de platforms op land geïnstalleerd worden.

5.2 Verstoring door aanwezigheid

Doordat de turbines boven het platform uitsteken zullen ze in de **operationele fase** verstoring veroorzaken door hun aanwezigheid. Het risico bestaat dat de windturbines een barrière zullen vormen voor vogels en vleermuizen. Dit houdt in dat de diersoorten door de windturbineopstelling hun foerageer- of rustgebied moeilijker kunnen bereiken en mogelijk van hun trekroutes moeten afwijken of hun foerageergedrag moeten aanpassen. Een langdurige verstoring door de windturbines kan (permanente) verplaatsing van soorten tot gevolg hebben. De verwachting is dat de ashoogtes van de turbines variëren tussen 39 en 50 m boven het zeeniveau. Hierdoor kunnen zij ter hoogte zijn van de vlieghoogtes van verschillende vogel- en (mogelijk ook) vleermuissoorten. De mate van verstoring is per soort verschillend en wordt met name bepaald door de vlieghoogte en de wendbaarheid van de soort (Johnston et al., 2014) maar ook door technische specificaties van de turbines zoals het formaat en de mogelijke uitstraling van licht en geluid.

[4] *Beschermde natuur in Nederland (alterra.nl)*
[5] *MER-Bijlage 5. Passende beoordeling zeegebieden – F1*
[6] *MER-Bijlage 8. Natuurtoets Soorten – F1*

Conclusie
De aanwezigheid van de windturbines op de platforms kunnen een barrière vormen die vogels en vleermuizen moeten ontwijken tijdens hun doortrek- of foerageertochten. Significant negatieve effecten op vogels en vleermuizen door de aanwezigheid van de windturbines kunnen niet op voorhand worden uitgesloten.

5.3 Aanvaringen met windturbines

De aanwezigheid van de windturbines verhoogt de kans dat er rondom de platforms slachtoffers vallen onder migrerende vogels en vleermuizen doordat ze in aanvaring komen met de turbinemast en -rotor. De turbines vormen daarmee een additioneel obstakel die de soorten ook moeten ontwijken op hun doortrek- of foerageertocht.

Een van de belangrijkste nadelige effecten van windturbines op zeevogels wordt toegeschreven aan mortaliteit als gevolg van aanvaringen (Galparsoro et al., 2022). De grootte van het aanvaringsrisico wordt bepaald door een combinatie van eigenschappen van zowel de turbines (e.g. hoogte, rotorsnelheid, rotoroppervlak) als de diersoorten (e.g. vlieghoogte, wendbaarheid, vliegsnelheid). Hier is, voor grote windparken, onderzoek naar gedaan in het KEC 4.0 (Potiek et al., 2022). Daarbij komt dat offshore structuren een aantrekkende werking hebben op vogels (Dierschke et al., 2016) en vleermuizen (Solick & Newman, 2021). De structuren worden bijvoorbeeld gebruikt als broed- of uitrustplaatsen.

Naast het feit dat vleermuizen slachtoffers kunnen worden door fysiek contact met de turbine, kunnen vleermuizen ook sneuvelen door barotrauma (Baerwald et al., 2008); een plotseling verschil in luchtdruk als gevolg van de rotorbeweging dat kan resulteren in fataal inwendig letsel aan de luchtwegen van vleermuizen.

Conclusie
Het aanvaringsrisico van vogels en vleermuizen met de windturbines verschilt sterk per soort en formaat van de turbines. Om deze reden moet op basis van ecologische eigenschappen en technische specificaties beoordeeld worden hoe groot het risico daadwerkelijk is en welke soorten hier het meest kwetsbaar voor zijn. Significant negatieve effecten als gevolg van aanvaringen van vogels en vleermuizen met de turbines kunnen niet op voorhand uitgesloten worden.

5.4 Samenvatting

In de voorgaande paragrafen zijn mogelijke effecten, verstoringen en de omvang daarvan als gevolg van de geplande werkzaamheden beschreven. Tabel 5-1 geeft weer of significante effecten van de verstoringsfactoren op de relevante natuurwaarde (soortgroep of Natura 2000-gebied) op voorhand kunnen worden uitgesloten (-) of niet (✓). Ook is aangegeven (●) of de mogelijke significante effecten nader beoordeeld moeten worden in de Effectbeoordeling Natura 2000 (H6) of in de Effectbeoordeling Flora en Fauna (H7). De cumulatieve effecten worden beoordeeld in H9.

Tabel 5-1. Overzicht van relevante storingsfactoren per soortgroep. Hierbij is onderscheid gemaakt in of significante effecten op de relevante natuurwaarde op voorhand uitgesloten kan worden (-) of niet (✓). In de laatste twee kolommen is aangegeven (●) dat significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en dat de effecten nader beoordeeld worden in de Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling) (H6) of Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets) (H7).

	Habitattypen	Vissen	Zeezoogdieren	Vogels	Vleermuizen	Bodemdieren	Haaien en roggen	Friese Front	Noordzeekustzone	Bruine bank	Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)	Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)
Verstoring door aanwezigheid												
Verstoring van vliegroutes	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	●	●
Aanvaringen met windturbines	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	●	●

6 Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)

6.1 Inleiding en methodiek

Deze Effectbeoordeling Natura 2000 is opgesteld om te beoordelen of en in welke mate er sprake is van significant negatieve effecten voor de instandhoudingsdoelstellingen van de relevante Natura 2000 gebieden. Deze negatieve effecten kunnen het gevolg zijn van de verstoringsfactoren waarvan in de Voortoets is geconcludeerd dat significante effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Eerst worden de gebieden besproken waar onderhavig voornemen een direct effect op hebben. Dit zijn de Natura 2000-gebieden het Friese Front en (via externe werking) de Noordzeekustzone en de Bruine Bank. De paragrafen over de Natura 2000-gebieden beginnen met een overzicht van de relevante habitattypen en soorten en de bijbehorende doelstellingen. Ook is de landelijke SvI opgenomen, wat aangeeft hoe het in Nederland met dit habitattype of deze soort gaat. De mogelijke effecten op de instandhoudingsdoelstellingen zijn zoveel mogelijk kwantitatief beoordeeld.

Deze effectbeoordeling is gedaan op basis van een vergelijking tussen een referentiesituatie en de situatie voor het Aramis-initiatief. De referentiesituatie is een offshore platform dat niet is uitgerust met windturbines. Op deze manier kan eenvoudig beoordeeld worden of de plaatsing van turbines boven op het platform zal leiden tot additionele effecten.

Het Avian Stochastic Collision Risk Model (hierna: CRM) is gebruikt om te berekenen hoeveel aanvaringsslachtoffers mogelijk veroorzaakt worden door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms. Aan het CRM zijn vijf vrijwaringen verbonden:

1. **Data limitatie**: er bestaat een grote leemte in de beschikbare data. Een best mogelijke benadering is gemaakt op basis van soortgelijke scenario's.
2. **Biologische hypothese**: de resultaten zijn geloofwaardig omdat ze goed overeenkomen met de biologische hypothese.
3. **Onzekerheden over de input data**: Het is nog onbekend hoe de onzekerheden in de input data de resultaten beïnvloeden.
4. **Dichtheden van vogelpopulaties**: Deze dichtheden zijn niet alleen gebaseerd op vliegende vogels (in-flight data) maar op de hele vogelpopulatie van de specifieke soorten.
5. **Worst-case aannames**: voor elke optie van het model is de worst-case situatie gekozen om met zo veel mogelijk zekerheid de maximale impact van het voornemen inzichtelijk te maken.

De volledige handleiding van het CRM is terug te vinden in Bijlage A4.

Wanneer in de beoordeling wordt geconcludeerd dat het optreden van een significant effect niet kan worden uitgesloten worden er mitigerende maatregelen beschreven en wordt bepaald of een significant effect met uitvoering van de maatregelen kan worden voorkomen.

6.2 Het Friese Front

Het Friese Front is aangewezen voor het voorkomen van de volgende vogelrichtlijnsoort: de zeekoet. De instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten zijn gericht op behoud van de populatie en behoud van de omvang en kwaliteit van het leefgebied (Tabel 6-1 en A1.1).

Tabel 6-1. Instandhoudingsdoelstellingen Friese Front waarvoor op voorhand significante effecten niet kunnen worden uitgesloten. Landelijke staat van instandhouding (SvI): + gunstig, - matig ongunstig, -- zeer ongunstig. Doelstellingen: = behoud, > uitbreiding/verbetering.

	Landelijke SVI	Doelstelling oppervlak	Doelstelling kwaliteit	Doelstelling populatie
Niet-broedvogelsoorten				
A199 – Zeekoet	+	=	=	=

Voor de zeekoet worden de effecten van verstoring door aanwezigheid van de windturbines en het aanvaringsrisico nader beoordeeld.

6.2.1 Zeekoet

De landelijke SvI van de zeekoet is gunstig. De instandhoudingsdoelstelling voor de zeekoet in het Natura 2000-gebied Friese Front is gesteld op behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatieomvang.

Verstoring door aanwezigheid
Zeekoeten worden op de Noordzee beschouwd als lokaal foeragerende zeevogels (Krijgsveld et al., 2011). Ze vliegen gemiddeld op 12 m hoogte boven zeeniveau (Jongbloed, 2016; Krijgsveld et al., 2005) en bijna nooit (<1% van de waarnemingen) hoger dan 20 m boven zeeniveau (Johnston et al., 2014). Uit onderzoek blijkt echter wel dat zeekoeten op offshore infrastructuur broeden en uitrusten. Tijdens een monitoring van één platform in de zuidelijke Noordzee zijn naar schatting 100 broedende zeekoeten waargenomen op het platform (Outer Dowsing Offshore Wind, 2024). De monitoring is echter niet lang genoeg doorgegaan om het broedsucces te kunnen bepalen. Ook is de verhouding tussen het aantal vogels dat aangetrokken en afgeschrikt wordt onbekend waardoor er geen uitspraak gedaan kan worden over het netto verstoringsniveau. Zeekoeten zijn alleen broedend en rustend waargenomen op de lagere delen en aan de randen van de offshore structuren, niet op de dekken.

De ashoogte van de turbines staat ruim boven de gemiddelde vlieghoogte van de zeekoet en de turbines zijn relatief kleine objecten in verhouding tot de platforms. De bewegende rotors van de turbines zullen het grootste gevaar vormen voor zeekoeten. Echter, het grootste gedeelte van het rotoroppervlak bevindt zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). De zeekoet zal dus zeer waarschijnlijk de turbines niet als losstaand objecten zien dat ontweken moeten worden maar eerder het platform als geheel ontwijken.

Door deze feiten wordt de kans verwaarloosbaar klein geacht dat de aanwezigheid van de turbines op de platforms het vlieggedrag van de zeekoet significant zal gaan verstoren.

Aanvaringen met windturbines
De kans bestaat echter dat zeekoeten tijdens het foerageren neerstrijken op de platforms om uit te rusten. Zowel bij aankomst als vertrek lopen de zeekoeten de kans om in aanvaring te komen met de turbinemast of -rotor. Gezien het feit dat de turbines zich op geruime hoogte (minimaal 27 m) boven de gemiddelde vlieghoogte van de zeekoet bevinden, is het niet aannemelijk dat de soort ter hoogte van de turbines op de platforms zal neerstrijken maar op lagergelegen delen van de platforms.

Daarbij komt dat het worst-case rotoroppervlak van de turbines op één platform 73,9 m^2 (3 x 24,6 m^2) is. Het rotoroppervlak van alle turbines op alle vier de platforms bij elkaar opgeteld is 295,6 m^2 (4 x 73,9). Ter illustratie, dit is slechts 0,000136% van het rotoroppervlak van het meest recent geïnstalleerde windpark Hollandse Kust Noord (69 x 31.415,9 m^2). Dit resulteert erin dat, zeker wanneer de ashoogte van de turbines

ook in beschouwing genomen wordt, het aanvaringsrisico voor zeekoeten laag is. Het exacte aanvaringsrisico van de soort wordt besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Het CRM heeft het aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder zeekoeten berekend (Tabel 6-2). Het aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elk platform onder de 0,010 individuen per jaar. Hiermee wordt het ORNIS-criterium niet overschreden.

Tabel 6-2. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder zeekoeten.

Platform	Verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per jaar (μ ± SD)
D-HUBN	0,010 ± 0,019
Platform K14-FA	0,005 ± 0,011
Platform L4-A	0,007 ± 0,013
Platform L10-R	0,005 ± 0,011
Totaal	0,027 ± 0,014

μ = populatiegemiddelde, SD = standaarddeviatie

Conclusie
Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de zeekoet in het Friese Front door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten. Er zijn voor deze soort geen mitigerende maatregelen nodig.

6.3 De Noordzeekustzone

Een overzicht van alle instandhoudingsdoelstellingen van de Noordzeekustzone is opgenomen in Bijlage A1.2. In Tabel 6-3 zijn de instandhoudingsdoelstellingen opgenomen van de soorten waarvoor een effectbeoordeling wordt uitgevoerd in deze Effectbeoordeling Natura 2000-gebieden.

Tabel 6-3. Instandhoudingsdoelstellingen Noordzeekustzone waarvoor op voorhand significante effecten niet kunnen worden uitgesloten. Landelijke staat van instandhouding (SvI): + gunstig, - matig ongunstig, -- zeer ongunstig. Doelstellingen: = behoud, > uitbreiding/verbetering.

	Landelijke SvI	Doelstelling oppervlak	Doelstelling Kwaliteit	Doelstelling populatie
Niet-broedvogelsoorten				
A001 - Roodkeelduiker	-	=	=	=
A177 - Dwergmeeuw	-	=	=	=

Voor de roodkeelduiker (*Gavia stellata*) en dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) worden de effecten van verstoring door aanwezigheid van de windturbines en het aanvaringsrisico nader beoordeeld.

6.3.1 Roodkeelduiker

De landelijke SvI van de roodkeelduiker is matig ongunstig. De instandhoudingsdoelstelling voor de roodkeelduiker in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is gesteld op behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatieomvang.

Verstoring door aanwezigheid
Roodkeelduikers komen voornamelijk voor in de kustzone. Enkel in de winter en het voorjaar worden exemplaren ook nabij het Friese Front waargenomen. In de zomer komen roodkeelduikers niet voor in het plangebied (van Bemmelen et al., 2024). Roodkeelduikers vliegen gemiddeld op 19 m hoogte boven zeeniveau (Krijgsveld et al., 2005) en bijna nooit (<7% van de waarnemingen) hoger dan 20 m boven zeeniveau (Johnston et al., 2014; Jongbloed, 2016). Van roodkeelduikers is bekend dat ze offshore structuren sterk vermijden omdat ze over het algemeen erg gevoelig zijn voor antropogene verstoringen (Dierschke et al., 2016; Fliessbach et al., 2019; Heinänen et al., 2020). Roodkeelduikers zullen dit gedrag ook laten zien rondom de platforms, en in het verlengde daarvan de turbines. Echter is het onwaarschijnlijk dat de turbines de hoofdreden zullen zijn van de verstoringseffecten die teweeg worden gebracht bij de roodkeelduiker. De turbines vinden zich namelijk ruim (>20 m) boven de gemiddelde vlieghoogte van de roodkeelduiker en de platforms zullen ook veel meer opvallen omdat deze in verhouding veel groter zijn dan de turbines.

De bewegende rotors van de turbines zullen het grootste gevaar vormen voor roodkeelduiker. Echter, het grootste gedeelte van het rotoroppervlak bevindt zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). Het is daardoor ook niet aannemelijk dat de roodkeelduiker de turbines als losstaand objecten zal zien dat ontweken moeten worden maar eerder het platform als geheel zal waarnemen en ontwijken. Daarnaast, gezien het feit dat roodkeelduikers offshore structuren over het algemeen al sterk vermijden (Allen et al., 2020), bestaat het vermoeden niet dat de beweging van de rotors significant zullen bijdragen aan het verstorende effect dat de platforms reeds teweeg hebben gebracht.

Door deze aanwijzingen wordt de kans verwaarloosbaar klein geacht dat de aanwezigheid van de turbines op de platforms het vlieggedrag van de roodkeelduiker significant zal gaan verstoren.

Aanvaringen met windturbines
De kans is naar verwachting verwaarloosbaar klein dat roodkeelduikers tijdens hun incidentele foerageertochten in het plangebied neerstrijken op de platforms om uit te rusten. Roodkeelduikers zullen namelijk bijna altijd uitrusten op het water omdat ze door hun lichaamsbouw tamelijk onbeholpen lopen (Vogelwerkgroep Meijendel, n.d.). Dit onderdeel van hun ecologie, in combinatie met de hoogte van de turbines, resulteert in een verwaarloosbaar laag aanvaringsrisico voor roodkeelduikers. Het exacte aanvaringsrisico van de soort wordt besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Het CRM heeft het aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder roodkeelduikers berekend (Tabel 6-2). Het aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elk platform onder de 0,001 individuen per jaar. Hiermee wordt het ORNIS-criterium niet overschreden.

Tabel 6-4. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder roodkeelduikers.

Platform	Verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per jaar (μ ± SD)
D-HUBN	0,000 ± 0,000
Platform K14-FA	0,001 ± 0,001
Platform L4-A	0,000 ± 0,000
Platform L10-R	0,000 ± 0,001
Totaal	0,001 ± 0,001

μ = populatiegemiddelde, SD = standaarddeviatie

Conclusie
Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de roodkeelduiker in de Noordzeekustzone door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten. Er zijn voor deze soort geen mitigerende maatregelen nodig.

6.3.2 Dwergmeeuw

De landelijke SvI van de dwergmeeuw is matig ongunstig. De instandhoudingsdoelstelling voor de dwergmeeuw in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is gesteld op behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatieomvang.

Verstoring door aanwezigheid
Dwergmeeuwen komen zowel op het Nederlands Continentaal Plat (hierna: NCP) als de kustzone voor. Van november tot februari breidt het verspreidingsgebied zich uit richting het zuidelijke deel van het NCP. Na februari reduceert het verspreidingsgebied weer tot de ruime kustzone, voornamelijk in Noord-Holland en Zeeland (van Bemmelen et al., 2024). Meeuwen vliegen gemiddeld op 35 m hoogte boven zeeniveau (Krijgsveld et al., 2005). Dwergmeeuwen werden echter slechts soms (<15% van de waarnemingen) hoger dan 20 m boven zeeniveau gezien (Johnston et al., 2014; Jongbloed, 2016). Van de dwergmeeuw is bekend dat ze aangetrokken worden tot offshore structuren (Krijgsveld, 2014). Rondom deze structuren worden ze het vaakst tussen de 15 en 18 m boven zeeniveau waargenomen (Mendel et al., 2014). De verhouding tussen het aantal vogels dat aangetrokken en afgeschrikt wordt, is onbekend waardoor er geen uitspraak gedaan kan worden over het netto verstoringsniveau.

De ashoogte van de turbines bevindt zich ruim boven de gemiddelde vlieghoogte van de dwergmeeuw en de turbines zijn slechts kleine objecten in verhouding tot de platforms. De bewegende rotors van de turbines zullen het grootste gevaar vormen voor dwergmeeuwen. Het grootste gedeelte van het rotoroppervlak bevindt zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). Naar verwachting zal de dwergmeeuw de turbines niet als losstaand objecten zien die ontweken moeten worden maar het platform als geheel beschouwen. Op basis hiervan bestaat het vermoeden dat dwergmeeuwen hoofdzakelijk zullen reageren op de aanwezigheid van het platform ongeacht of er turbines bovenop aanwezig zijn.

Daarnaast zijn dwergmeeuwen ook niet heel gevoelig voor verstoring door beweging dus ze zullen zeer waarschijnlijk niet afgeschrikt worden door de bewegende rotors (Fliessbach et al., 2019).

Deze feiten maken het hoogst onwaarschijnlijk dat de aanwezigheid van de turbines op de platforms het vlieggedrag van de dwergmeeuw significant zal gaan verstoren.

Aanvaringen met windturbines
De kans bestaat echter dat dwergmeeuwen tijdens hun incidentele bezoeken aan het plangebied om te foerageren of tijdens de doortrek neerstrijken op de platforms om uit te rusten. Zowel bij aankomst als vertrek lopen de dwergmeeuwen de kans om in aanvaring te komen met de turbinemast of -rotor. Omdat dwergmeeuwen niet vaak hoger dan 20 m boven zeeniveau gezien worden en omdat de turbines zich op geruime hoogte (minimaal 21 m) boven de vaakst voorkomende vlieghoogte van de dwergmeeuw bevinden, is het niet aannemelijk dat de soort ter hoogte van de turbines op de platforms zal neerstrijken maar op lagergelegen delen van de platforms. Dit resulteert in een laag aanvaringsrisico voor dwergmeeuwen. Het exacte aanvaringsrisico van de soort wordt besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Het CRM heeft het aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder dwergmeeuwen berekend (Tabel 6-5Tabel 6-2). Het aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elk platform op 0,00 individuen per jaar. Hiermee wordt het ORNIS-criterium niet overschreden.

Tabel 6-5. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder dwergmeeuwen.

Platform	Verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per jaar (μ ± SD)
D-HUBN	0,000 ± 0,000
Platform K14-FA	0,000 ± 0,000
Platform L4-A	0,000 ± 0,000
Platform L10-R	0,000 ± 0,000
Totaal	0,000 ± 0,000

μ = populatiegemiddelde, SD = standaarddeviatie

Conclusie
Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de dwergmeeuw in de Noordzeekustzone door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten. Er zijn voor deze soort geen mitigerende maatregelen nodig.

6.4 Bruine Bank

Een overzicht van alle instandhoudingsdoelstellingen van de Bruine Bank is opgenomen in Bijlage A1.2. In Tabel 6-6 zijn de instandhoudingsdoelstellingen opgenomen van de soorten waarvoor een effectbeoordeling wordt uitgevoerd in deze Effectbeoordeling Natura 2000-gebieden. De dwergmeeuw en de zeekoet zijn reeds beoordeeld bij de Natura 2000-gebieden Friese Front en Noordzeekustzone. Om die reden wordt voor Natura 2000-gebied Bruine Bank enkel nog de Jan-van-gent (*Morus bassanus*) en de grote mantelmeeuw (*Larus marinus*) beoordeeld.

Tabel 6-6. Instandhoudingsdoelstellingen Bruine Bank waarvoor op voorhand significante effecten niet kunnen worden uitgesloten. Landelijke staat van instandhouding (SvI): + gunstig, - matig ongunstig, -- zeer ongunstig. Doelstellingen: = behoud, > uitbreiding/verbetering.

	Landelijke SvI	Doelstelling oppervlak	Doelstelling kwaliteit	Doelstelling populatie
Niet-broedvogelsoorten				
Jan-van-gent	+	=	=	=
Dwergmeeuw	+	=	=	=
Grote mantelmeeuw	--	=	=	=
Zeekoet	+	=	=	=

Voor de jan-van-gent en de grote mantelmeeuw worden de effecten van verstoring door aanwezigheid van de windturbines en het aanvaringsrisico nader beoordeeld. Dit is in voorgaande paragrafen al gebeurd voor de dwergmeeuw en de zeekoet.

6.4.1 Jan-van-gent

De landelijke SvI van de jan-van-gent is gunstig. De instandhoudingsdoelstelling voor de jan-van-gent in het Natura 2000-gebied Bruine Bank is gesteld op behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatieomvang.

Verstoring door aanwezigheid

Jan-van-genten zijn veel te vinden langs de gehele Nederlandse kust en komen vooral in de zomer en het najaar voor op het NCP (van Bemmelen et al., 2024). Jan-van-genten worden soms (<15% van de waarnemingen) hoger dan 20 m boven zeeniveau gezien (Johnston et al., 2014; Jongbloed, 2016). Van jan-van-genten is verder bekend dat ze offshore structuren zoals windparken sterk vermijden (Leemans et al., 2022). De verhouding tussen het aantal vogels dat aangetrokken en afgeschrikt wordt, is onbekend waardoor er geen uitspraak gedaan kan worden over het netto verstoringsniveau.

De ashoogte van de turbines bevindt zich ruim boven de gemiddelde vlieghoogte van de jan-van-gent en de turbines zijn slechts kleine objecten in verhouding tot de platforms. De bewegende rotors van de turbines zullen het grootste gevaar vormen voor jan-van-genten. Echter, het grootste gedeelte van het rotoroppervlak bevindt zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). De jan-van-gent zal daardoor dus zeer waarschijnlijk de turbines niet als losstaande objecten zien die ontweken moeten worden maar eerder het platform als geheel beschouwen. Op basis hiervan bestaat het vermoeden dat jan-van-genten hoofdzakelijk zullen reageren op de aanwezigheid van het platform ongeacht of er turbines bovenop aanwezig zijn.

Om deze redenen bestaat het vermoeden dat de aanwezigheid van de windturbines op de platforms het vlieggedrag van de jan-van-gent niet significant zal beïnvloeden.

Aanvaringen met windturbines

De kans bestaat echter altijd dat jan-van-genten tijdens hun bezoeken aan het plangebied om te foerageren of tijdens de doortrek door het rotoroppervlak heen vliegen en dus in aanvaring kunnen komen met de turbinemast of -rotor.

Het worst-case rotoroppervlak van de turbines op één platform is 73,9 m^2 (3 x 24,6 m^2). Het rotoroppervlak van alle turbines op alle platforms bij elkaar opgeteld is 295,6 m^2 (4 x 73,9). Ter illustratie, dit is slechts 0,000136% van het rotoroppervlak van het meest recent geïnstalleerde windpark Hollandse Kust Noord (69

x 31.415,9 m^2). Dit resulteert in een laag aanvaringsrisico voor de jan-van-gent. Het exacte aanvaringsrisico van de soort wordt besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Het CRM heeft het aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder jan-van-genten berekend (Tabel 6-7). Het aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elk platform onder de 0,018 individuen per jaar. Hiermee wordt het ORNIS-criterium niet overschreden.

Tabel 6-7. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder jan-van-genten.

Platform	Verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per jaar (μ ± SD)
D-HUBN	0,018 ± 0,011
Platform K14-FA	0,006 ± 0,004
Platform L4-A	0,007 ± 0,004
Platform L10-R	0,007 ± 0,004
Totaal	0,038 ± 0,007

μ = populatiegemiddelde, SD = standaarddeviatie

Conclusie
Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de jan-van-gent in de Bruine Bank door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten. Er zijn voor deze soort geen mitigerende maatregelen nodig.

6.4.2 Grote mantelmeeuw

De landelijke SvI van de grote mantelmeeuw is zeer ongunstig. De instandhoudingsdoelstelling voor de grote mantelmeeuw in het Natura 2000-gebied Bruine Bank is gesteld op behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatieomvang.

Verstoring door aanwezigheid
Grote mantelmeeuwen zijn veel te vinden voor de kust van Zeeland en komen incidenteel op het NCP voor. In augustus en januari zijn grote mantelmeeuwen vaker te vinden op het NCP maar in het voorjaar zijn ze niet waargenomen (van Bemmelen et al., 2024). Meeuwen vliegen gemiddeld op 35 m hoogte boven zeeniveau (Krijgsveld et al., 2005). Grote mantelmeeuwen worden regelmatig (<35% van de waarnemingen) hoger dan 20 m boven zeeniveau gezien (Johnston et al., 2014; Jongbloed, 2016). Van grote mantelmeeuwen is verder bekend dat ze offshore structuren zoals turbinefunderingen en transformatiestations gebruiken om te rusten (Leopold & Verdaat, 2018). De verhouding tussen het aantal vogels dat aangetrokken en afgeschrikt wordt, is onbekend waardoor er geen uitspraak gedaan kan worden over het netto verstoringsniveau.

De ashoogte van de turbines bevindt zich op doortrekhoogte van de grote mantelmeeuw. De bewegende rotors van de turbines zullen het grootste gevaar vormen voor grote mantelmeeuwen. Echter, het grootste gedeelte van het rotoroppervlak bevindt zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). Daarnaast zijn de turbines slechts kleine objecten in verhouding tot de platforms. De grote mantelmeeuw zal daardoor dus zeer waarschijnlijk de turbines niet als losstaand objecten zien die ontweken moeten worden maar eerder het platform als geheel beschouwen. Op basis hiervan bestaat het vermoeden dat grote mantelmeeuwen hoofdzakelijk zullen reageren op de aanwezigheid van het platform ongeacht of er turbines bovenop aanwezig zijn.

Daarbij komt dat grote mantelmeeuwen ook niet heel gevoelig zijn voor verstoring door beweging dus ze zullen zeer waarschijnlijk niet afgeschrikt worden door de bewegende rotors (Fliessbach et al., 2019).

Deze feiten maken het hoogst onwaarschijnlijk dat de aanwezigheid van de turbines op de platforms het vlieggedrag van de grote mantelmeeuw significant zal gaan verstoren.

Aanvaringen met windturbines
De kans bestaat echter dat grote mantelmeeuwen tijdens hun incidentele bezoeken aan het plangebied om te foerageren of tijdens de doortrek neerstrijken op de platforms om uit te rusten. Zowel bij aankomst als vertrek lopen de grote mantelmeeuwen dan kans om in aanvaring te komen met de turbinemast of -rotor.

Het worst-case rotoroppervlak van de turbines op één platform is 73,9 m^2 (3 x 24,6 m^2). Het rotoroppervlak van alle turbines op alle platforms bij elkaar opgeteld is 295,6 m^2 (4 x 73,9). Ter illustratie, dit is slechts 0,000136% van het rotoroppervlak van het meest recent geïnstalleerde windpark Hollandse Kust Noord (69 x 31.415,9 m^2). Dit resulteert in een laag aanvaringsrisico voor de grote mantelmeeuw. Het exacte aanvaringsrisico van de soort wordt besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Het CRM heeft het aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder grote mantelmeeuwen berekend (Tabel 6-8). Het aantal aanvaringsslachtoffers ligt voor elk platform onder de 0,012 individuen per jaar. Hiermee wordt het ORNIS-criterium niet overschreden.

Tabel 6-8. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder grote mantelmeeuwen.

Platform	Verwachte aantal aanvaringsslachtoffers per jaar (μ ± SD)
D-HUBN	0,003 ± 0,001
Platform K14-FA	0,008 ± 0,002
Platform L4-A	0,012 ± 0,006
Platform L10-R	0,006 ± 0,002
Totaal	0,029 ± 0,003

μ = populatiegemiddelde, SD = standaarddeviatie

Conclusie
Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de grote mantelmeeuw in de Bruine Bank door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten. Er zijn voor deze soort geen mitigerende maatregelen nodig.

6.5 Conclusie Effectbeoordeling Natura 2000

Significant negatieve effecten op de relevante instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden het Friese Front, de Noordzeekustzone en de Bruine Bank door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten.

Voor de voorgenomen activiteit hoeft geen Omgevingsvergunning voor een Natura 2000-activiteit aangevraagd worden.

7 Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)

7.1 Inleiding en methodiek

Deze Effectbeoordeling Flora & Fauna is opgesteld om te beoordelen of er schadelijke handelingen op beschermde soorten verricht gaan worden en of hierdoor de gunstige SvI van een soort in het geding is. Dit wordt een *Soortentoets* genoemd.

Uit de effectbeschrijving in hoofdstuk 5 blijkt dat voor een aantal soorten effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten, het gaat daarbij om de effecten van de aanwezigheid van de windturbines en het aanvaringsrisico op vogels en vleermuizen. In de volgende paragrafen wordt nader onderzocht of de SvI van soorten in het geding komt en/of er sprake is van schadelijke handelingen. Als dit het geval is, worden er mitigerende maatregelen beschreven en wordt bepaald of het effect met uitvoering van de maatregel kan worden voorkomen (hoofdstuk 8).

Deze effectbeoordeling is gedaan op basis van een vergelijking tussen een referentiesituatie en de situatie voor het Aramis-initiatief. De referentiesituatie is een offshore platform dat niet is uitgerust met windturbines. Op deze manier kan eenvoudig beoordeeld worden of de plaatsing van turbines boven op het platform zal leiden tot additionele effecten.

Een CRM is gebruikt om te berekenen hoeveel aanvaringsslachtoffers mogelijk veroorzaakt worden door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms. Aan het CRM zijn vijf vrijwaringen verbonden:

1. **Data limitatie**: er bestaat een grote leemte in de beschikbare data. Een best mogelijke benadering is gemaakt op basis van soortgelijke scenario's.
2. **Biologische hypothese**: de resultaten zijn geloofwaardig omdat ze goed overeenkomen met de biologische hypothese.
3. **Onzekerheden over de input data**: het is nog onbekend hoe de onzekerheden in de input data de resultaten beïnvloeden.
4. **Dichtheden van vogelpopulaties**: deze dichtheden zijn niet alleen gebaseerd op vliegende vogels (in-flight data) maar op de hele vogelpopulatie van de specifieke soorten. Er is altijd gekozen voor de worst-case situatie, hierbij zijn aantallen altijd naar boven afgerond.
5. **Worst-case aannames**: voor elke optie van het model is de worst-case situatie gekozen om met zo veel mogelijk zekerheid de maximale impact van het voornemen inzichtelijk te maken.

De volledige handleiding van het CRM is terug te vinden in Bijlage A4.

7.2 Vogels

Op basis van verspreidingsgegevens uit van Bemmelen et al., 2024, is bepaald dat de roodkeelduiker, visdief (*Sterna hirundo*), dwergmeeuw, drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*), kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*), grote mantelmeeuw, zeekoet (*Uria aalge*), alk (*Alca torda*), grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), noordse stormvogel (*Fulmarus glacialis*) en zilvermeeuw (*Larus argentatus*) voor kunnen komen in of nabij het plangebied. Deze vogelsoorten zijn ofwel beschermd onder het soortendeel van de Ow (roodkeelduiker, visdief, dwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, grote stern, noordse stormvogel en zilvermeeuw) ofwel onder de Bern-conventie (drieteenmeeuw, zeekoet en alk). Voor de soorten die beschermd zijn onder de Ow is het verplicht om mogelijke effecten op deze soorten te toetsen in een

Effectbeoordeling Flora & Fauna. De reden hiervoor is om uit te sluiten of mogelijk artikel 11.37 lid 1 onder a van het Bal (zie hiervoor paragraaf 3.3) overtreden wordt doordat de kans bestaat dat er aanvaringslachtoffers kunnen vallen. Voor de soorten die beschermd zijn onder de Bern-conventie is het vanuit ecologisch perspectief wenselijk om mogelijke effecten op de vogelsoorten ten minste uit te sluiten. Mogelijke effecten op beide groepen vogels (wettelijke en niet-wettelijk beschermde soorten) worden daarom hieronder verder beschreven.

Voor de roodkeelduiker, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw en zeekoet is reeds een effectbeoordeling opgenomen in de Effectbeoordeling Natura 2000 (H6). In dit hoofdstuk zal dus enkel gefocust worden op de visdief, drieteenmeeuw, kleine mantelmeeuw, alk, grote stern, noordse stormvogel, zilvermeeuw en diverse soorten trekvogels waaronder zangvogels (hierna: de vogelsoorten) (Bijlage A3).

Verstoring door aanwezigheid
Bovengenoemde vogelsoorten kunnen tijdens hun doortrek- of foerageertochten verstoord worden door de aanwezigheid van de turbines boven op de platforms. De mate van verstoring verschilt per soort en is sterk afhankelijk van de vlieghoogte. De ashoogte van de turbines kan zich bevinden op de doortrekhoogte van vogelsoorten. De bewegende rotors van de turbines zullen hierbij het grootste gevaar vormen. Het aantal turbines is echter gering en ze zijn daarnaast ook nog van klein formaat (0,000136% van het meest recent gebouwde windpark). Ook bevindt het grootste gedeelte van het rotoroppervlak zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). Daarom is het onwaarschijnlijk dat deze turbines een onoverkomelijke barrière zullen vormen voor de vogelsoorten die doortrekken ter hoogte van de turbines.

In verhouding tot de platforms zijn de turbines slechts kleine objecten. De vogelsoorten zullen daardoor dus zeer waarschijnlijk de turbines niet als losstaande objecten zien die ontweken moeten worden maar eerder het platform als geheel beschouwen. Op basis hiervan bestaat het vermoeden dat de vogelsoorten hoofdzakelijk zullen reageren op de aanwezigheid van het platform ongeacht of er turbines bovenop aanwezig zijn.

Deze feiten maken het hoogst onwaarschijnlijk dat de aanwezigheid van de turbines op de platforms het vlieggedrag van deze vogelsoorten significant zal gaan verstoren.

Aanvaringen met windturbines
De kans bestaat echter dat de vogelsoorten tijdens hun bezoek aan het plangebied om te foerageren of tijdens de doortrek neerstrijken op de platforms om uit te rusten. Zowel bij aankomst als vertrek lopen deze vogelsoorten de kans om in aanvaring te komen met de turbinemast of -rotor.

Het worst-case rotoroppervlak van de turbines op één platform is 73,9 m^2 (3 x 24,6 m2). Het rotoroppervlak van alle turbines op alle platforms bij elkaar opgeteld is 295,6 m^2 (4 x 73,9). Ter illustratie, dit is slechts 0,000136% van het rotoroppervlak van het meest recent geïnstalleerde windpark Hollandse Kust Noord (69 x 31.415,9 m^2). Dit zal zeer waarschijnlijk resulteren in een laag aanvaringsrisico voor de vogelsoorten. Het exacte aanvaringsrisico wordt per soort besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Het CRM heeft het aantal aanvaringsslachtoffers per platform per jaar onder de vogelsoorten berekend (Tabel 7-1). Voor alle vogelsoorten blijven de voorspelde aantallen aanvaringsslachtoffers per locatie onder de 0,62 individuen. Hiermee wordt het ORNIS-criterium voor deze soorten niet overschreden.

Tabel 7-1. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers (μ ± SD) per platform per jaar onder vogels.

Vogelsoort	Platform				
	D HUBN	K14 FA	L4 A	L10 R	Totaal
Visdief	0,031 ± 0,012	0,033 ± 0,012	0,033 ± 0,011	0,033 ± 0,011	0,130 ± 0,012
Drieteenmeeuw	0,020 ± 0,006	0,039 ± 0,009	0,307 ± 0,182	0,028 ± 0,014	0,394 ± 0,091
Kleine mantelmeeuw	0,022 ± 0,009	0,174 ± 0,081	0,143 ± 0,072	0,077 ± 0,038	0,416 ± 0,058
Alk	0,002 ± 0,003	0,002 ± 0,004	0,002 ± 0,004	0,002 ± 0,002	0,008 ± 0,003
Grote stern	0,005 ± 0,003	0,105 ± 0,066	0,010 ± 0,007	0,063 ± 0,040	0,183 ± 0,039
Noordse stormvogel	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000
Zilvermeeuw	0,002 ± 0,001	0,252 ± 0,080	0,008 ± 0,003	0,042 ± 0,014	0,304 ± 0,041

μ = populatiegemiddelde, SD = standaarddeviatie

Trekvogels

Naast zeevogelsoorten is het ook belangrijk om trekvogels in acht te nemen. De Noordzee is niet de natuurlijke habitat van deze soorten. Tijdens de seizoensgebonden migratie steken ze de centrale en zuidelijke Noordzee over en kunnen ze in aanvaring komen met windturbines op zee. Aangezien de trekvogelsoorten de zee niet gebruiken om te rusten of te foerageren, kan hun voorkomen over het algemeen worden uitgedrukt als een rechte vlucht over de Noordzee tijdens hun seizoensgebonden migratie in het voor- en najaar.

De volgende acht soorten zijn geïdentificeerd in KEC 1.1 (Leopold et al., 2015) als prioritaire soorten:

- Kleine zwaan (Cygnus bewickii)
- Rotgans (Branta bernicla)
- Bergeend (Tadorna tadorna)
- Wulp (Numenius Arquata)
- Kanoet (Calidris canutus)
- Rosse grutto (*Limosa lapponica*)
- Zwarte stern (*Chlidonias niger*)
- Spreeuw (Sturnus vulgaris)

Er is geen systematische monitoring van trekvogels op zee en daarom zijn er geen locatie-specifieke offshore dichtheden of fluxen beschikbaar.

Voor het rapport KEC 4.0 (Potiek et al., 2022) is toch het aantal aanvaringsslachtoffers op zee benaderd. Om dit te berekenen, werd eerst de totale populatie van migrerende niet-zeevogels bepaald. Vervolgens werd geschat welk deel van deze vogels de Noordzee oversteekt. Deze schattingen waren gebaseerd op populatieschattingen en informatie over overwinteringsgebieden. Ten slotte werd aangenomen welk deel van de vogels op rotorhoogte zou vliegen.

Voor trekvogels werd het hoogste aantal aanvaringsslachtoffers geschat voor de spreeuw. Echter, door de grote populatieomvang van de spreeuw, was het sterftepercentage hoger voor andere trekvogelsoorten. Het sterftepercentage was het hoogst bij de wulp, rosse grutto en kanoet (respectievelijk 0,03%, 0,028% en 0,025%). Bij deze studie waren de sterftepercentages voor trekvogels duidelijk lager dan voor zeevogels. Dit komt waarschijnlijk doordat zeevogels het gebied intensiever en langer gebruiken en daardoor een hoger sterftecijfer hebben, terwijl trekvogels alleen tijdens hun seizoensgebonden migratie risico lopen op botsingen met offshore windparken.

Uit het KEC 4.0 blijkt dat de impact van grote windparken op trekvogels minder groot is dan op zeevogels. Daarom kunnen we aannemen dat dit ook voor de turbines op de platforms van het Aramis-initiatief zal gelden. Aangezien er voor zeevogels geen sprake was van schadelijke handelingen, wordt verwacht dat ook voor de trekvogels geen sprake zal zijn van schadelijke handelingen.

Conclusie
De SvI van deze vogelsoorten komt niet in het geding door de aanwezigheid van de windturbines boven op de platforms.

7.3 Vleermuizen

Vleermuizen kennen een sterke seizoenstrek. Van de ruige dwergvleermuis is bekend dat deze soort van het Europese vasteland naar de UK trekt en vice versa (Rijkswaterstaat, 2022). Zoals opgenomen in bijlage A2.2, kunnen deze soorten voorkomen in het plangebied. De ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*) en rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*) zijn beschermd onder het beschermingsregime van de habitatrichtlijnsoorten van het Bal (§11.2.3). Zoals opgenomen in bijlage A2.2, kunnen deze soorten voorkomen in het plangebied. Van de ruige dwergvleermuis is bekend dat deze soort van het Europese vasteland naar de UK trekt en vice versa (Rijkswaterstaat, 2022). Voor vleermuizen wordt mogelijk artikel 11.46 lid 1 onder a (zie hiervoor paragraaf 3.3) overtreden doordat de kans bestaat dat er aanvaringsslachtoffers kunnen vallen. Mogelijke effecten op deze twee vleermuissoorten worden daarom hieronder verder beschreven.

Verstoring door aanwezigheid
Tijdens de seizoenstrek passeren vleermuizen offshore platforms die ze eventueel kunnen gebruiken als rustplaats maar die ze ook moeten ontwijken. Er bestaat een kennisleemte over hoeveel vleermuizen er daadwerkelijk over zee trekken. In het kader van het KEC 3.0 wordt bediscussieerd dat offshore structuren een aantrekkende werking hebben op vleermuizen en dat verstoring dus zelfs helemaal geen rol speelt (Cryan et al., 2014; Leopold et al., 2014). De exacte reden hiervoor is nog niet bekend; het kan te maken hebben met de aantrekkende werking van eventuele lichtbronnen van de platforms of insecten die rondom de platforms vliegen (omdat die op de lichtbronnen afkomen). Als vleermuizen zich rondom de platforms begeven zullen de bewegende rotors van de turbines het grootste gevaar vormen.

Het aantal turbines is echter gering en ze zijn daarnaast ook nog van klein formaat (0,000136% van het meest recent gebouwde windpark). Ook bevindt het grootste gedeelte van het rotoroppervlak zich binnen de fysieke kolom die gevormd wordt door het platform (in tegenstelling tot reguliere windturbines waarbij de rotors vele malen verder buiten de fysieke kolom van de turbinemast reiken). Daarom is het onwaarschijnlijk dat deze turbines een onoverkomelijke barrière zullen vormen voor de vleermuissoorten die doortrekken ter hoogte van de turbines.

In verhouding tot de platforms zijn de turbines slechts kleine objecten. De vleermuissoorten zullen daardoor dus zeer waarschijnlijk de turbines niet als losstaande objecten zien die ontweken moeten worden maar eerder het platform als geheel beschouwen. Op basis hiervan bestaat het vermoeden dat de vleermuissoorten hoofdzakelijk zullen reageren op de aanwezigheid van het platform ongeacht of er turbines bovenop aanwezig zijn.

Deze feiten maken het hoogst onwaarschijnlijk dat de aanwezigheid van de turbines op de platforms het vlieggedrag van de vleermuissoorten significant zal gaan verstoren.

Aanvaringen met windturbines
Door de aantrekkende werking die offshore platforms kunnen hebben op vleermuizen, in combinatie met de plaatsing van turbines boven op de platforms, ontstaat er een aanvaringsrisico van vleermuizen met de turbines.

Het aanvaringsrisico is afhankelijk van eigenschappen van zowel de turbines als de vleermuissoort. Het worst-case rotoroppervlak van de turbines op één platform is 73,9 m^2 (3 x 24,6 m^2). Het rotoroppervlak van alle turbines op alle platforms bij elkaar opgeteld is 295,6 m^2 (4 x 73,9). Ter illustratie, dit is slechts 0,000136% van het rotoroppervlak van het meest recent geïnstalleerde windpark Hollandse Kust Noord. Dit zal hoogstwaarschijnlijk resulteren in een laag aanvaringsrisico voor vleermuizen. Het exacte aanvaringsrisico van de soort wordt besproken in de volgende alinea.

Uitkomsten Collision Risk Model
Door grote kennisleemten in verspreidingsgegevens is het onmogelijk bevonden om een CRM op te stellen voor migrerende vleermuizen. Hierom is de effectbeoordeling voor migrerende vleermuizen gebaseerd op wetenschappelijk onderbouwde aannames en MER's van reeds gerealiseerde windparken.

Op basis van de huidige kennis kan voor offshore windparken slechts een ruwe schatting worden gegeven: het aantal slachtoffers ligt tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. Voor de gerealiseerde windparken van de kavels in Borssele, Hollandse Kust (Noord en Zuid) en Ten noorden van de Waddeneilanden is als worst-case scenario rekening gehouden met 1 vleermuisslachtoffer per turbine per jaar (Ministerie van EZK, 2016). Voor het Aramis-initiatief zal dit scenario resulteren in maximaal twaalf aanvaringsslachtoffers per jaar. Gezien de beschikbare gegevens over vleermuisactiviteit boven de Noordzee is het echter realistischer om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van de soorten: ruige dwergvleermuizen (95,7%) en rosse vleermuizen (2,6%). Met deze benadering wordt de worst-case schatting voor de ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis respectievelijk 11 slachtoffers en 1 slachtoffer per jaar als het turbines betreft van het formaat voor windparken. De kans dat dit aantal slachtoffers daadwerkelijk gemaakt gaat worden is echter zeer klein omdat:

- Deze turbines een factor 50 kleiner zijn dan de gemiddelde offshore windturbines in 2023 (Fernández, 2024);
- De as-hoogte van de turbines zich ruim boven de gemiddelde migratiehoogte van de vleermuissoorten ligt;
- De turbines niet verlicht zijn waardoor er voor vleermuizen weinig tot geen aantrekkende werking zal zijn;
- De meeste vleermuizen vanaf de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden en Egmond aan Zee migreren. Vleermuizen worden slechts zeer incidenteel waargenomen in het plangebied (Lagerveld et al., 2023).

Barotrauma
Er bestaat een grote kennisleemte over de effecten van barotrauma op vleermuizen. Uit modeleeronderzoek van Lawson et al. (2020) blijkt dat turbines met een capaciteit van 5 MW, bij windsnelheden van 10 m/s, luchtdrukverschillen creëren die meer dan 80 keer lager zijn dan de LD50 (50% Lethal Dose; de waarde waarbij 50% van een populatie sterft door een behandeling) voor muizen van een soortgelijk gewicht als de rosse vleermuis. De ruige dwergvleermuis heeft een lichaamsgewicht dat ongeveer 4x kleiner is dan de rosse vleermuis. Hierdoor wordt verwacht dat deze soort kwetsbaarder zal zijn voor luchtdrukverschillen.

De turbines uit Lawson et al. (2020) hadden een vermogen van ongeveer een factor 1000 groter dan de turbines die ingezet gaan worden voor het Aramis-initiatief. De luchtdrukverschillen rondom de rotorbladen van de turbines voor het Aramis-initiatief zullen daarom ook vele malen kleiner zijn. Vleermuizen zullen ook

niet migreren bij windsnelheden van 10 m/s maar bij maximale snelheden van 7,5 m/s. Bij deze windsnelheid zullen de potentiële luchtdrukverschillen ook kleiner zijn. Daarnaast zijn de luchtdrukverschillen zeer lokaal rondom de rotortips en is daardoor de kans significant veel groter dat vleermuizen slachtoffer worden door een fysieke aanvaring met de rotors. Op basis hiervan is letsel als gevolg van barotrauma uitgesloten.

Conclusie
De SvI van deze soorten komt niet in het geding door de aanwezigheid van de windturbines boven op de platforms.

7.4 Conclusie Effectbeoordeling Flora & Fauna

Bij de voorgenomen activiteit zal geen sprake zijn van schadelijke handelingen uit artikelen 11.37 en 11.46 van het Bal. Voor de voorgenomen activiteit hoeft geen Omgevingsvergunning voor een Flora & Fauna-activiteit aangevraagd worden.

8 Mitigerende maatregelen

Indien de aanwezigheid van de windturbines op de platforms resulteert in een dusdanig hoog aantal aanvaringsslachtoffers onder migrerende vogel- en vleermuissoorten dat significant negatieve effecten op de Natura 2000-doelstellingen teweeggebracht worden of dat er sprake is van schadelijke handelingen jegens beschermde soorten, dienen mitigerende maatregelen getroffen te worden.

Voor offshore windturbines en -parken kunnen de volgende mitigerende maatregelen getroffen worden:

- Het verhogen van de startwindsnelheid (cut-in windspeed) van de turbines.
- Het implementeren van een stilstandvoorziening tijdens momenten van piekmigratie:
  - Voor vogels geeft het ministerie van KGG een signaal af aan windpark operators wanneer momenten van piekmigratie verwacht worden. Vanaf dat moment mogen windturbines niet sneller draaien dan twee rotaties per minuut.
  - Voor vleermuizen mogen windturbines in de periode tussen 25 augustus en 10 oktober ’s nachts niet sneller draaien dan twee rotaties per minuut wanneer ook de temperatuur en windrichting gunstig zijn voor vleermuizen om te migreren.

Dergelijke mitigerende maatregelen zijn echter niet noodzakelijk voor dit voornemen omdat significant negatieve effecten op de Natura 2000-doelstellingen en schadelijke handelingen jegens beschermde soorten uitgesloten zijn in de Effectbeoordelingen (H6 & H7). Op basis van de CRM’s worden namelijk per soort per platform met maximaal drie turbines in een worst-case scenario minder dan één aanvaringsslachtoffer per jaar verwacht. Hiermee wordt ook het ORNIS-criterium niet overschreden.

Conclusie
Mitigerende maatregelen voor de aanwezigheid van deze turbines op deze platforms zijn niet noodzakelijk.

9 Cumulatie

Om de effecten op de SvI goed te kunnen beoordelen is het noodzakelijk om te kijken naar de cumulatieve effecten van andere projecten die in dezelfde periode als het Aramis initiatief worden uitgevoerd. Voor het beoordelen van deze mogelijke cumulatieve effecten wordt gekeken naar de periode waarin de verstorende factoren effecten teweeg kunnen brengen. In de praktijk zal dit de gehele operationele fase zijn. Om relevante projecten te selecteren die mogelijk voor cumulatieve effecten zorgen wordt gekeken naar het Programma Noordzee 2022-2027 en het KEC 4.0.

Relevante projecten waar mogelijke overlap plaatsvindt zijn projecten in het kader van Wind op Zee waarbij activiteiten in hetzelfde tijdspad plaatsvinden. Het gaat hierbij om de verstoringsfactor: verstoring door aanwezigheid.

9.1 Hoe is het optreden van cumulatieve effecten onderzocht?

In de Omgevingswet wordt op twee manieren rekening gehouden met cumulatie. Enerzijds op grond van de mogelijke gevolgen voor Natura 2000-gebieden en anderzijds door te toetsen aan de gunstige SvI van een soort.

In de tekst van de Ow, onderdeel soorten en de toelichting daarop, wordt echter niet gesproken over het onderwerp cumulatie. Er worden ook geen eisen gesteld aan wat wel of niet dient te worden meegenomen in de cumulatieve effectbeoordeling. Omdat getoetst moet worden aan de gunstige SvI, zal elke activiteit die een negatief effect hierop kan hebben in de beoordeling meegenomen moeten worden, tenzij die al geacht mag worden verwerkt te zijn in de gehanteerde inschatting van de SvI (Rijkswaterstaat, 2015a). Bij mobiele soorten die zich over landgrenzen heen bewegen en niet gebonden zijn aan beschermde gebieden zoals zeezoogdieren, grote vissoorten en zeevogels moet de borging van de instandhouding feitelijk op biogeografische populatieniveau plaatsvinden. Om deze reden dient er gekeken te worden naar activiteiten die invloed kunnen hebben op de SvI binnen het gehele leefgebied van deze soorten. Voor dit project wordt evenals in het KEC het ‘management unit’ Noordzee als het leefgebied van de vogels en vleermuizen beschouwd.

9.2 Inclusiecriteria cumulatietoets

De volgende projecten worden meegenomen in de cumulatietoets:

- Projecten waar een vergunning in het kader van de Ow voor is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd of die ten dele zijn uitgevoerd in de periode 2024 – 2032 (bron: Vergunningenbank ministerie van LNV);
- Projecten die tussen 2025 – 2032 worden uitgevoerd volgens het Programma Noordzee maar waarvoor nog geen vergunningen zijn verleend;
- Projecten die effecten hebben op beschermde soorten waarvan in het huidige project negatieve effecten op beschermde soorten niet uit zijn te sluiten.
- Projecten die reeds opgezet zijn en mogelijk in cumulatie met het huidige project negatieve effecten teweegbrengen.

De volgende projecten/activiteiten worden niet meegenomen in de cumulatietoets:

- Onzekere toekomstige gebeurtenissen;
- Projecten die na de eerste uitbreidingsfase (2032) starten;
- Projecten die reeds zijn uitgevoerd, dan wel bestaande activiteiten, waar geen Natuurbeschermingswet-vergunning of ontheffing voor benodigd voor was. Deze projecten maken deel uit van de bestaande situatie en zijn al verwerkt in de SvI, of hebben geen of nauwelijks effecten.

9.3 Effecten voorgenomen activiteit

De volgende effecten van de voorgenomen activiteit worden meegenomen in de cumulatietoets:

- Effecten van verstoring van vogels en vleermuizen door aanwezigheid van windturbines.
- Effecten van aanvaringen tussen vogels of vleermuizen met windturbines.

9.4 Relevante projecten

De onderstaande projecten van de Wind op Zee routekaart worden meegenomen in deze cumulatie beoordeling:

- Borssele I-V
- Egmond aan Zee
- Prinses Amaliawindpark
- Eneco Luchterduinen
- Gemini
- Hollandse Kust Zuid I-IV
- Hollandse Kust Noord Ten Noorden v. d. Waddeneilanden
- Hollandse Kust West VI en VII
- Hollandse Kust West zuidelijke punt
- IJmuiden Ver
- IJmuiden Ver Noord
- Zoekgebieden 1 (Noord & Zuid), 2 (Noord) en 5 (Oost)

9.5 Wind op zee Nederland

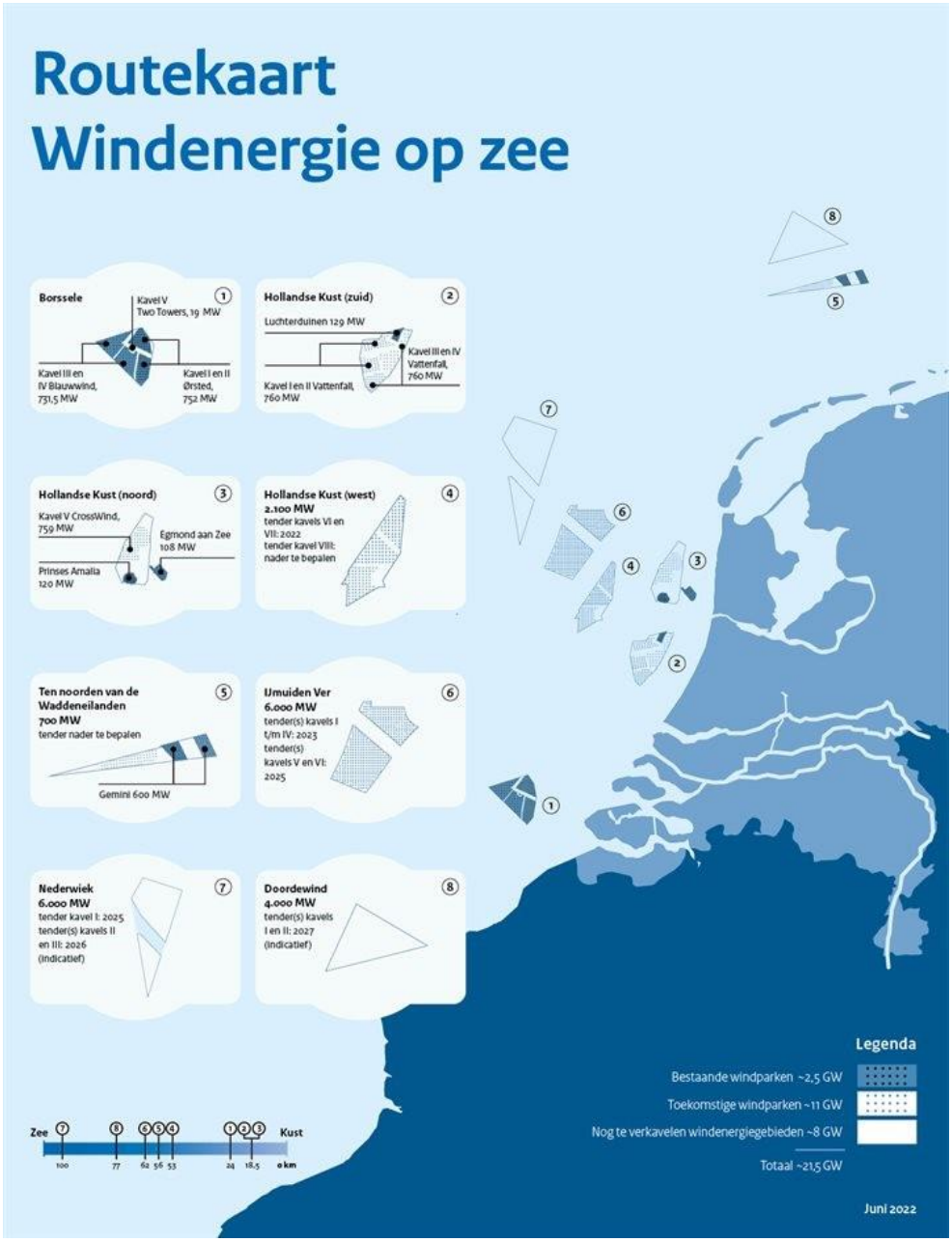
De windparken Borssele I-IV, Egmond aan Zee, Prinses Amaliawindpark, Eneco Luchterduinen en Gemini zijn reeds operationeel.

In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn windenergiegebieden aangewezen waar de komende jaren windparken ontwikkeld worden (Figuur 9-1). In 2021 is verkend of de gebieden die zijn aangewezen in het Nationaal Waterplan 2016-2021 nodig zijn voor het halen van de klimaatdoelen in 2030. Op basis van deze verkenning zijn de gebieden IJmuiden Ver (noord) en het zuidelijke deel van Hollandse Kust (west) herbevestigd en zijn de gebieden Hollandse Kust (noordwest en zuidwest) definitief afgevallen. Nieuw aangewezen gebieden zijn gebieden 1 (zuid en noord), 2 (zuid en noord) en 5 (oost).

Voor windpark Hollandse Kust (west) is de tenderfase afgerond en voorbereidingen voor de bouw worden opgestart. De ingebruikname staat gepland in 2025 - 2026. Voor de windparken Ten noorden van de Waddeneilanden is het tenderproces afgerond, echter is door het Ministerie van KGG besloten dat de aanlanding van dit windpark wordt gecombineerd met het nieuwe windenergiegebied 5-oost waarvan de planning bekend wordt gemaakt in 2024[7]. Voor IJmuiden Ver Alfa en Bèta is het tenderproces gestart in 2023, waarvan de ingebruikname gepland staat in 2028 – 2029.

Voor de windparken voor de kust van Zuid-Holland is begonnen met de voorbereiding van de bouw en deze is volgens de planning is inmiddels afgerond (Vattenfall, z.d). Voor het windpark Hollandse Kust Noord is de laatste monopile de zeebodem ingeslagen in februari 2023[8].

[7] https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/doorvaart-medegebruik/ten-noorden-waddeneilanden-inclusief-gemini/
[8] https://www.crosswindhkn.nl/nl/windpark en https://nieuws.eneco.nl/installatie-laatste-monopile-offshore-windpark-hollandse-kust-noord-voltooid/).



Figuur 9-1. Gerealiseerde en geplande windparken voor de uitrol van 'Windenergie op zee' (Noordzeeloket, 2023).

9.6 Cumulatieve effecten

9.6.1 Vogels

In het KEC 4.0 wordt een schatting gemaakt van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vogels als gevolg van de (geplande) windparken. De verwachting is dat alle windparken die benoemd zijn in 9.4 gerealiseerd gaan worden gedurende de operationele fase van het Aramis-initiatief. Om deze reden worden in deze cumulatietoets de effecten van het huidige voornemen in contrast gezet met de effecten als gevolg van rekenvariant III uit het KEC 4.0 (Potiek et al., 2022). In Tabel 9-1 worden de verwachte hoeveelheden aanvaringsslachtoffers van vogelsoorten vergeleken tussen de gerealiseerde en geplande offshore windparken en de turbines op de platforms van het Aramis initiatief.

Tabel 9-1. Vergelijking van het jaarlijkse aantal aanvaringsslachtoffers onder vogels als gevolg van de uitrol van offshore windparken en de aanwezigheid van de windturbines op de platforms van het Aramis-initiatief.

Vogelsoort	Offshore windparken	Aramis
Zeekoet	449[9]	0,027
Roodkeelduiker	37[9]	0,001
Dwergmeeuw	117[10]	0,000
Jan-van-gent	1988[10]	0,038
Grote mantelmeeuw	666[10]	0,029
Visdief	58[10]	0,130
Drieteenmeeuw	425[10]	0,394
Kleine mantelmeeuw	153[10]	0,416
Alk	31[9]	0,008
Grote stern	41[10]	0,183
Noordse stormvogel	160[9]	0,000
Zilvermeeuw	219[10]	0,304

De kleine mantelmeeuw heeft met 0,416 het hoogste jaarlijkse aantal aanvaringsslachtoffers als gevolg van het Aramis initiatief. In de berekening is de worst-case scenario van ieder platform genomen, en deze zijn bij elkaar opgeteld om tot dit getal te komen. Voor iedere vogelsoort is de mortaliteit lager dan één individu per jaar. Deze aantallen zijn dusdanig klein dat er niet wordt verwacht dat deze invloed hebben op de betreffende vogelpopulaties, ook niet in cumulatie met de slachtoffers van de offshore windparken. Hiermee worden cumulatieve effecten uitgesloten.

9.6.2 Vleermuizen

In het KEC 3.0 wordt voor offshore windparken *worst-case* rekening gehouden met één vleermuisslachtoffer per turbine per jaar. Naar schatting zal het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen in de toekomst oplopen tot maximaal 8000 individuen per jaar (Leopold et al., 2015). Het *worst-case* aantal vleermuisslachtoffers als gevolg van het Aramis-initiatief zal, als dezelfde aanname gedaan wordt, uitkomen op twaalf individuen. Daarmee zal het Aramis-initiatief voor 0,15% bijdragen aan het toekomstige aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen. Hierbij moet de kanttekening gemaakt worden dat het zeer onwaarschijnlijk is dat er één vleermuisslachtoffer per turbine per jaar gemaakt zal worden door het Aramis-initiatief omdat:

- Deze turbines vele malen kleiner zijn dan de turbines die gebruikt gaan worden voor reguliere windparken;
- De as-hoogte van de turbines zich ruim boven de gemiddelde migratiehoogte van de vleermuissoorten ligt;
- De turbines niet verlicht zijn waardoor er voor vleermuizen weinig tot geen aantrekkende werking zal zijn;

[9] *(Leopold et al., 2015)*
[10] *(Potiek et al., 2022)*

- De meeste vleermuizen vanaf de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden en Egmond aan Zee migreren. Vleermuizen worden slechts zeer incidenteel waargenomen in het veel noordelijker gelegen plangebied (Lagerveld et al., 2023; Leopold et al., 2015; Rijkswaterstaat, 2015c).

9.7 Conclusie cumulatie

Er is geen sprake van significante cumulatieve effecten door de voorgenomen activiteit met andere soortgelijke activiteiten die plaatsvinden op de Noordzee.

10 Conclusie Ecologische Effectbeoordeling

10.1 Conclusie Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)

Significant negatieve effecten op de relevante instandhoudingsdoelstelling van de Natura 2000-gebieden het Friese Front, de Noordzeekustzone en de Bruine Bank door de aanwezigheid van de windturbines op de platforms zijn uitgesloten. Voor de voorgenomen activiteit hoeft geen Omgevingsvergunning voor een Natura 2000-activiteit aangevraagd worden.

10.2 Conclusie Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)

Bij de voorgenomen activiteit zal geen sprake zijn van schadelijke handelingen uit artikelen 11.37 en 11.46 van het Bal. Voor de voorgenomen activiteit hoeft geen Omgevingsvergunning voor een Flora & Fauna-activiteit aangevraagd worden.

11 Referenties

Allen, S., Banks, A. N., Caldow, R. W. G., Frayling, T., Kershaw, M., & Rowell, H. (2020). Chapter 29—Developments in understanding of red-throated diver responses to offshore wind farms in marine Special Protection Areas. In J. Humphreys & R. W. E. Clark (Eds.), *Marine Protected Areas* (pp. 573–586). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102698-4.00029-0

Baerwald, E. F., D'Amours, G. H., Klug, B. J., & Barclay, R. M. R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, *18*(16), R695–R696. https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029

Baptist, H., & Wolf, P. A. (1993). *Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.*

Boshamer, J., & Bekker, J. (2008). Nathusius' pipistrelles (Pipistrellus nathusii) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. *Lutra 2008 51 (1): 17-36, 2008.*

Bradarić, M., Bouten, W., Fijn, R. C., Krijgsveld, K. L., & Shamoun-Baranes, J. (2020). Winds at departure shape seasonal patterns of nocturnal bird migration over the North Sea. *Journal of Avian Biology*, *51*(10), jav.02562. https://doi.org/10.1111/jav.02562

Camphuysen, C. J., & Leopold, M. F. (1994). *Atlas of seabirds in the southern North Sea. Texel.*

Camphuysen, C. J., & Van Dijk, J. (1983). Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust. *1974-79. Limosa(56): 81-230.*

Camphuysen, C., & Leopold, M. (2007). Drieteenmeeuw vestigt zich op meerdere platforms in nederlandse wateren. *Limosa*, *80*, 153–156.

Cryan, P. M., Gorresen, P. M., Hein, C. D., Schirmacher, M. R., Diehl, R. H., Huso, M. M., Hayman, D. T., Fricker, P. D., Bonaccorso, F. J., Johnson, D. H., & others. (2014). Behavior of bats at wind turbines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(42), 15126–15131.

Dierschke, V., Furness, R. W., & Garthe, S. (2016). Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *Biological Conservation*, *202*, 59–68.

Donk, S. van, Bemmelen, R. van, Chen, C., Tulp, I., & Melis, E. (2024). *Seabird maps of the North Sea: A short description of methodology*. https://doi.org/10.18174/657263

EAZ Wind. (2024). *FAQ | EAZ Wind*. https://eazwind.com/nl/faq

Fernández, L. (2024). *Offshore wind turbine rotor diameter globally 2030*. Statista. https://www.statista.com/statistics/1085674/offshore-wind-turbines-average-rotor-diameter-globally/

Fleming, T., Eby, H., Kunz, T., & Fenton, M. (2003). Fleming, T. H., Eby, P., Kunz, T. H., & Fenton, M. B. (2003). Ecology of bat migration. *Bat Ecology, 156, 164-65.*

Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A Ship Traffic Disturbance Vulnerability Index for Northwest European Seabirds as a Tool for Marine Spatial Planning. *Frontiers in Marine Science*, *6*. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192

Galparsoro, I., Menchaca, I., Garmendia, J. M., Borja, Á., Maldonado, A. D., Iglesias, G., & Bald, J. (2022). Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms. *Npj Ocean Sustainability*, *1*(1), 1–8.

Hamer, K., Phillips, R., Hill, J., Wanless, S., & Wood, A. (2001). Contrasting foraging strategies of gannets Morus bassanus at two North Atlantic colonies: Foraging trip duration and foraging area fidelity. *Marine Ecology Progress Series*, *224*, 283–290.

Heinänen, S., Žydelis, R., Kleinschmidt, B., Dorsch, M., Burger, C., Morkūnas, J., Quillfeldt, P., & Nehls, G. (2020). Satellite telemetry and digital aerial surveys show strong displacement of red-throated divers (*Gavia stellata*) from offshore wind farms. *Marine Environmental Research*, *160*, 104989. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104989

Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.-M., Fredrich, E., & Hill, R. (2006). Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines: Bird migration and offshore wind farms. *Ibis*, *148*, 90–109. https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00536.x

Johnston, A., Cook, A. S. C. P., Wright, L. J., Humphreys, E. M., & Burton, N. H. K. (2014). Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, *51*(1), 31–41. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12191

Jongbloed, R. H. (2016). *Flight height of seabirds. A literature study* (C024/16).

Jonge Poerink, B., Lagerveld, S., & Verdaat, H. (2013). Pilot study Bat activity in the dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP. *IMARES-Report Number C026/13.*

Krijgsveld, K. (2014). *Avoidance behaviour of birds around offshore wind farms* (13–268). https://www.noordzeeloket.nl/en/functions-and-use/offshore-wind-energy/@166804/avoidance-behaviour-birds-around-offshore-wind/

Krijgsveld, K. L., Fijn, R. C., Heunks, C., Van Horssen, P. W., Fouw, J., Collier, M., Poot, M. J. M., Beuker, D., & Dirksen, S. (2011). Effect studies offshore wind farm Egmond aan Zee. *Final Report on Fluxes, Flight Altitudes and Behaviour of Flying Birds. Report, (10-219).*

Krijgsveld, K. L., Lensink, R., Schekkerman, H., Wiersma, P., Poot, M. J. M., Meesters, E. H., & Dirksen, S. (2005). Baseline studies North Sea wind farms: Fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003—2004. *Report 05-041. Bureau Waardenburg, Culemborg.*

Lagerveld, S., Geelhoed, S. C. V., Bittner, O., Wilkes, T., Noort, B., Van Puijenbroek, M., Van Der Wal, J. T., Verdaat, H., Keur, M., & Steenbergen, J. (2023). *Spatiotemporal occurrence of bats at the southern North Sea 2017-2020*. Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/571525

Lagerveld, S., van der Wal, J. T., Vries, V., Verdaat, H., Sonneveld, C., van der Meer, J., Brabant, R., & Noort, B. (2019). *Bats at the southern North Sea in 2017 & 2018* (p.). Wageningen Marine Research. https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/557366

Lawson, M., Jenne, D., Thresher, R., Houck, D., Wimsatt, J., & Straw, B. (2020). An investigation into the potential for wind turbines to cause barotrauma in bats. *PLOS ONE*, *15*(12), e0242485. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242485

Leemans, J. J., van Bemmelen, R. S. A., Middelveld, R. P., Kraal, J., Bravo Rebolledo, E. L., Beuker, D., Kuiper, K., & Gyimesi, A. (2022). *Bird fluxes, flight- and avoidance behaviour of birds in offshore wind farm Luchterduinen* (22–078). Bureau Waardenburg.

Lensink, R., Camphuysen, C., Jonkers, D., Leopold, M., Schekkerman, H., & Dirksen, S. (1999). *Falls of migrant birds, an analysis of current knowledge*.

Leopold, M., Collier, M., Gyimesi, A., Jongbloed, R., Poot, M., van der Wal, J., & Scholl, M. (2015). *Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea | Tethys* (C166/14). IMARES - Wageningen UR. https://tethys.pnnl.gov/publications/iteration-cycle-dealing-peaks-counts-birds-following-active-fishing-vessels-when

Leopold, M. F., Boonman, M., Collier, M. P., Davaasuren, N., Fijn, R., Gyimesi, A., Jong, J. de, Jongbloed, R. H., Poerink, B. J., Kleyheeg-Hartman, J., Krijgsveld, K. L., Lagerveld, S., Lensink, R., Poot, M. J. M., Wal, J. T. van der, & Scholl, M. M. (2015). *A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the southern North Sea*. https://research.wur.nl/en/publications/a-first-approach-to-deal-with-cumulative-effects-on-birds-and-bat

Leopold, M., & Verdaat, H. (2018). *Reacties zeevogels in windparken bij doorvaart*. Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/446354

Manola, I., Bradarić, M., Groenland, R., Fijn, R., Bouten, W., & Shamoun-Baranes, J. (2020). Associations of synoptic weather conditions with nocturnal bird migration over the North Sea. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *8*, 542438.

Mendel, B., Kotzerka, J., Sommerfeld, J., Schwemmer, H., Sonntag, N., & Garthe, S. (2014). Effects of the alpha ventus offshore test site on distribution patterns, behaviour and flight heights of seabirds. In Federal Maritime And Hydrographic A & Federal Ministry For The Environmen (Eds.), *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus* (pp. 95–110). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-02462-8_11

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). Profiel Document A199 Zeekoet (versie 2014). *Ministry of Economic Affairs The Hague.*

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profiel habitattype 1110 Permanent overstroomde zandbanken*.

Ministerie van EZK. (2016). *Kavelbesluit I windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)* [Ministeriele-regeling]. https://wetten.overheid.nl/BWBR0039095/2017-02-01

Outer Dowsing Offshore Wind. (2024). *Offshore Artificial Nesting Structures Evidence Base and Roadmap*.

Platteeuw, M., den Ouden, J., & van de Ham, N. (1994). Zeetrektellingen langs de Nederlandse kust 1981-1990. *Sula 8(1/2)*.

Potiek, A., Leemans, J. J., Middelveld, R. P., & Gyimesi, A. (2022). *Cumulative impact of collisions with existing and planned offshore wind turbines in the Southern North Sea: Analysis of additional*

mortality using collision rate modelling and impact assessment based on population modelling for the KEC 4.0 (report nr 21-205). Bureau Waardenburg.

Rijkswaterstaat. (2015c). *Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. Uitrol windenergie op zee (2015c). Deelrapport B: Bijlage Imares onderzoek: Cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen.*

Rijkswaterstaat. (2015a). *Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. Uitrol windenergie op zee. Deelrapport A: methodebeschrijving. In opdracht van het ministerie van Economische Zaken.*

Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenström, A. (2010). Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, *12*(2), 261–274.

Shamoun-Baranes, J., & van Gasteren, H. (2011). Atmospheric conditions facilitate mass migration events across the North Sea. *Animal Behaviour*, *81*(4), 691–704. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.01.003

Solick, D. I., & Newman, C. M. (2021). Oceanic records of North American bats and implications for offshore wind energy development in the United States. *Ecology and Evolution*, *11*(21), 14433–14447. https://doi.org/10.1002/ece3.8175

Stienen, E. W., Van Waeyenberge, J., Kuijken, E., & Seys, J. (2007). Trapped within the corridor of the Southern North Sea: The potential impact of offshore wind farms on seabirds. *Birds and Wind Farms. Risk Assessment and Mitigation. 1st Ed. Madrid: Quercus*, 71–80.

van Bemmelen, De Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Engels, B. W. R., Hoekstein, M. S. J., van der Horst, Y., Kuiper, K., K., Leemans, J., Sluijter, M., van Straalen, K. D., Wolf, P. A., & Fijn, R. C. (2024, January 31). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2022-2023*. RWS-Centrale Informatievoorziening BM 23.32. Waardenburg Ecology Rapportnr. 23-443. Waardenburg Ecology & Deltamilieu Projecten, Culemborg.

van Bemmelen, R. S., Leopold, M. F., & Arts, F. A. (2013). Alken en zeekoeten op het Friese Front. *(No. C160/13). IMARES.*

Vogelbescherming. (n.d.-a). *Alk Razorbill, Alca torda—Alken (Alcidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-b). *Drieteenmeeuw Black-legged Kittiwake, Rissa tridactyla—Meeuwen (Laridae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-c). *Dwergmeeuw Little Gull, Hydrocoloeus minutus—Meeuwen (Laridae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-d). *Grote jager Great Skua, Stercorarius skua—Jagers (Stercorariidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-e). *Grote mantelmeeuw Great Black-backed Gull, Larus marinus—Meeuwen (Laridae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-f). *Grote stern Sandwich Tern, Sterna sandvicensis—Sterns (Sternidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-g). *Jan-van-gent (Northern) Gannet, Morus bassanus—Jan-van-genten (Sulidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-h). *Kleine mantelmeeuw Lesser Black-backed Gull, Larus fuscus—Meeuwen (Laridae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-i). *Noordse stormvogel Northern Fulmar, Fulmarus glacialis—Stormvogels (Procellariidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-j). *Roodkeelduiker Red-throated Loon, Gavia stellata—Duikers (Gaviidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-k). *Visdief Common Tern, Sterna hirundo—Sterns (Sternidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-l). *Zeekoet Common Murre (Guillemot), Uria aalge—Alken (Alcidae)*.

Vogelbescherming. (n.d.-m). *Zilvermeeuw European Herring Gull, Larus argentatus—Meeuwen (Laridae)*.

Vogelwerkgroep Meijendel. (n.d.). *Roodkeelduiker*. Retrieved November 28, 2024, from https://www.vwg-m.nl/soorten/vogel.asp

Appendix

1. Instandhoudingsdoelstelllingen Nature 2000-gebieden

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

A1 Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebieden

A1.1 Friese Front

Tabel A1-1. Instandhoudingsdoelstellingen Friese Front (ministerie LNV, 2024). Landelijke staat van instandhouding (SvI): + gunstig, - matig ongunstig, -- zeer ongunstig. Doelstellingen: = behoud, > uitbreiding/verbetering.

	Landelijke SvI	Doelstelling oppervlak	Doelstelling kwaliteit	Doelstelling populatie
Niet-broedvogelsoorten				
A199 - Zeekoet	+	=	=	=

A1.2 Noordzeekustzone

Tabel A1-2. Instandhoudingsdoelstellingen Noordzeekustzone (ministerie EZ, 2018). Landelijke staat van instandhouding (SvI): + gunstig, - matig ongunstig, -- zeer ongunstig. Doelstellingen: = behoud, > uitbreiding/verbetering.

	Landelijke SvI	Doelstelling oppervlak	Doelstelling Kwaliteit	Doelstelling populatie
Habitattypen				
H1110B - Permanent overstroomde zandbanken	-	=	>	
H1140B - Slik- en zandplaten	+	=	=	
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=	
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	+	=	=	
H1330A - Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	-	=	=	
H2110 - Embryonale duinen	+	=	=	
H2190B - Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	-	=	=	
Habitatrichtlijnsoorten				
H1095 - Zeeprik	-	=	=	>
H1099 - Rivierprik	-	=	=	>
H1103 - Fint	--	=	=	>
H1351 - Bruinvis	-	=	>	=
H1364 - Grijze zeehond	-	=	=	=
H1365 - Gewone zeehond	-	=	=	=
H1903 - Groenknolorchis	--	=	=	=
Broedvogelsoorten				
A137 - Bontbekplevier	-	=	=	20
A138 - Strandplevier	--	>	>	30
A195 - Dwergstern	--	>	>	20
Niet-broedvogelsoorten				
A001 - Roodkeelduiker	-	=	=	=
A002 - Parelduiker	?	=	=	=
A017 - Aalscholver	+	=	=	1900

	Landelijke Svl	Doelstelling oppervlak	Doelstelling Kwaliteit	Doelstelling populatie
A048 – Bergeend	+	=	=	520
A062 – Toppereend	--	=	=	=
A063 – Eider	--	=	=	26200
A065 - Zwarte zee-eend	-	=	=	51900
A130 – Scholekster	--	=	=	3300
A132 – Kluut	-	=	=	120
A137 – Bontbekplevier	+	=	=	510
A141 – Zilverplevier	+	=	=	3200
A143 – Kanoet	-	=	=	560
A144 – Drieteenstrandloper	-	=	=	2000
A149 - Bonte strandloper	+	=	=	7400
A157 - Rosse grutto	+	=	=	1800
A160 – Wulp	+	=	=	640
A169 – Steenloper	--	=	=	160
A177 – Dwergmeeuw	-	=	=	=

A1.3 Bruine Bank

Tabel A1-3. Instandhoudingsdoelstellingen Bruine Bank (ministerie EZ, 2018). Landelijke staat van instandhouding (Svl): + gunstig, - matig ongunstig, -- zeer ongunstig. Doelstellingen: = behoud, > uitbreiding/verbetering.

	Landelijke Svl	Doelstelling oppervlak	Doelstelling kwaliteit	Doelstelling populatie
Niet-broedvogelsoorten				
Jan-van-gent	+	=	=	=
Grote jager	+	=	=	=
Dwergmeeuw	+	=	=	=
Grote mantelmeeuw	--	=	=	=
Zeekoet	+	=	=	=
Alk	+	=	=	=

Appendix

2. Relevante natuurwaarden

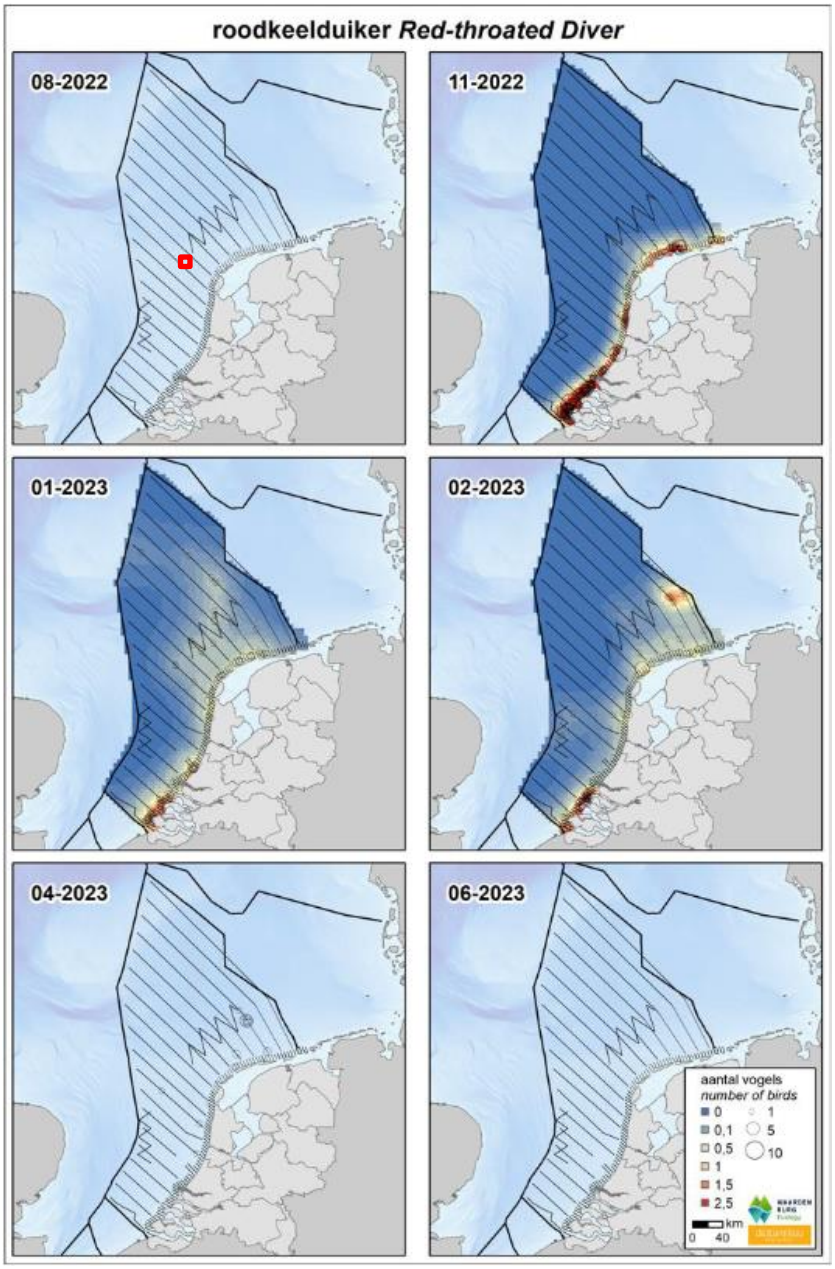
A2 Relevante natuurwaarden

A2.1 Vogels

Er komt een groot aantal zee- en landvogelsoorten voor op de Noordzee dat het gebied gebruikt om lokaal te foerageren, doorheen te trekken als onderdeel van migratieroutes, om te ruien of om uit te rusten. Een aantal van deze vogels is beschermd onder de Europese Vogelrichtlijn.

A2.1.1 Roodkeelduiker

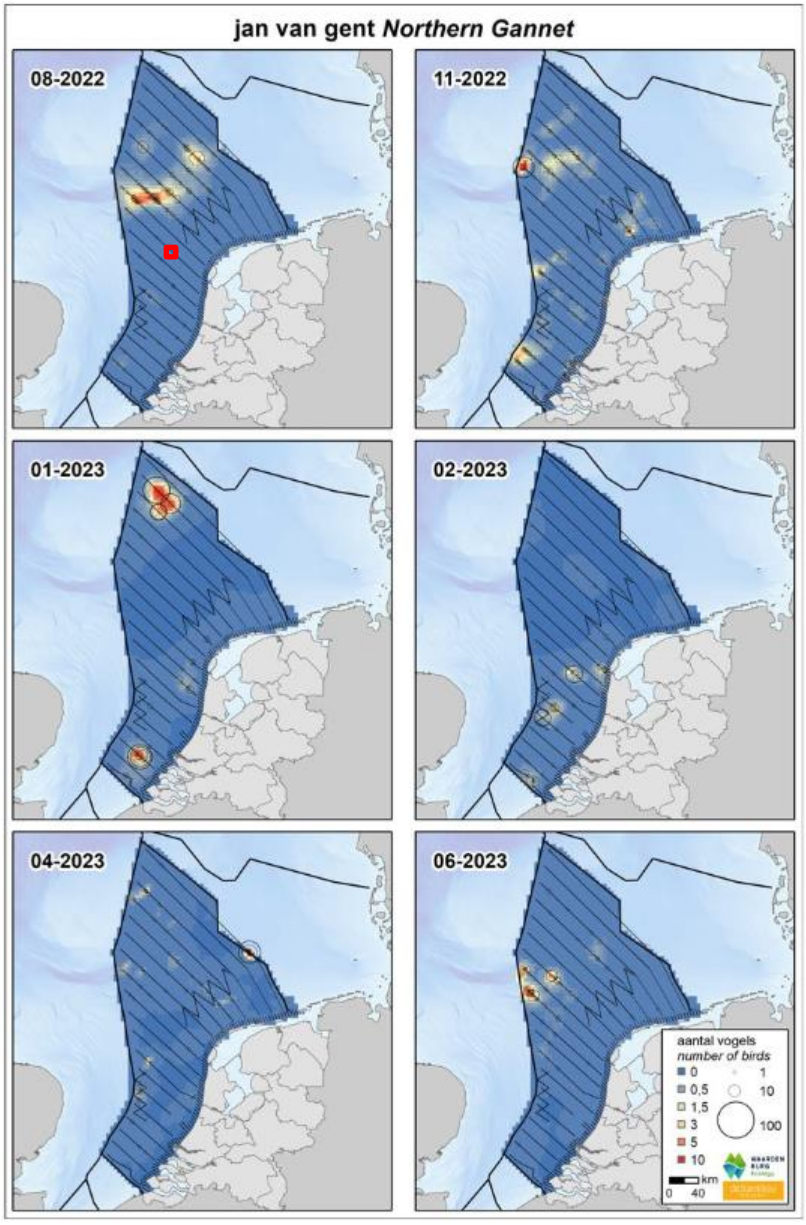
De roodkeelduiker is een duikende viseter. Het dieet bestaat uit vis, waaronder kabeljauw, haring, sprot, zeedonderpad en zalmachtigen. Soms eet de roodkeelduiker ook kreeftachtigen (garnalen en krabben), mollusken, kuit, kikkers, insecten en zelfs plantaardig materiaal. Het is een trekvogel die voornamelijk op de Noordzee te zien is in de periode oktober-mei. De broedgebieden bevinden zich in de toendra- en taigagordel van het noordelijk halfrond (Vogelbescherming, n.d.-j). Tijdens monitoringsvluchten in 2023 was de verspreiding van de roodkeelduiker nagenoeg beperkt tot de kustzone, met uitzondering rondom het Friese Front in de winter en het voorjaar. Het hoogste aantal roodkeelduikers op het Nederlands Continentaal Plat in 2023 werd in januari geteld, wel 2.400 individuen. Hierbij werden bijna 300 exemplaren geteld op het Friese Front. In april en juni werden geen roodkeelduikers waargenomen op het Nederlands Continentaal Plat (Figuur A2-1). Het is mogelijk dat deze soort in de wintermaanden in het plangebied voorkomt (van Bemmelen et al., 2024).



Figuur A2-1. Verspreiding van de roodkeelduiker op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.2 Jan-van-gent

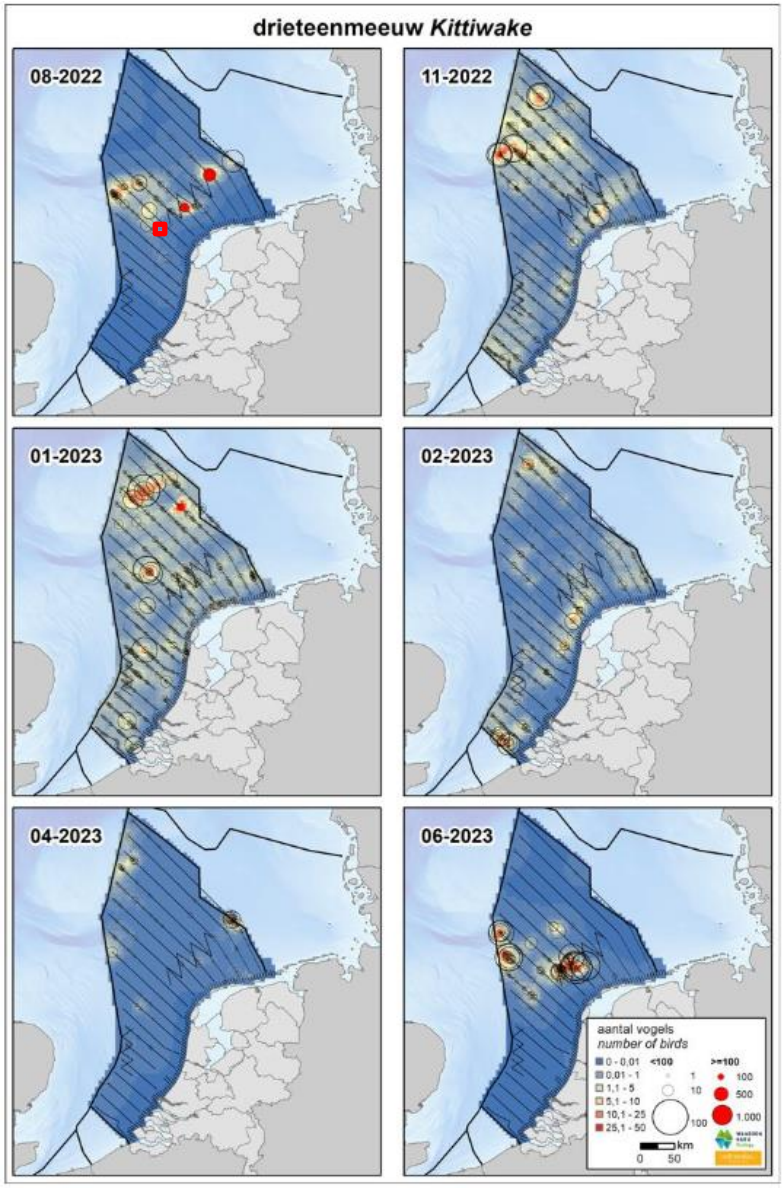
De jan-van-gent (*Morus bassanus*) is de grootste in Nederland voorkomende zeevogel. Deze soort broedt niet in Nederland. De grootste kolonie jan-van-genten is te vinden langs de kust van Schotland (Bass Rock) en een kleinere kolonie langs de oostkust van Engeland (Bempton Cliffs) (Hamer et al., 2001), echter met de vogelgriep uitbraak in juni 2022 is de populatie in omvang afgenomen. De jan-van-gent duikt steil in water om vis te vangen, tot wel 40 m diepte. Het dieet bestaat voornamelijk uit vis met een lengte van 2,5 tot ruim 30 cm. De jan-van-gent jaagt soms ook op scholen vis tot maximaal 25 m diepte. Welke vissoort gegeten wordt is heel verschillend, er staan wel 50 vissoorten bekend als voedsel (Vogelbescherming, n.d.-g). De jan-van-gent kwam in de jaren 2022-2023 verspreid over het gehele Nederlands Continentaal Plat voor. Op sommige plekken waren de concentraties erg hoog, er was geen duidelijk ruimtelijk patroon te herkennen. De hoogste aantallen op het Friese Front werden in juni geschat op ongeveer 600 exemplaren (Figuur A2-2). Het is mogelijk dat er zeer incidenteel jan-van-genten voorkomen in het plangebied.



Figuur A2-2. Verspreiding van de jan-van-gent op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.3 Drieteenmeeuw

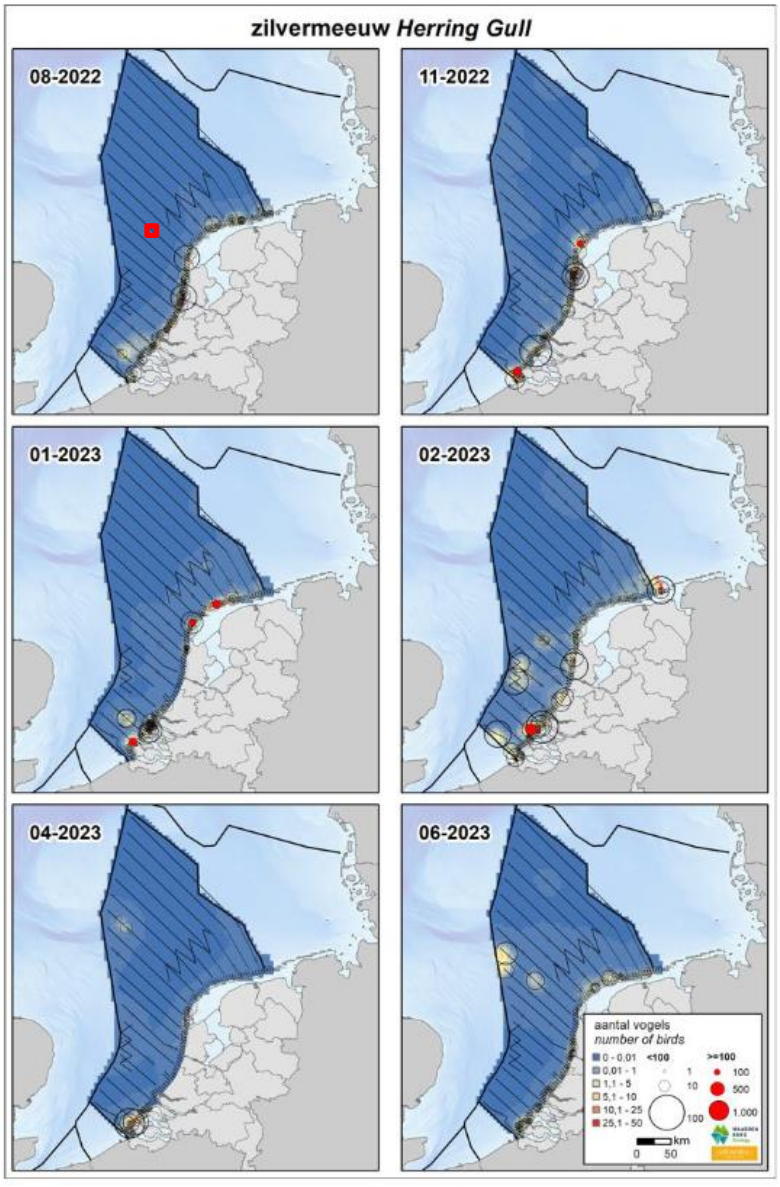
De drieteenmeeuw is een echte pelagische soort. Dit is de meest talrijke meeuwensoort op het Nederlands Continentaal Plat. Er bevinden zich grote broedkolonies rondom de Noordzee in Noordoost-Engeland, Oost-Schotland en op de Orkeys en Shetland eilanden. In Nederlandse wateren broedt de soort op een klein aantal gasplatforms in de Noordzee, onder andere aan de zuidwest kant van het Friese Front (Camphuysen & Leopold, 2007). Een goed overzicht van de huidige broedkolonies ontbreekt. De drieteenmeeuw eet voornamelijk vis en visafval, ook wel kreeftachtigen (Vogelbescherming, n.d.-b). De drieteenmeeuw is voornamelijk wintergast op het Nederlands Continentaal Plat. Over het algemeen wordt de kustzone vermeden. In de maanden november, januari en februari waren er concentraties verspreid over het gehele NCP (Figuur A2-3). De laagste aantallen werden geteld in april. In augustus en juli werden opvallende concentraties geteld in een band grofweg van de Klaverbank oostwaarts tot aan het Friese Front. Mogelijk is er een verband tussen deze concentraties en kolonies van drieteenmeeuwen op platforms. Het is waarschijnlijk dat de drieteenmeeuw in het plangebied voorkomt, potentieel in grote aantallen.



Figuur A2-3. Verspreiding van de drieteenmeeuw op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.4 Zilvermeeuw

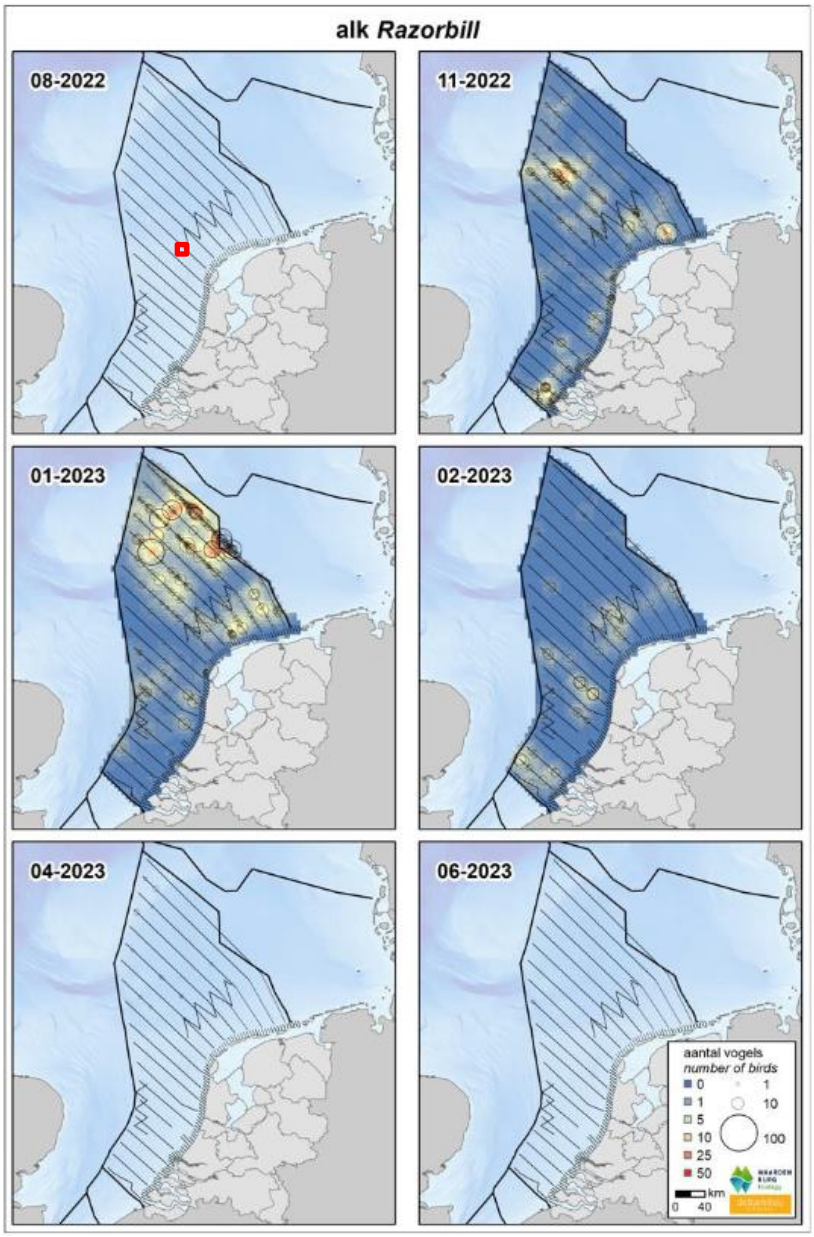
De zilvermeeuw komt in de landen rondom de Noordzee voor als broedvogel. De grootste broedkolonies van Nederland bevinden zich in het Delta- en Waddengebied. Het wordt ook steeds vaker geconstateerd dat de zilvermeeuw op daken broedt in steden in het westen van Nederland. In het zomerhalfjaar is de verspreiding beperkt tot de kustzone in de nabijheid van de broedkolonies. In het najaar zwermen de vogels uit over de Zuidelijke Noordzee en het Kanaal. De zilvermeeuw is een echte alleseter. Op zee voeden ze zich met vis en schelpdieren, op land vaak ook menselijke etensresten of kuikens van andere broedvogels. De zilvermeeuw volgt vaak vissersschepen in de hoop een maaltijd te bemachtigen (Vogelbescherming, n.d.-m). De zilvermeeuw komt het hele jaar voor op het Nederlands Continentaal Plat, maar de verspreiding is meestal beperkt tot de kustzone en omgeving. In februari waren de aantallen het hoogst, er zijn deze maand rond 28,500 exemplaren geteld. Er waren honderden zilvermeeuwen aanwezig op het Friese Front in januari, februari en juni. De soort was afwezig op het Friese Front in november en april (Figuur A2-4). De zilvermeeuw volgt regelmatig schepen en komt wijdverspreid voor. Er kunnen zeer incidenteel exemplaren in het plangebied voorkomen.



Figuur A2-4. Verspreiding van de zilvermeeuw op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.5 Alk

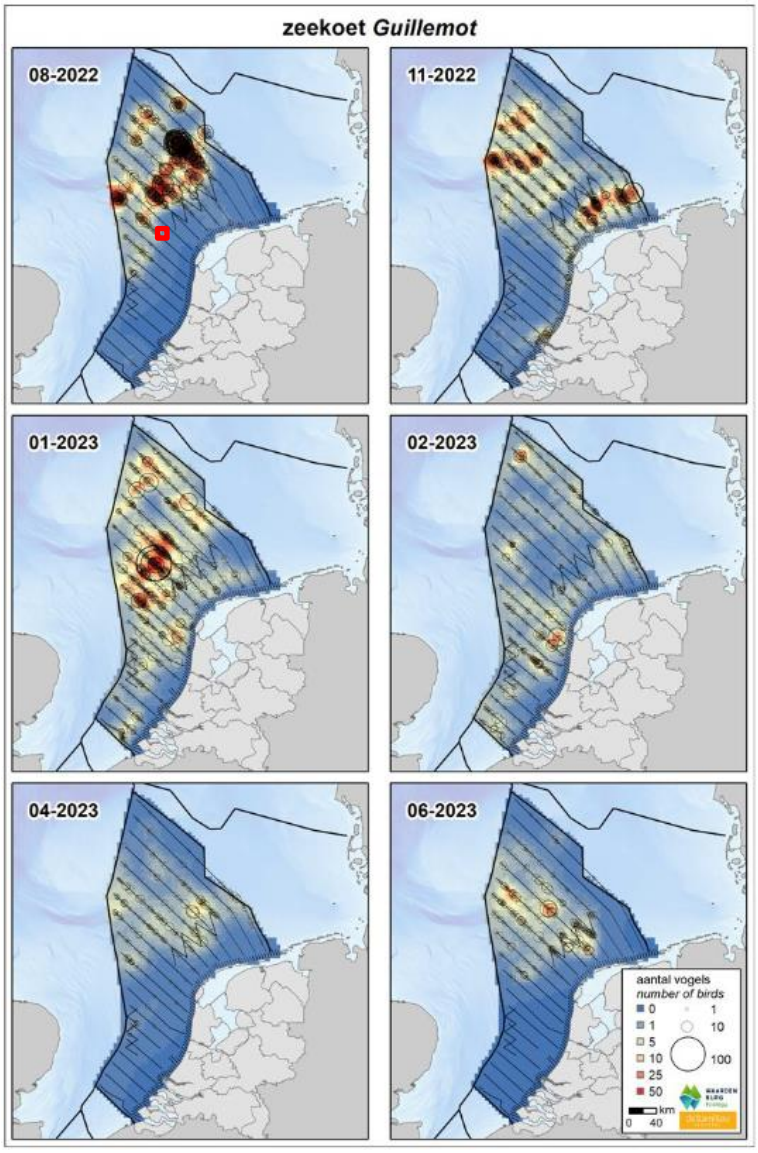
Alken zijn zeevogels die alleen voorkomen in het Noord-Atlantisch gebied. Alken zoeken hun voedsel op open zee. Het dieet bestaat uit kleine vissoorten, zoals spiering en haring. Soms worden kreeftachtigen opgedoken. De alk bouwt zijn nest op steile rotswanden (Vogelbescherming, n.d.-a). Het voorkomen van de alk is volledig seizoensafhankelijk. De alk arriveert later in het najaar dan de zeekoet. Er werden pas grote getallen alk waargenomen tijdens de monitoring in november. In de maanden januari en februari zijn aanzienlijke concentraties waargenomen in het Friese Front. In augustus, juni en april werden geen exemplaren waargenomen. Tussen september en april, met name in de maanden november en januari, kan de alk in aanzienlijke groepen voorkomen in de buurt van het plangebied (Figuur A2-5). Er kunnen, met name in de wintermaanden, exemplaren in het plangebied voorkomen.



Figuur A2-5. Verspreiding van de alk op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.6 Zeekoet

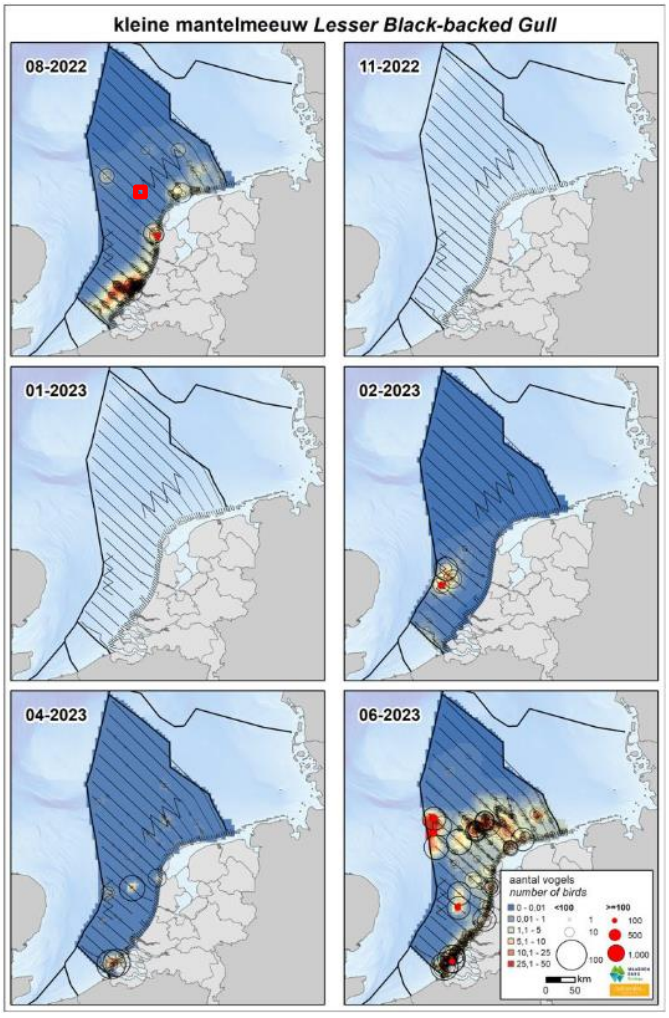
De zeekoet is net als de alk een echte zeevogel die alleen in de broedtijd aan het land te vinden is. Broed in broedkolonies van enkele tientallen tot duizenden vogels. Het ei wordt op een steile rotswand gelegd. De zeekoet kan goed duiken en is bestand tegen lage temperaturen. Om het voedsel te verkrijgen duikt de zeekoet onder water naar vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden. De zeekoet overwintert op zee. Het Friese Front is vanuit de Vogelrichtlijn aangewezen als beschermd gebied voor de zeekoet (Vogelbescherming, n.d.-l). Het voorkomen van de zeekoet is afhankelijk van de tijd van het jaar, bij de meest recente monitoring verscheelde de aantallen en verspreiden erg per maand. In augustus bevonden zeekoeten zich voornamelijk in het noordelijke deel van het NCP, met de hoogste concentraties ten noorden en noordwesten van het Friese Front. In november werden de grootste aantallen waargenomen rond de zuidelijke Doggersbank en in een band oostwaarts van de Klaverbank, evenals ten noorden van de Waddeneilanden. In januari waren er veel zeekoeten ten westen en noordwesten van het Friese Front. In februari veranderde dit patroon, met meer gelijkmatig verdeelde concentraties. In april en juni trokken de zeekoeten zich weer terug naar het gebied ten noorden van het Friese Front (Figuur A2-6). Gezien de talrijkheid is het zeer aannemelijk dat de zeekoet kan voorkomen in het plangebied.



Figuur A2-6. Verspreiding van de zeekoet op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.7 Kleine mantelmeeuw

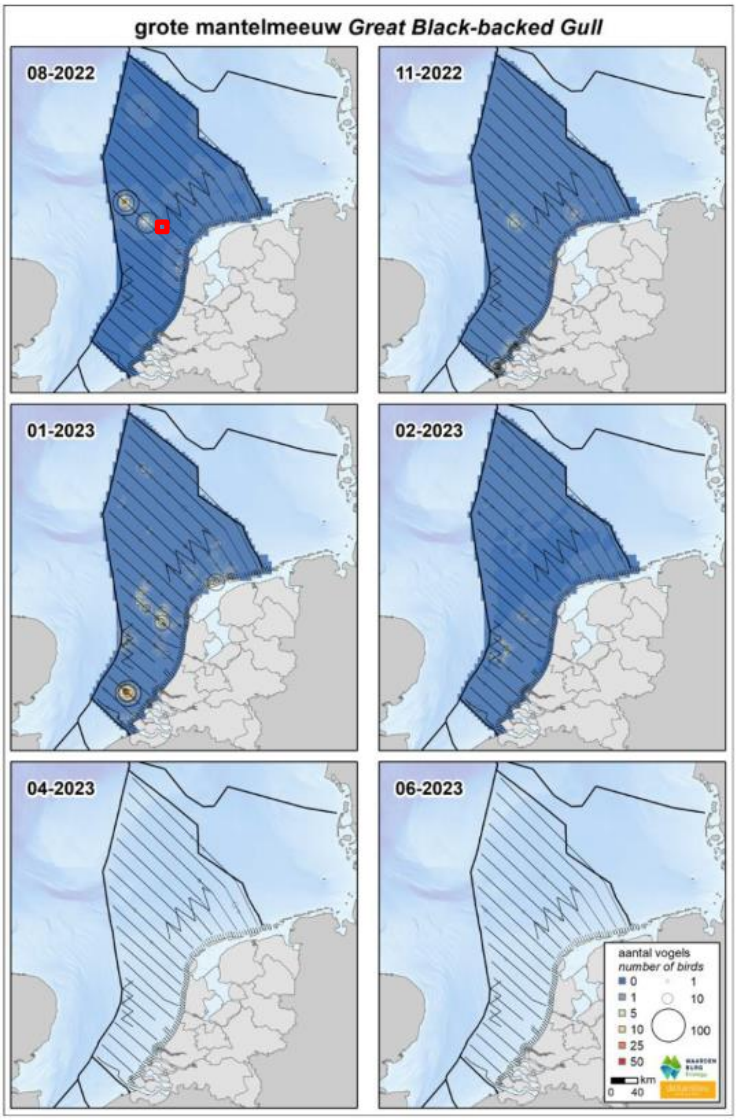
De kleine mantelmeeuw komt in Nederland voor aan de kust, maar ook steeds meer in het binnenland. Het is een algemeen voorkomende broedvogel met kolonies op de Waddeneilanden en de Maasvlakte. De aantallen zijn het hoogst in het Waddengebied en de Zeeuwse Delta. De kleine mantelmeeuw broedt in kustgebieden op strandvlakten en duinen, schorren en dijken maar steeds vaker ook op gebouwen in steden om predatoren als vossen te vermijden. In het najaar trekken de vogels naar het zuiden, hier wordt overwinterd op het Iberisch schiereiland en langs de kust van Zuid-Afrika. De kleine mantelmeeuw zoekt eten op zee en maakt in de broedtijd lange tochten (tot meer dan 100 km) uit de buurt van de broedkolonie. Het dieet bestaat uit schelpdieren, kleine vissen, vogeleieren en kuikens, knaagdieren en bessen. Het foerageergedrag van een kleine mantelmeeuw is divers: ze zoeken lopend naar voedsel, vliegen achter trawlers aan of pikken vissen uit het water. Dit betreft vis die vlak onder de oppervlakte zwemt (Vogelbescherming, n.d.-h). De kleine mantelmeeuw komt als zomergast voor op het Nederlands Continentaal Plat. In november en januari waren er nauwelijks kleine mantelmeeuwen te zien. Gedurende de rest van het jaar werden ze vooral in de kustzone waargenomen, vooral in augustus en juni. Opvallend hoge aantallen buiten de kustzone werden in augustus geregistreerd, vooral voor de Zeeuwse kust, in februari rond de Bruine Bank, en ten westen en oosten van het Friese Front in juni. Op het Friese Front was deze soort afwezig van november tot februari. In juni bereikte het een hoogtepunt met ongeveer 38.000 exemplaren. Maar zelfs in april werd nog een aanzienlijk aantal van ongeveer 2.000 exemplaren geschat (Figuur A2-7). Met name in juni is te verwachten dat de kleine mantelmeeuw in het plangebied voorkomt.



Figuur A2-7. Verspreiding van de kleine mantelmeeuw op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.8 Grote mantelmeeuw

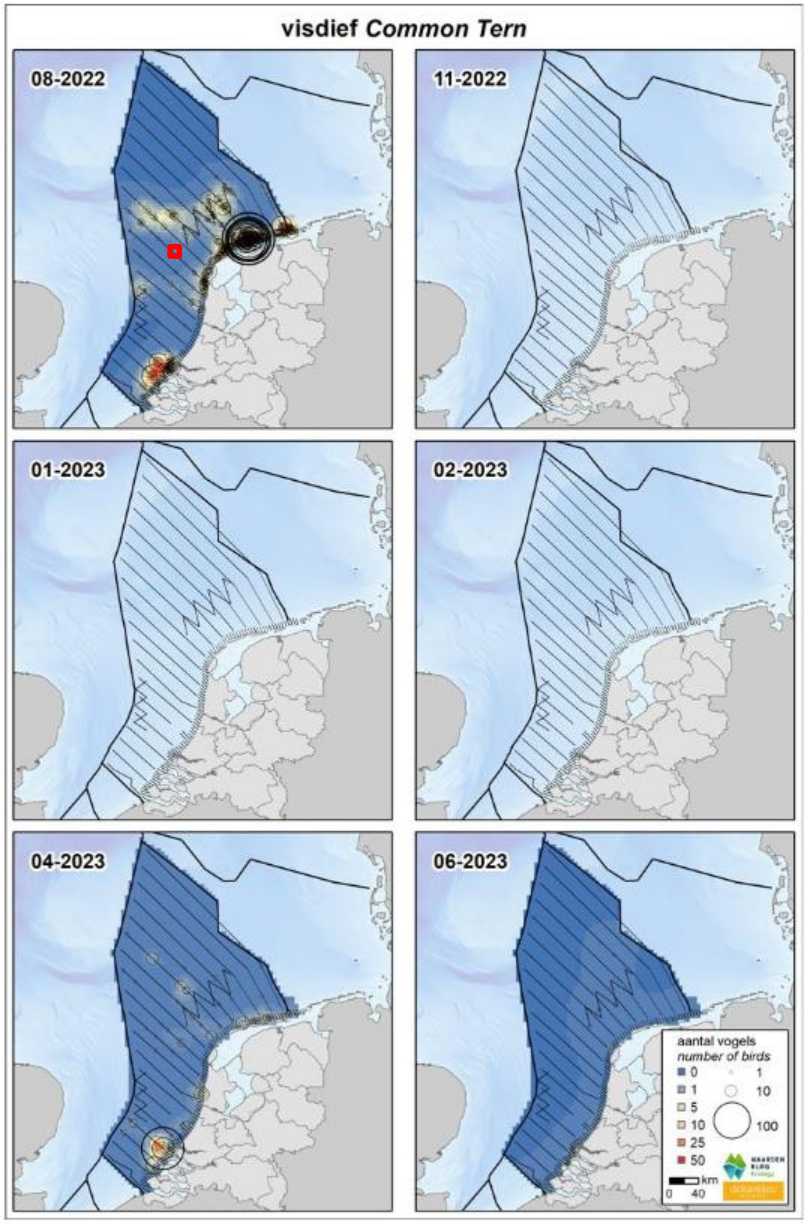
De grote mantelmeeuw is de grootste meeuw ter wereld. Sinds 1993 broedt de grote mantelmeeuw jaarlijks in Nederland in toenemende aantallen, maar de soort wordt nog wel als schaarse broedvogel beschouwd. De soort legt eieren in de periode vanaf midden april tot eind mei. De eieren worden in open gebieden gelegd, tussen de hoge grassen. In Nederland broedt de grote mantelmeeuw voornamelijk solitair tussen andere soorten meeuwen, in het buitenland vormen zich wel losse kolonies van grote mantelmeeuwen. De broedgevallen zijn meestal in het Delta- en Waddengebied, maar er zijn ook gevallen bekend rondom het IJsselmeer. Nederland is de zuidrand van het vestigingsgebied. Het voedsel wordt gevonden aan zee en aan de kust. Het dieet bestaat uit alle soorten dierlijk voedsel, inclusief water- en zeevogels maar ook dode vissen, aas en visafval (Vogelbescherming, n.d.-e). Op het NCP is de grote mantelmeeuw voornamelijk een wintergast. In augustus en november werd een opeenhoping van deze soort waargenomen ten westen van het Friese Front, wat mogelijk verband houdt met platforms. Buiten dit specifieke gebied kwam de soort verspreid voor in kleine aantallen, met af en toe hogere concentraties, vooral in januari. Bij de meest recente monitoringsvluchten van april 2023 en juni 2023 werden geen grote mantelmeeuwen waargenomen (Figuur A2-8). Er is in augustus en in de wintermaanden kans dat er zich enkele grote mantelmeeuwen in de buurt van het plangebied bevinden.



Figuur A2-8. Verspreiding van de kleine mantelmeeuw op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.9 Visdief

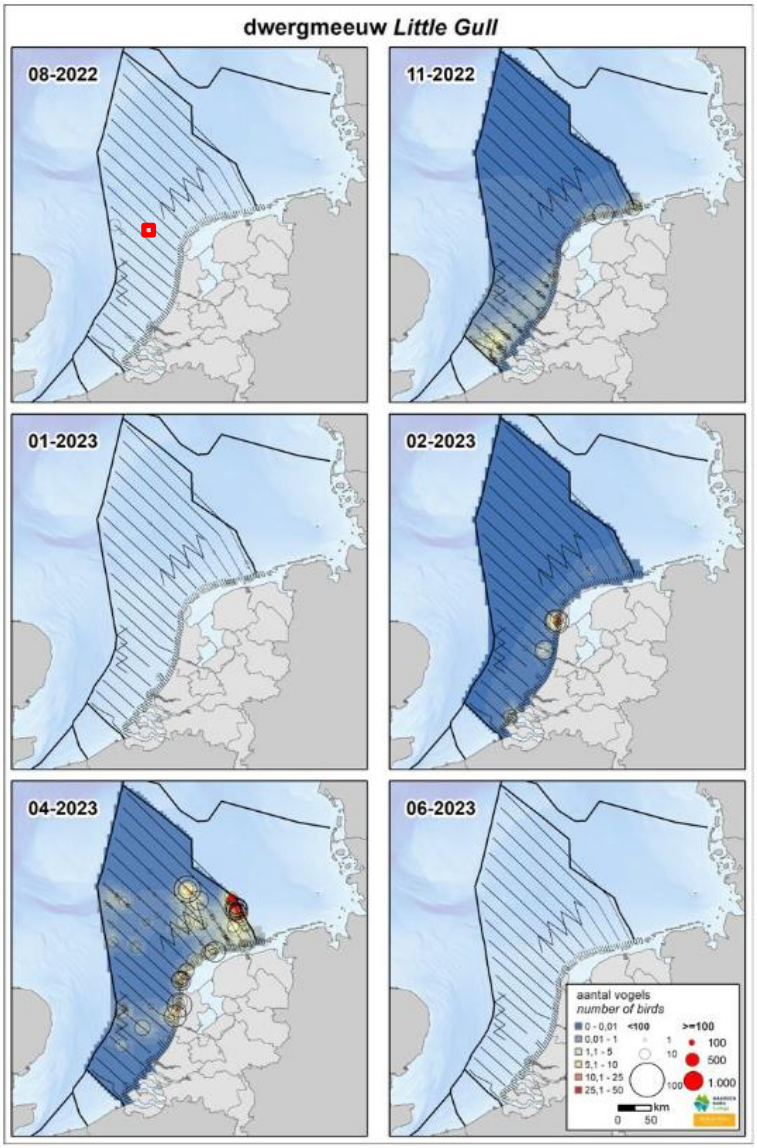
De visdief komt op het Nederlands Continentaal Plat voor als doortrekker en zomergast. De visdief komt voornamelijk voor in de kustgebieden. Het voedsel wordt gezocht in zoete en zoute milieus: intergetijdenzone, kust, moeras, rivieren beken en meren. De visdief bidt en duikt naar kleine vis als spiering. Het overwinteringsgebied bevindt zich voornamelijk langs de westkust van Zuid-Europa en Afrika, met name het kustgebied van Mauritanië en Nigeria. Visdieven verschijnen vanaf eind maart. De meeste voorjaarstrek vindt plaats tussen half april en eind mei. Begin juli vertrekken groepen visdief richting het zuiden, dit gaat door tot aan september en begin oktober (Vogelbescherming, n.d.-k). In augustus bevonden zeer grote aantallen visdief zich in en net buiten de kustzone, er werden ook opvallende aantallen waargenomen op het Friese Front en ten westen daarvan. In april werden visdieven offshore waargenomen, maar in vrij lage aantallen. In januari en februari werden geen visdieven op het Nederlands Continentaal Plat waargenomen (Figuur A2-9.). Gezien de verspreiding is het met name in augustus waarschijnlijk dat de visdief zich in de omgeving van het plangebied bevindt.



Figuur A2-9. Verspreiding van de visdief op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.10 Dwergmeeuw

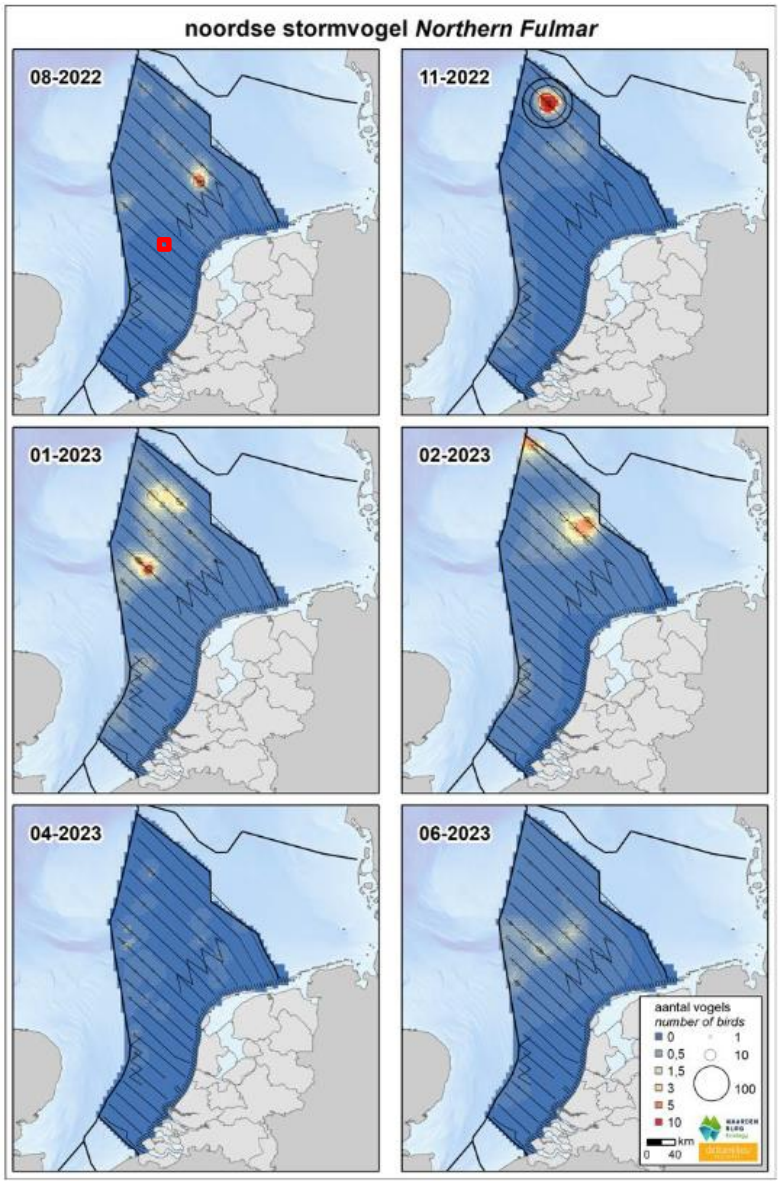
De dwergmeeuw is een zeldzame broedvogel in Nederland. De dwergmeeuw broedt graag in kolonies van kokmeeuwen, deze helpen bij het verjagen van mogelijke vijanden. De broedtijd is van eind juni tot juli. De voorkeurshabitat is terreinen met pioniervegetatie. Voorbeelden hiervan zijn kwelders, schaars begroeide zandplaten en recentelijk ingepolderde gebieden. Het dieet van de dwergmeeuw bestaat uit insecten die van het oppervlak wordt gepikt. Ook op vliegende insecten wordt gejaagd. Op zee leeft de dwergmeeuw vermoedelijk van kreeftachtigen die van het wateroppervlak worden gepikt. In de winter trekt de dwergmeeuw naar grote open wateren, met name naar de zee (Vogelbescherming, n.d.-c). De dwergmeeuw komt in de kustzone en op het Nederlands Continentaal Plat voor. In de maand november werden op het zuidelijke deel verhoogde concentraties waargenomen. In februari was de verspreiding voornamelijk beperkt tot de kustzone. Tijdens monitoringsvluchten in augustus, januari en juni werden geen dwergmeeuwen aangetroffen. In april werden de hoogste aantallen aangetroffen, voornamelijk in de kustzone, rondom het Friese Front en in het noordelijke deel van het Nederlands Continentaal Plat (Figuur A2-10.). In het voorjaar kan de dwergmeeuw in het plangebied voorkomen.



Figuur A2-10. Verspreiding van de dwergmeeuw op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.11 Noordse stormvogel

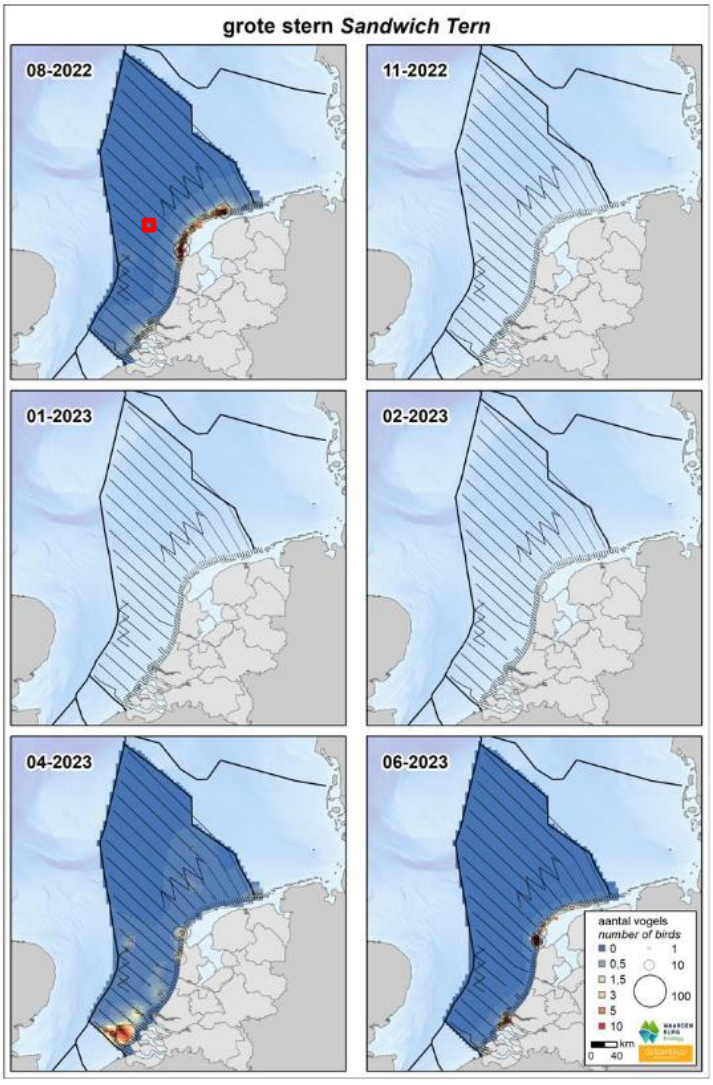
De Noordse stormvogel is een algemene zeevogel op de Noordzee. Het is een echte pelagische soort die de kustzone grotendeels vermijdt. De Noordse stormvogel broedt op steile kliffen aan zee, bij voorkeur op eilanden. Soms worden ook broedgevallen aangetroffen verder het binnenland in. Het dieet bestaat voornamelijk uit vis zoals lodde, wijting en zandspiering. Soms eet de Noordse stormvogel ook kwallen, visafval en aas. De samenstelling van het voedsel is afhankelijk van de locatie. Vogels die zich in de noordelijke broedgebieden bevinden trekken zuidwaarts bij het dichtvriezen van de zee, er wordt dan onder andere in de Noordzee overwinterd. Noordse stormvogels zijn in Nederland voornamelijk in september tot november te zien tijdens de vogeltrek (Vogelbescherming, n.d.-i). De meeste waargenomen Noordse stormvogels bevinden zich op de centrale Noordzee. In augustus-februari zijn lokaal hoge concentraties voornamelijk in het noordelijke deel van Noordzee waargenomen en rond de Bruine Bank. In april en juni bevonden zich lagere dichtheden noordse stormvogels verspreid over een groot deel van het NCP (Figuur A2-11.). Gezien de verspreiding komen Noordse stormvogels waarschijnlijk slechts incidenteel in het plangebied voor.



Figuur A2-11. Verspreiding van de Noordse stormvogel op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.12 Grote stern

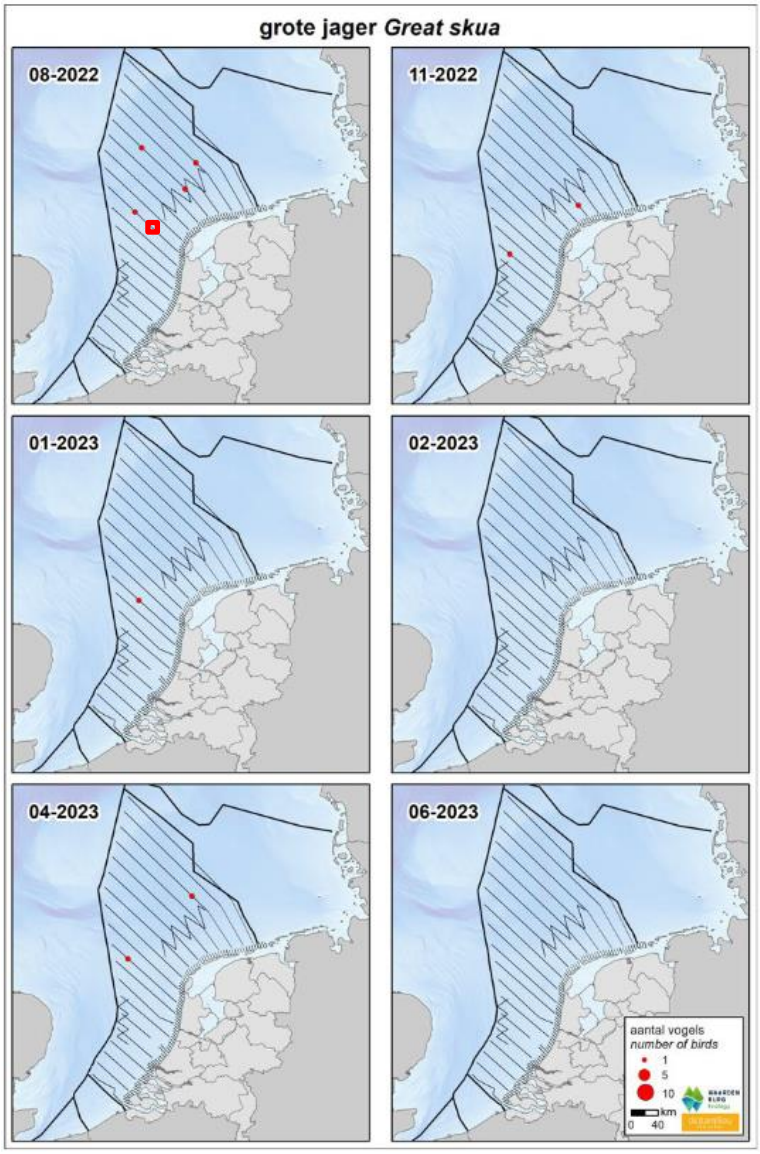
De grote stern is een kustvogel die in broedkolonies broedt op kwelders, groene stranden en schaars begroeide eilanden. In Nederland bevinden de broedkolonies zich in het Delta- en Waddengebied. De broedtijd start vanaf eind april/ begin mei. De kuikens kunnen niet direct voor het eigen voedsel zorgen, en worden nog wekenlang door de ouders gevoed met kleine vis. Het dieet bestaat voornamelijk uit zandspiering, haring en sprot. Er wordt gefoerageerd in de kustzone van de Noordzee, in geulen in de Waddenzee en in de zoute estuaria. De grote stern staat erom bekend dat ze lange foerageervluchten vanaf de kolonie kunnen maken. Soms beland de grote stern zo tijdens de broedtijd ver op zee. Eind maart arriveren de grote sterns in Nederland. De wegtrek vindt plaats vanaf midden juli tot september. Een alsmaar toenemend aantal overwinterd in de Zeeuwse Delta (Vogelbescherming, n.d.-f). In augustus werden hoge concentraties grote sterns waargenomen langs de kust van Den Helder tot Ameland. In de noordelijke Delta waren de concentraties lager. Na de overwintering werden verhoogde concentraties vooral gezien in het uiterste zuiden, mogelijk in verband met een grote vestiging bij Zeebrugge, België. Elders werden in april en juni ook verhoogde concentraties waargenomen rondom de kolonies van Texel en het Haringvliet. In november, januari en februari werden tijdens monitoringsvluchten geen grote sterns op zee waargenomen (Figuur A2-12). Gezien de verspreiding is het onwaarschijnlijk dat grote sterns in het plangebied voorkomen.



Figuur A2-12. Verspreiding van de grote stern op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.13 Grote jager

De grote jager (*Stercorarius skua*) is in Nederland een echte kustvogel. Dit kan een agressieve vogel zijn, die in staat is grote gezonde zeevogels aan te vallen en te doden. Het is dan ook een opportunistische soort met een divers dieet. De grote jager vangt voornamelijk zelf vis (zoals spiering), hij voedt zich ook met visafval van trawlers, steelt vis van andere zeevogels, dood vogels zoals de drieteenmeeuw en papegaaiduiker of eet pijlinktvis en aas. De grote jager zoekt graag vissersschepen op en wordt op die manier vaak gezien. De voorkeur is om op eilanden te broeden waar weinig menselijke verstoring kan plaatsvinden, het liefst op vlak gebied met lage vegetatie. Regelmatig wordt hiermee de broedplek gevonden op korte afstand van andere zeevogelkolonies. De broedgebieden betreffen de Schotse eilanden, de Faeröer, IJsland, Noorse kust, Noord-Finland, Spitsbergen en Noord-Rusland. De grote jager trekt langs de Nederlandse kust van juli tot in februari, in hogere aantallen van midden september tot midden november (Vogelbescherming, n.d.-d). Grote jagers komen sporadisch voor op het Nederlands Continentaal Plat. Hoewel hun aantallen laag zijn, worden ze vooral in de maand augustus vaker waargenomen. Het gebied waar ze het meest voorkomen, ligt in het noordwesten van Noord-Holland (Figuur A2-13). Het is onwaarschijnlijk dat er grote jagers voorkomen in het plangebied.



Figuur A2-13. Verspreiding van de grote jager op het Nederlands Continentaal Plat (van Bemmelen et al., 2024). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

A2.1.14 Trekvogels

De zuidelijke Noordzee (51-52 ˚NB) vormt een belangrijk leef- en doortrekgebied voor een aantal vogelsoorten die het gebied gebruiken om te foerageren, te slapen en/of door te migreren. Er zijn grofweg drie categorieën van trekvogels die van de Noordzee gebruik maken. De eerste categorie zijn de zeevogels die broeden op het land, maar brengen het grootste deel van hun level op zee door, waar ze in zoute wateren foerageren en goed aangepast zijn aan het mariene milieu (Tabel A2-1). Sommige soorten hebben een duidelijke voorkeur voor offshore gebieden, terwijl andere voor hun foerageergebied meer kustgebonden zijn en zich binnen een straal van 20 km van de kustlijn ophouden (Stienen et al., 2007). Een tweede categorie zijn de kustvogels, die broeden aan de kust, maar op zee foerageren. Een aantal soorten zee- en kust vogels gebruikt de Noordzee alleen als doortrekgebied, maar andere overwinteren ook deels aan de Nederlandse kust (Tabel A2-1). Een derde categorie is de landvogels (zangvogels, roofvogels, steltlopers, watervogels), deze soorten gebruiken de Noordzee enkel als doortrekgebied.

Tabel A2-1. Overzicht van geschatte aantallen vogels van het Nederlandse kustgebied die de zuidelijke Noordzee (51-52 ˚NB) gebruiken als overwintering- en doortrekgebied per jaar, met een indicatie van de afstand van het leefgebied ten opzichte van de kust, populatietrends, de landelijke staat van instandhouding en de Natura 2000 gebieden waar de soort voor is aangewezen.

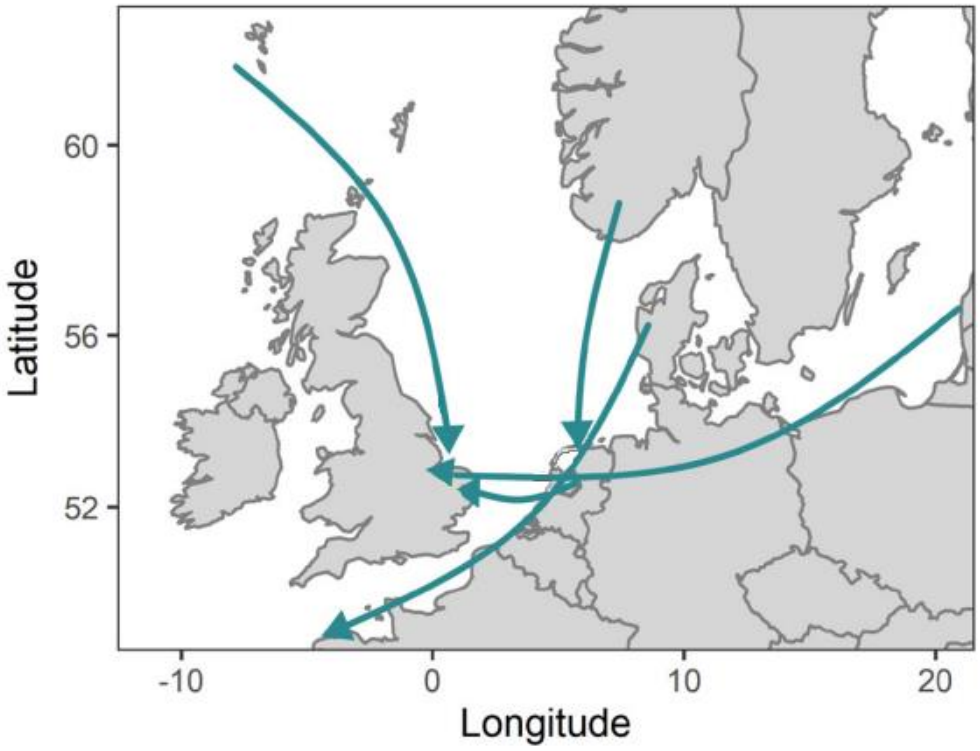
Trekvogelsoorten (Noordeze 51 52 ˚ ˚NB)	Categorie	Geschatte max. doortrek 2008 2012 (Sovon, 2022) ** 2012 2017 (Sovon, 2022)	Geschat max. overwinterende vogels 2013 2015 (Sovon, 2022)	Afstand van de kust (oa Stienen et al., 2007)	Trend laatste twaalf jaar (Sovon, 2022)	Landelijke staat van instandhouding (niet (broedvogel) ***	Aangewezen Natura 2000 gebieden Noordzee
Roodkeelduiker (*Gavin sellata*)	Zeevogel	2.000-10.000	2.000-10.000	K	+, +	Gunstig	N, V
Fuut (*Podiceps christatus*)	Kustvogel	26.000-33.000**	20.000-25.000	K	0	Matig ongunstig	V
Noordse stormvogel (*Fulmarus glacialus*)	Zeevogel	50.000-200.000	10-20	O	-	Gunstig	-
Jan-van-Gent (*Morus bassanus*)	Zeevogel	10.000-50.000	500-2500	O	+	Gunstig	B
Aalscholver (*Phalacrocorax carbo*)	Kustvogel	46.100-72.200**	29.000-38.000	K	+, 0	Gunstig	N, V
Eider (*Somateria mollissima*)	Kustvogel	50.000-200.000	97.000-110.000	K	++, ++	Zeer ongunstig	N, V
Zwarte zee-eend (*Melanitta negra*)	Zeevogel	10.000-50.000	40.000-50.000	K	+, ~	Zeer ongunstig	N, V
Scholekster (*Haematopus ostralegus*)	Kustvogel	180.000-120.000**	170.000-190.000	K	~, +	Zeer ongunstig	N, V
Grote jager (*Stercorarius skua*)	Zeevogel	2.000-10.000	20-50	O	?	Onbekend	B
Dwergmeeuw (*Larus minutus*)	Zeevogel	10.000-50.000	200-400	K	+, +, ?	Gunstig	N, V, B
Kokmeeuw (*Larus ridibundus*)	Zeevogel	390.000-600.000**	380.000-420.000	K	0	Gunstig	-
Stormmeeuw (*Larus canus*)	Zeevogel	300.000-450.000**	350.000-430.000	K	0	Gunstig	-

Trekvogelsoorten (Noordeze 51 52 ° °NB)	Categorie	Geschatte max. doortrek 2008 2012 (Sovon, 2022) ** 2012 2017 (Sovon, 2022)	Geschat max. overwinterende vogels 2013 2015 (Sovon, 2022)	Afstand van de kust (oa Stienen et al., 2007)	Trend laatste twaalf jaar (Sovon, 2022)	Landelijke staat van instandhouding (niet (broedvogel) ***	Aangewezen Natura 2000 gebieden Noordzee
Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*)	Zeevogel	200.000-1.000.000	500-1500	K/V*	+	Matig ongunstig	-
Zilvermeeuw (*Larus argentatus*)	Zeevogel	88.100-160.000	100.000-130.000	K/V*	-	Matig ongunstig	-
Grote mantelmeeuw (*Larus marinus*)	Zeevogel	6.700-9.800**	5.400-6.500	V	0	Matig ongunstig	B
Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*)	Zeevogel	50.000-200.000	1.000-4.000	O/V*	0	Gunstig	-
Grote stern (*Thalasseus sandvicensis*)	Zeevogel	10.000-50.000	15-30	K	?	Zeer ongunstig	V
Visdief (*Sterna hirundo*)	Zeevogel	10.000-50.000	Nihil	K	?	Zeer ongunstig	V
Dwergstern (*Sterna abifrons*)	Zeevogel	500-2000	Nihil	K	~	Onbekend	N
Zeekoet (*Uria aalge*)	Zeevogel	200.000-1.000.000	1000-2500	O	+	Gunstig	V, F
Alk (*Alca torda*)	Zeevogel	50.000-200.000	50-250	O	?	Onbekend	B

*K = kust-soort met grootste aantallen op max. 20 km van de kustlijn, O = offshore-soort die nauwelijks wordt waargenomen binnen 20 km van de kustlijn, V = Verspreid over zowel kust- als offshore wateren, N = Noordzeekustzone, V = Voordelta, B = Bruine Bank, F = Friese Front, * = Verspreidingspatronen zijn seizoensafhankelijk, ** = Tellingen in periode 2012-2017 en *** = Bepaling Staat van Instandhouding (geen Natura 2000) | Sovon*

Trekroutes

Door de ligging tussen Scandinavië, Nederland, Duitsland en de Britse eilanden, is de Noordzee het kruispunt van één van ‘s werelds grootste migratiesystemen ter wereld: The East-Atlantic Flyway (Bird Life International 2010). Jaarlijks trekken er ‘s nachts ongeveer honderd miljoen trekvogels van 250 verschillende soorten over de Noordzee om op zoek te gaan naar hun overwinteringsgebieden in het noorden of hun broedgebieden in het zuiden (Hüppop et al., 2006). Er zijn op de Nederlandse Noordzee grofweg twee relevante vogeltrekbewegingen te onderscheiden: de oost-westtrek (van oost Europa naar het Verenigd Koninkrijk) en noord-zuidtrek (van Scandinavië naar Zuid-Europa of Afrika), die elk afhankelijk van de locatie van herkomst en bestemming van de vogels weer verder zijn onder te verdelen (Bradarić et al., 2020; Lensink et al., 1999) (Figuur A2-14). De breedte van deze zone is variabel, afhankelijk van soort, jaargetijde en weersinvloeden (Camphuysen & Leopold, 1994; Camphuysen & Van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994).



Figuur A2-14. Globale weergave van trekroutes over de Noordzee (Braderic et al., 2020).

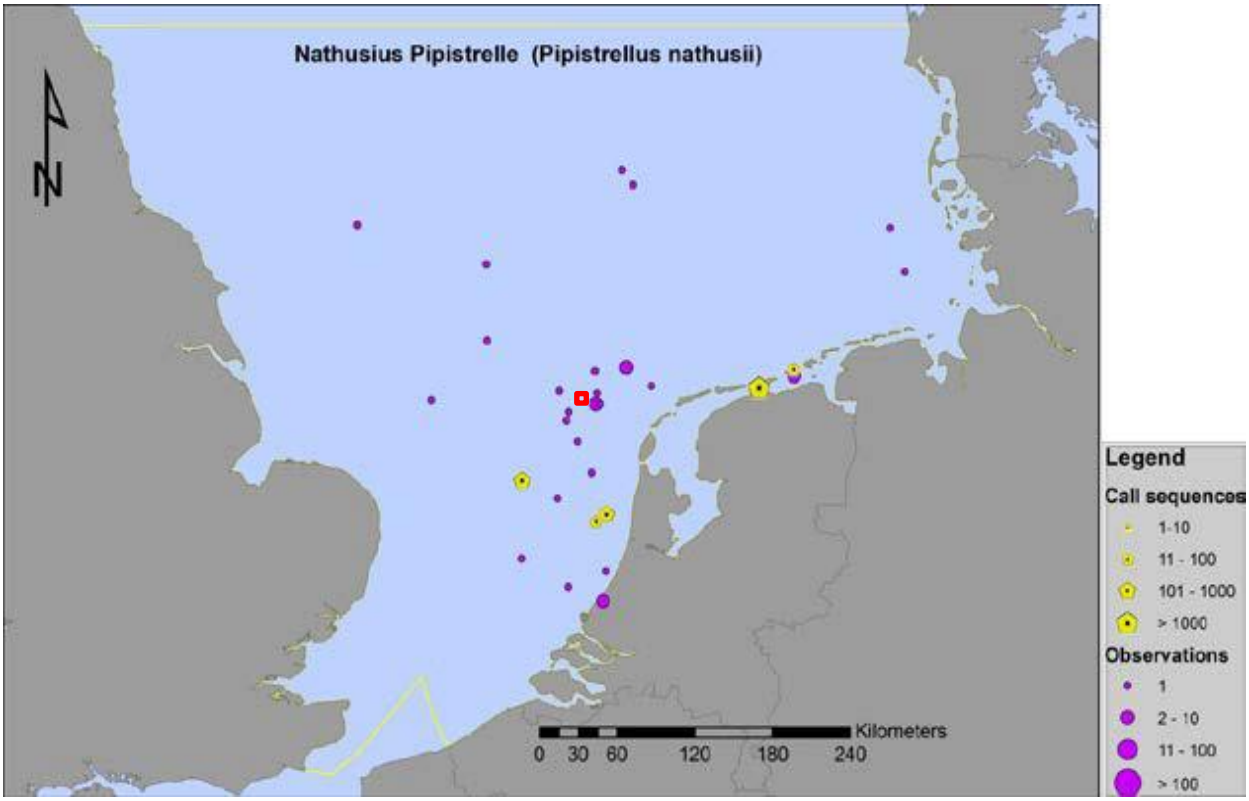
Timing

Voor landvogels die normaal niet in of rondom zout water leven, kan migreren over grote watermassa's zoals de Noordzee (960 km van noord naar zuid) een groot risico vormen, omdat er geen plaats om te rusten, foerageren en te schuilen (Bradarić et al., 2020; Shamoun-Baranes & van Gasteren, 2011). Om het risico op uitputting en verhongering zo klein mogelijk te maken, stemmen trekvogels hun nachtelijke vertrekdatum goed af op de windrichting en hun einddoel (Bradarić et al., 2020). Over de Noordzee vinden er in een jaar twee verschillende momenten plaats waar de vogeltrek het grootst is: het voorjaar (half feb-eind mei) en het najaar (begin aug-eind nov). Migratiepieken vinden veelal plaats wanneer het stabiel weer is dat gedomineerd wordt door hogedruk systemen zonder regen of regenfronten (Manola et al., 2020). Uit onderzoek van Bradarić et al. (2020) blijkt dat vogels in het voorjaar de dominante zuidwestelijke windrichting gebruiken als rugwind om de oversteek over de Noordzee te maken en vanuit Engeland naar het oosten te migreren. In het najaar vertrekt het grootste aandeel vogels vanuit Denemarken, Duitsland en het noorden van Nederland richting het zuidwesten van Europa (Bradarić et al., 2020). Voor de najaarstrek is zijwind het meest geschikt (Manola et al., 2020).

A2.2 Vleermuizen

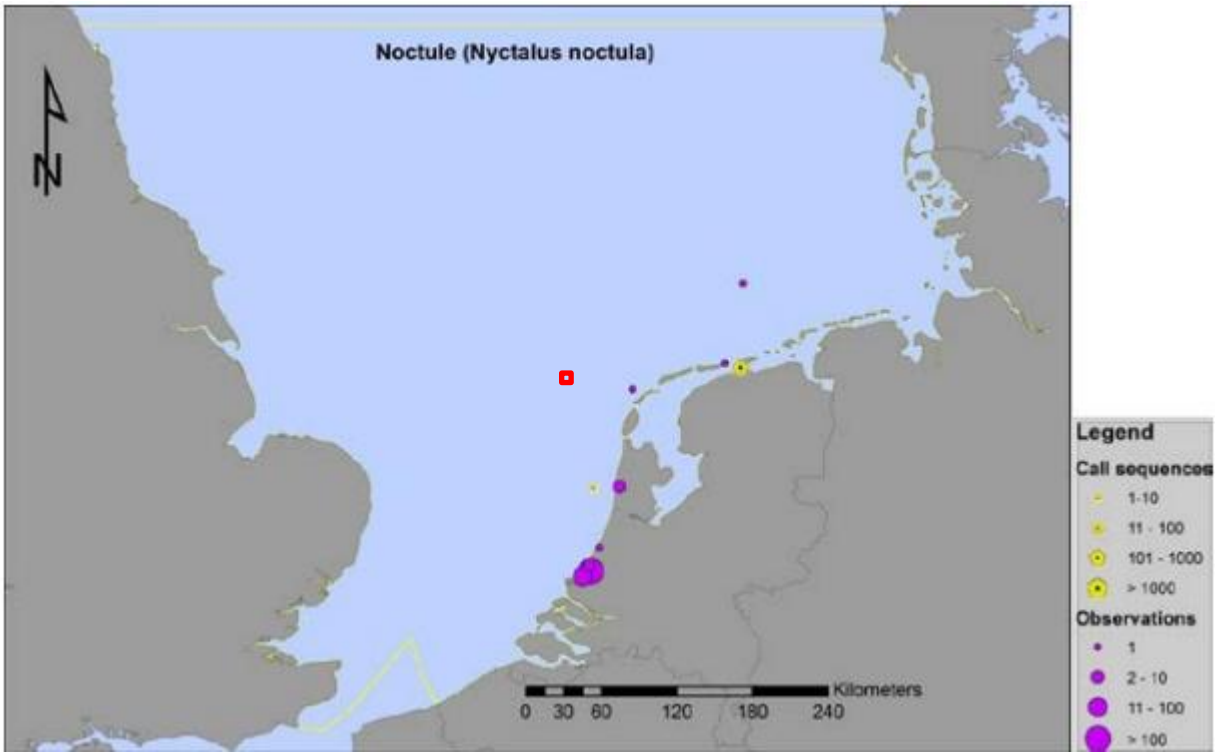
In de kuststreek komen diverse vleermuissoorten voor, waaronder ruige en gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii* en *Pipistrellus pipistrellus*), rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*), watervleermuis (*Myotis daubentonii*) en meervleermuis (*Myotis dasycneme*). Vleermuizen hebben hun verblijfplaatsen op het land. Van grofweg maart tot en met november maken vleermuizen vanuit hun verblijfplaatsen foerageertochten. In de winterperiode gaan ze in winterslaap en foerageren ze nagenoeg niet. De foerageerafstand vanaf de kust van de watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis is minder dan 10 kilometer. Foeragerende vleermuizen komen daarom hoogstwaarschijnlijk niet voor in het plangebie.

De migrerende rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis trekken in de herfst naar plaatsen met een zacht zeeklimaat (Rydell et al., 2010). Van met name de ruige dwergvleermuis is bekend dat deze soort in het voor- en najaar van Noord-Holland over de Noordzee naar Groot-Brittannië trekt (Boshamer & Bekker, 2008; Fleming et al., 2003). De najaarstrek lijkt volgens Lagerveld et al., 2019 iets sterker te zijn dan de voorjaarstrek. Of daarbij sprake is van gespreide trek in ruimte of dat ze in een nauwe band de oversteek maken is momenteel nog onduidelijk. Evenmin is duidelijk of de vleermuizen alleen 's nachts trekken of dat zij ook bij daglicht over de Noordzee migreren. In de Nederlandse windparken OWEZ[11] en PAWP[12] voor de kust van Egmond aan Zee, zijn ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Figuur A2-15, Jonge Poerink et al., 2013). Deze soorten zijn beschermd via het Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn (Ow Bal § 11.2.3). Het is mogelijk dat migrerende ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen (zeer) incidenteel in het plangebied voorkomen.



Figuur A2-15. De verspreiding van de ruige dwergvleermuis (Pipistrellus nathusii) (Rijkswaterstaat, 2015c). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant.

[11] *OWEZ: Offshore Windpark Egmond aan Zee*
[12] *PAWP: Princes Amalia WindPark*



Figuur A2-16. De verspreiding van de rosse vleermuis (Nyctalus noctula) (Leopold et al., 2015). Het plangebied is indicatief aangegeven met het rode vierkant

Appendix

3. Soortenlijst ‘s nachts overtrekkende zangvogels

Royal HaskoningDHV

A3 Soortenlijst ’s nachts overtrekkende zangvogels

Tabel A3-1. Lijst met ’s nachts trekkende zangvogels op het Nederlands Continentaal Plat. Voor deze soorten geldt dat niet uitgesloten kan worden dat er jaarlijks minder dan één slachtoffer valt.

NL	Wetenschappelijke naam
Merel	*Turdus merula*
Kramsvogel	*Turdus pilaris*
Koperwiek	*Turdus iliacus*
Zanglijster	*Turdus philomelos*
Veldleeuwerik	*Alauda arvensis*
Boomleeuwerik	*Lullula arborea*
Boerenzwaluw	*Hirundo rustica*
Waterpieper	*Anthus spinoletta*
Rotspieper	*Anthus petrosus*
Goudhaan	*Regulus regulus*
Sprinkhaanzanger	*Locustella naevia*
Bosrietzanger	*Acrocephalus palustris*
Rietzanger	*Acrocephalus schoenobaenus*
Fitis	*Phylloscopus trochilus*
Tjiftjaf	*Phylloscopus collybita*
Zwartkop	*Sylvia atricapilla*
Tuinfluiter	*Sylvia borin*
Grasmus	*Sylvia communis*
Heggenmus	*Prunella modularis*
Grauwe vliegenvanger	*Muscicapa striata*
Bonte vliegenvanger	*Ficedula hypoleuca*
Roodborst	*Erithacus rubecula*
Gekraagde roodstaart	*Phoenicurus phoenicurus*
Tapuit	*Oenanthe oenanthe*
Spreeuw	*Sturnus vulagris*
Vink	*Fringilla coelobs*
Keep	*Fringilla montifringilla*
Sijs	*Spinus spinus*
Ortolaan	*Emberiza hortulana*
Sneeuwgors	*Plectrophenax nivalis*

Appendix

4. Handleiding voor Collision Risk Model

Royal HaskoningDHV

A4 Handleiding voor het Collision Risk Model

Notitie / Memo

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
INDUSTRY & BUILDINGS

Aan:	Click to enter "Recipient"
Van:	Sabine Hoek
Datum:	11 maart 2025
Kopie:	
Ons kenmerk:	-RHD-XX-ZZ-BEP-Z-0001
Classificatie:	Projectgerelateerd
Gecontroleerd door	Click or tap here to enter text.

Onderwerp: **Collision Risk Modelling Aramis Project**

The collision risk model – versions and options

- 2 models – deterministic (original – Band / spreadsheet) and stochastic (sCRM)
- Essentially the same model (outputs not perfect match even if run sCRM as deterministic)
- 2 versions of CRM, each with 2 options
  - Basic (options 1 and 2) – assumes uniform flight height distribution across rotor swept zone
  - Extended (options 3 and 4) – modelled flight height distributions across rotor swept zone
  - Options 1 and 4 – site-specific flight data
  - Options 2 and 3 – 'generic' flight height data (i.e. Johnston *et al.* 2014a,b)
- Current position of SNCBs – focus is on Basic version (usually option 2) / tend not to advocate use of Extended version
- (Discrepancies in definitions of options 1 and 2 as given in sCRM manual)

For the CRM, option 2 sCRM was selected. This assumes uniform flight height distribution across the rotor swept zone, and uses 'generic' flight height data (i.e. Johnston et al. 1014a,b).

Gebruikte model en versie: Avian Stochastic CRM
https://dmpstats.shinyapps.io/avian_stochcrm/

Disclaimers:

1. **Data Limitations**: Many of the values were not directly obtainable. We have approximated them based on similar situations.
2. **Biological Hypothesis**: The reason we trust these figures is that they align with our biological hypothesis.

3. **Expert Consultation**: *We consulted with bird experts who assessed the impact for the Aramis turbines to be not significant.*
4. **Uncertainty in Input Data**: It is uncertain how the uncertainties in the input data affect the final results.
5. **Bird Densities**: Bird densities are not based on in-flight data. We have always taken a worst-case scenario approach, rounding up the numbers. Therefore, we included all birds, not just those in flight.

Gebruikte model en versie: Avian Stochastic CRM
https://dmpstats.shinyapps.io/avian_stochcrm/

A4.1 Input parameters

A4.1.1 Windfarm features

Table A4-1. Model inputs L10-R (ENI).

Parameter	Value	Rationale / source
Number of Turbines	3	From supplied (technical) information.
Latitude (deg)	53.6	From supplied (technical) information.
Width (km)	0.0373	From supplied (technical) information, in these calculations we consider the maximum width of the platform the width of the windfarm.
Tidal Offset (m)	1.08	
Upwind flights (%)	50	This is the percentage of upwind bird flights. It should be 50% unless direction of travel is biased in a particular direction.

Table A4-2. Model inputs D-HUBN.

Parameter	Value	Rationale / source
Number of Turbines	3	From supplied (technical) information.
Latitude (deg)	53.51	From supplied (technical) information.
Width (km)	0.0331	From supplied (technical) information, in these calculations we consider the maximum width of the platform the width of the windfarm.
Tidal Offset (m)	1.08	
Upwind flights (%)	50	This is the percentage of upwind bird flights. It should be 50% unless direction of travel is biased in a particular direction.

Table A4-3. Model inputs L4-A (TotalEnergies).

Parameter	Value	Rationale / source
Number of Turbines	3	From supplied (technical) information.
Latitude (deg)	53.72	From supplied (technical) information.
Width (km)	0.0365	From supplied (technical) information, in these calculations we consider the maximum width of the platform the width of the windfarm.
Tidal Offset (m)	1.08	
Upwind flights (%)	50	This is the percentage of upwind bird flights. It should be 50% unless direction of travel is biased in a particular direction.

Table A4-4. K14-FA2 (Shell)

Parameter	Value	Rationale / source
Number of Turbines	3	From supplied (technical) information.
Latitude (deg)	53.27	From supplied (technical) information.
Width (km)	0.0359	From supplied (technical) information, in these calculations we consider the maximum width of the platform the width of the windfarm.
Tidal Offset (m)	1.08	Rijkswaterstaat Waterinfo, measured values on location close by the locations of this study. Astronomisch getij - Rijkswaterstaat Waterinfo. The highest Tidal Offset was used.
Upwind flights (%)	50	This is the percentage of upwind bird flights. It should be 50% unless direction of travel is biased in a particular direction.

No to large array correction

Table A4-5. Extra information: tidal offset

Date	Max. tidal offset (m)		
	Q1 A	K14	L9
10-dec	0,67	0,73	0,85
9-dec	0,68	0,73	0,85
8-dec	-	-	0,87
7-dec	0,68	0,75	-
6-dec	0,68	0,77	0,90
5-dec	0,66	0,78	0,92
4-dec	0,63	0,78	0,92
3-dec	0,61	0,77	0,90
2-dec	0,61	0,75	0,86
1-dec	0,60	0,72	0,83
30-nov	0,62	0,71	0,83
29-nov	0,62	0,68	0,83
28-nov	0,61	0,65	0,82
27-nov	0,59	0,61	0,79
26-nov	0,58	0,57	0,75
25-nov	0,57	0,56	0,73
24-nov	-	0,58	0,74
23-nov	0,59	0,64	0,79
22-nov	0,61	-	0,86
21-nov	0,64	0,72	-
20-nov	0,68	0,79	0,92
19-nov	0,69	0,85	0,96

Date	Max. tidal offset (m)		
	Q1 A	K14	L9
18-nov	0,67	0,87	
17-nov	0,71	0,94	
16-nov	0,77	0,98	
15-nov	0,79	0,96	
14-nov	0,78	0,91	
13-nov	0,73	0,83	
12-nov	0,66	0,73	
11-nov	0,60	0,64	
10-nov	0,56	0,60	
max	0,79	0,98	1,08

A4.1.2 Turbine parameters

Table A4-6. Model inputs for the turbines

Parameter	Value	Rationale / source
Turbine Model (MW)	0.006	From supplied (technical) information.
No. of blades	3	From supplied (technical) information.
Rotor Radius (m)	2.8	From supplied (technical) information.
Air Gap (m)	37.97	
Max blade width	0.51	This is an estimation based on reference images and the technical data that was provided.

Table A4-7. Supplied turbine data

	L10 R	K14 FA	L4 A	DHUB N
Operator	Eni	Shell	Total Energies	Aramis
Type of turbinee	SD6+	SD3EX	SD6+	SD6+
Number of turbines	3	4	3	2
Mast height (m)	15	6 (2x) en 9 (2x)	15	15
Hub height above sea level (m)	41	>39	46	50
Number of rotors	3	3	3	3
Rotor area (m^2)	5,6	3,9	5,6	5,6
Rotor swept area (m^2)	24,6	11,34	24,6	24,6
Maximum rotor tip speed (km/h)	210	220	210	210
Maximum rotational speed (rpm)	200	300	200	200
Cut in speed (m/s)	2,5	2,5	2,5	2,5
Cut out speed (m/s)	Geen	Geen	Geen	Geen

Table A4-8. Model inputs: monthly operation.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
Wind availability	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Mean Downtime (%)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
SD Downtime (%)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

Extra information: approach to values mean downtime with standard deviation

Wind availability

It was difficult to make an estimation of the wind availability in relation to the turbines and platforms. Here, a 'worst case' was used for the model in which there is almost always wind available.

Mean downtime + Standard deviation

The values for the mean downtime were created based information given by the turbine supplier. Through a call we were informed that the downtime is about 4-5 hours once in a year. It was estimated that about once every three years there is a longer routine maintenance of 2 weeks.

Calculation steps:

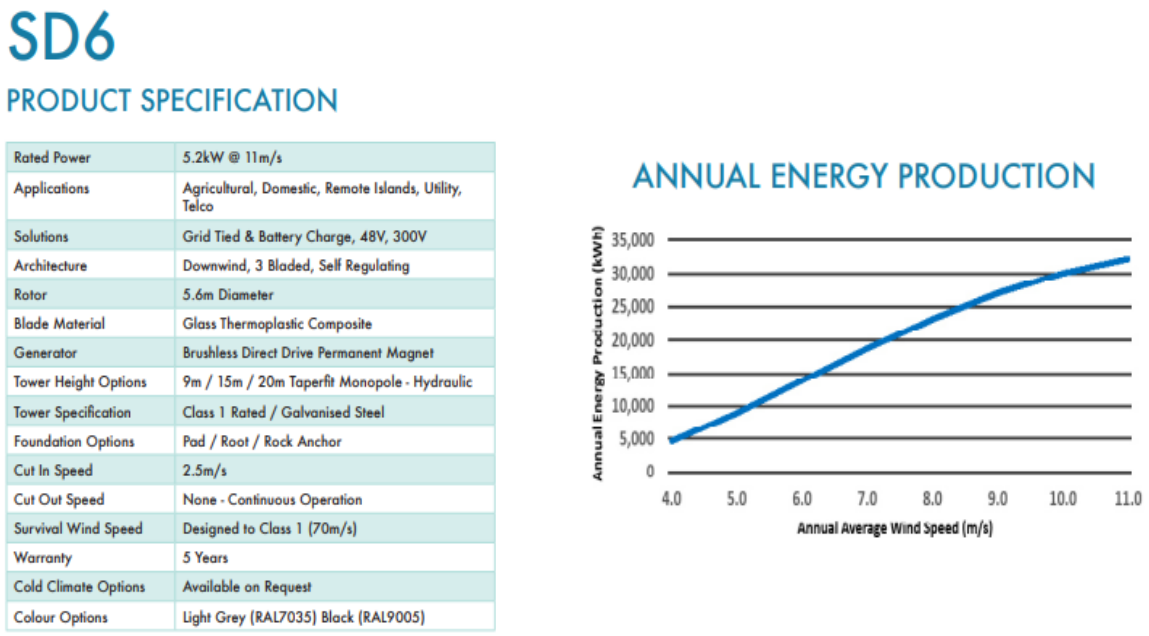
1. Calculate the total number of hours per year and per month:
    - Hours per year: 365 days×24 hours=8760
    - Hours per month: (8760 hours / 12 months) =730 hours per month
2. Maintenance information:
    - Annual maintenance: average of 4.5 hours (between 4 and 5 hours)
    - Maintenance once every 3 years: 2 weeks (14 days)
      = 2 weeks×7 days×24 hours=336 hours
3. Calculate the total maintenance hours per year:
    - Annual maintenance: 4.5 hours
    - Maintenance once every 3 years: 336 hours / 3 years =112 hours per year
    - Total maintenance per year: 4.5 hours+112 hours=116.5 hours per
4. Calculate the monthly downtime percentage:
    - Monthly downtime
      percentage: 116.5 hours per year/8760 hours per year×100÷12 months=0.110826%87 60 hours per year116.5 hours per year×100÷12 months=0.110826%
5. Introduce variability with a standard deviation:
    - Chosen standard deviation: 50% of the mean downtime
      percentage: 0.110826%×0.5=0.055413%
    - Add a normal distribution with a mean of 0 and the chosen standard deviation:
    - monthly_downtime_percentages += np.random.normal(0, 0.055413, 12) *(Excel)*
6. Calculate the mean and standard deviation of the downtime percentage per month:
    - Mean downtime percentage per
      month: mean(monthlydowntimepercentages)=0.107281%
      rounded to 0.11
    - Standard deviation of downtime percentage per
      month: std(monthlydowntimepercentages)=0.065031%
      rounded to 0.07

Rotation Speed and Blade Pitch

Modelling choice: choose between simulating rotor speed and pitch from probability distributions OR from a relationship with wind speed

The turbine supplier stated that this type of mechanism does not come with a mean blade pitch. The only possible solution was to make an estimation of the relationships between the wind speed, rotation speed and blade pitch.

The following information is known (SD3EX 3kW Offshore Wind Turbines | Oil & Gas Wind Turbines):



SD6

PRODUCT SPECIFICATION

Rated Power	5.2kW @ 11m/s
Applications	Agricultural, Domestic, Remote Islands, Utility, Telco
Solutions	Grid Tied & Battery Charge, 48V, 300V
Architecture	Downwind, 3 Bladed, Self Regulating
Rotor	5.6m Diameter
Blade Material	Glass Thermoplastic Composite
Generator	Brushless Direct Drive Permanent Magnet
Tower Height Options	9m / 15m / 20m Taperfit Monopole - Hydraulic
Tower Specification	Class 1 Rated / Galvanised Steel
Foundation Options	Pad / Root / Rock Anchor
Cut In Speed	2.5m/s
Cut Out Speed	None - Continuous Operation
Survival Wind Speed	Designed to Class 1 (70m/s)
Warranty	5 Years
Cold Climate Options	Available on Request
Colour Options	Light Grey (RAL7035) Black (RAL9005)

Figure A4- 1 Product specifications of the turbine type to be used.

The following paper was used to study the relationships between wind speed, rotation speed and blade pitch, and the workings of this mechanism:

https://www.researchgate.net/publication/237720591_Passive_Pitch_Control_Of_Small_Horizontal_Axis_Wind_Turbines
Hertel, J., Nygaard, T., & Duque, E. (2004). Passive pitch control of small horizontal axis wind turbines. In *42nd AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit* (p. 1369).

The following figures were especially helpful in understanding the spring mechanism:

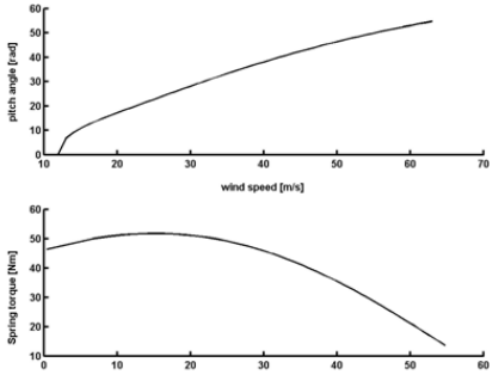


Figure 7:Spring characteristic.

The upper Figure 7 shows the pitch angle needed in order to keep the power constant at the increasing wind speed. The lower Figure 7 shows how a "per-

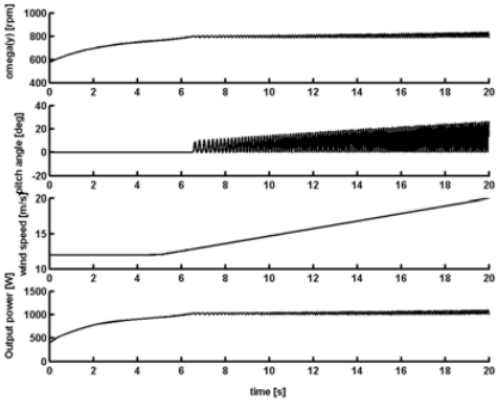


Figure 8: The pitch mechanism is activated when the rotational speed exceeds 800 rpm and the wind speed is above rated.

Figure A4- 2 Snippet of an article on the workings of the passive spring mechanism.

Based on this information, the following assumptions and decisions were made:

- The turbine can handle a windspeed up to 70 m/s, this determines the range of the dataset.
- There is a cut-in wind speed 2.5 m/s. Before this wind speed the rotation speed is 0.
- The spring mechanism activates when the turbine gets close to the maximum rotation speed.
- The rated power is 5.2 kW at 11 m/s. It was assumed that around this value, the rotation speed is approaching the maximum rotation speed (200). Around this value, the blade pitch will start to shift.
- In the paper, the maximum blade pitch was 62 degrees. After comparing the technical specs of those turbines, it that it is likely the turbines in this project have a similar max blade pitch.

These assumptions gave a few values to use. To obtain an estimation for the rest of the values, formulas were created that follow the line of thinking from the paper.

Blade Pitch Formula

Formula: $\text{Blade Pitch} = 62 \cdot (1 - e^{-0.1 \cdot (\text{Wind Speed} - 11)})$

Explanation:

- Blade Pitch: This is the angle of the wind turbine blades.
- Wind Speed: The speed of the wind in meters per second (m/s).
- 62: This is the horizontal asymptote, meaning the blade pitch will approach but never exceed 62 degrees.
- 11: The wind speed at which the blade pitch starts to increase from 0 degrees.
- 0.1: This constant determines how quickly the blade pitch approaches the asymptote.

This formula means that the blade pitch starts at 0 degrees when the wind speed is 11 m/s and gradually increases, approaching 62 degrees as the wind speed increases.

Figure resulting from created values:

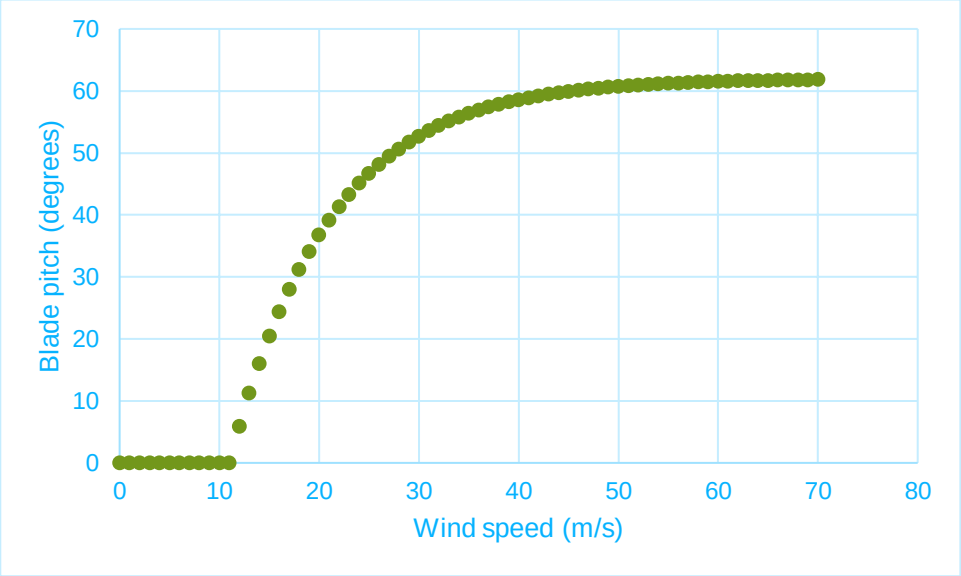


Figure A4-3 Blade pitch as a result of wind speed.

Rotation Speed Formula

Formula: Rotation Speed=200·(1−e−0.5·(Wind Speed−2.5))

Explanation:

- Rotation Speed: This is the rotational speed of the wind turbine in revolutions per minute (rpm).
- Wind Speed: The speed of the wind in meters per second (m/s).
- 200: This is the horizontal asymptote, meaning the rotation speed will approach but never exceed 200 rpm.
- 2.5: The wind speed at which the rotation speed starts to increase from 0 rpm.
- 0.5: This constant determines how quickly the rotation speed approaches the asymptote.

This formula means that the rotation speed starts at 0 rpm when the wind speed is 2.5 m/s and gradually increases, approaching 200 rpm as the wind speed increases.

Figure resulting from created values:

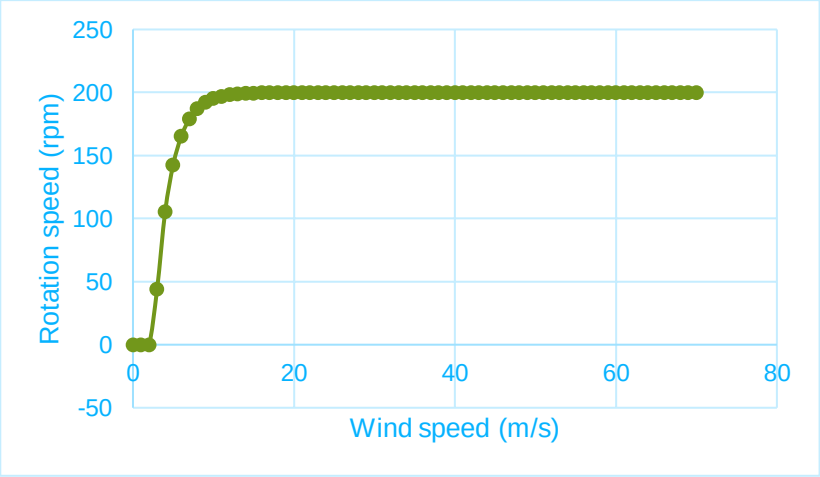


Figure A4-4. Rotation speed as a result of wind speed.

Model inputs: Relationship between wind speed, rotation speed and blade pitch (*approximated*)

Table A4-9. Rotation speed and blade pitch in response to wind speed.

Wind speed (ms/)	Rotation speed (rpm)	Blade Pitch (deg)
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		5,900080082
		11,23869331
		16,06927032
		20,44015715
		24,3950991
		27,97367856
		31,21171116
		34,14160422
		36,7926811
		39,19147465
		41,36199281
		43,32595886
		45,10302883
		46,71098824
		48,16593007
		49,48241588
		50,67362151
		51,75146893
		52,72674561
		53,60921244
		54,40770145
		55,13020418
		55,78395169

Wind speed (ms/)	Rotation speed (rpm)	Blade Pitch (deg)
		56,3754869
		56,91073009
		57,39503815
		57,83325821
		58,22977612
		58,58856036
		58,91320176
		59,20694945
		59,47274335
		59,71324362
		59,93085726
		60,12776223
		60,30592921
		60,46714136
		60,61301214
		60,74500149
		60,86443039
		60,97249413
		61,07027424
		61,15874934
		61,23880493
		61,31124221
		61,37678618
		61,43609282
		61,48975568
		61,53831185
		61,58224729
		61,62200171
		61,65797301
		61,69052118
		61,71997198
		61,74662017
		61,77073245
		61,79255014
		61,81229161
		61,83015442

Table A4- 10. Model inputs for wind speed.

<table>
<tr><th>Parameter</th><th>Value</th><th>Rationale / source</th></tr>
<tr><td>Wind Speed (m/s)</td><td>8</td><td>KNMI - KNMI North Sea Wind atlas was used to get a general value for the average wind speed. The value of 8 was chosen based on the height of the turbines on top of the platform. The windspeed varies for different locations on the North Sea, but this value is assumed to be a good estimation for all relevant locations.
<table>
<tr><th>Height (m)</th><th>Average windspeed (m/s)</th></tr>
<tr><td>10</td><td>7.5</td></tr>
<tr><td>20</td><td>8.0</td></tr>
<tr><td>40</td><td>8.5</td></tr>
<tr><td>60</td><td>9.0</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>SD of Wind Speed (m/s)</td><td>2</td><td>Based on the Differences in wind speeds given in the source above, a standard deviation of 2 accounts for a good amount of variability.</td></tr>
</table>

Resulting figure

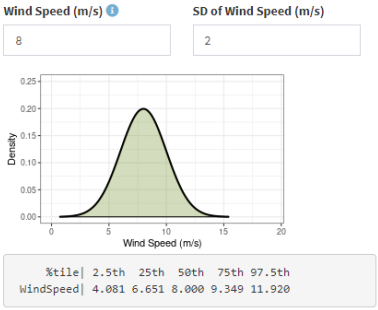


Figure A4-5. Normal distribution of wind speed.

A4.1.3 Bird data

Bird parameters

Sources: Guidance Note 7: Guidance to support Offshore Wind Applications: Marine Ornithology - Advice for assessing collision risk of marine birds | NatureScot

Potiek, A., Leemans, J. J., Middelveld, R. P., & Gyimesi, A. (2022). Cumulative impact assessment of collisions with existing and planned offshore wind turbines in the southern North Sea. *Analysis of additional mortality using collision rate modelling and impact assessment based on population modelling for the KEC*, *4*, 21-205.

Tool: Avian Stochastic CRM

The various sources for obtaining the values for the bird parameters are mentioned above. The choice of source varies by species. Generally, the two sources are very similar, so a 'worst case' scenario was chosen in all cases, which was typically the NatureScot value. There is one exception: for the lesser black-backed gull, there was a significant discrepancy between the sources. In this case, we opted for the Dutch value from the KEC, as the KEC provided a specific description of how the value was derived. This detailed explanation gave us confidence in the accuracy and relevance of the KEC value for this particular species.

Table A4-11. Model inputs for black legged kittiwake.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.39 (0.005)	
Wingspan (m)	1.08 (0.0625)	
Flight Speed (m/s)	13.1 (0.40)	
Nocturnal Activity (proportion)	0.375 (0.0637)	
Basic avoidance	0.993 (0.0003)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1) We were unable to get a parameter for this (or understand exactly how to approach this value). This is why 1 was chosen everywhere as a worst case.

Table A4-12. Model inputs for common guillemot.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.395 (0.00075)	
Wingspan (m)	0.67 (0.015)	
Flight Speed (m/s)	19.1 (0.0)	
Nocturnal Activity (proportion)	0 (0)	
Basic avoidance	0.99 (0.0)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1) We were unable to get a parameter for this (or understand exactly how to approach this value). This is why 1 was chosen everywhere as a worst case.

Table A4-13. Model inputs for great black-backed gull.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.71 (0.035)	
Wingspan (m)	1.58 (0.0375)	
Flight Speed (m/s)	13.7 (0.40)	
Nocturnal Activity (proportion)	0.375 (0.0637)	
Basic avoidance	0.994 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1)

Table A4-14. Model inputs for herring gull.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.595 (0.0225)	
Wingspan (m)	1.44 (0.03)	
Flight Speed (m/s)	12.8(0)	
Nocturnal Activity (proportion)	0.375 (0.0637)	
Basic avoidance		
		Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1)

Table A4-15. Model inputs for lesser black-backed gull.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.58 (0.02)	

Parameter	Value (SD)	Notes
Wingspan (m)	1.43 (0.025)	
Flight Speed (m/s)	9.41 (3,92)	
Nocturnal Activity (proportion)	0.43 (0.0637)	
Basic avoidance	0.998 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1)

Table A4-16. Model inputs for northern fulmar.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.45 (0.025)	
Wingspan (m)	1.11 (0.005)	
Flight Speed (m/s)	13(0)	
Nocturnal Activity (proportion)	0.75 (0.00)	
Basic avoidance	0.991 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1)

Table A4-17 Model inputs for red-throated diver.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.61 (0.04)	
Wingspan (m)	1.11 (0.025)	
Flight Speed (m/s)	17(0)	
Nocturnal Activity (proportion)	UNKNOWN estimate 0.375 (0.0637)	
Basic avoidance	0.995 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	0.25(0)	Required for the basic model (option 1)

Table A4-18. Model inputs for sandwich tern.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.330 (0.0100)	
Basic avoidance	0.991 (±0.0004)	Required for the basic model (option 1)

Parameter	Value (SD)	Notes
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	0.25(0)	Required for the basic model (option 1)

Table A4-19 Model inputs for little gull.

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.26 (0.005)	
Wingspan (m)	0.78 (0.0125)	
Flight Speed (m/s)	11.5 (0.0)	
Nocturnal Activity (proportion)	0 (0)	
Basic avoidance	0.994 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	We were unable to get a parameter for this (or understand exactly how to

Table A4-20.Model inputs forrazorbill

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.38 (0.005)	
Wingspan (m)	0.66 (0.0125)	
Flight Speed (m/s)	16 (0.0)	
Nocturnal Activity (proportion)	1 (0)	
Basic avoidance	0.994 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	We were unable to get a parameter for this (or understand exactly how to

Table A4-21. Model inputs forcommon tern

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.33 (0.01)	
Wingspan (m)	0.88 (0.0525)	
Flight Speed (m/s)	10,9 (0.0)	
Nocturnal Activity (proportion)	1 (0)	
Basic avoidance	0.994 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)

Parameter	Value (SD)	Notes
Proportion at CRH	1 (0)	We were unable to get a parameter for this (or understand exactly how to

Table A4-22. Model inputs fororthern gannet

Parameter	Value (SD)	Notes
Flight type	Flapping	
Body length (m)	0.935 (0.0325)	
Wingspan (m)	1.73 (0.0375)	
Flight Speed (m/s)	14,9 (0.0)	
Nocturnal Activity (proportion)	0 (0)	
Basic avoidance	0.994 (0.0004)	Required for the basic model (option 1)
Extended avoidance	0.967 (0.002)	Required for extended modelling (option 3)
Proportion at CRH	1 (0)	Required for the basic model (option 1) We were unable to get a parameter for this (or understand exactly how to approach this value). This is why 1 was chosen everywhere as a worst case.

For flight height distribution, data source Johnston et al., 2014 was chosen, as we will use the output of option 2.

Bird density data

Seabird maps of the North Sea: A short description of methodology - Research@WUR

Nieuwe methode voor het maken van vogeldichtheidskaarten - Noordzeeloket

Choice = truncated normal

To obtain the bird densities, the data resulting from Donk et al., 2024 was used.

The study modelled the densities of birds across the North Sea. For every 10 km^2 block, a bi-monthly density was generated. From the dataset, four coordinates were extracted that correspond as close as possible to the four locations of the platforms.

In all cases, these modelled densities were compared with the data collected by surveys: Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2022-2023 - Rijkswaterstaat Publicatie Platform. The modelled values were always in line with the densities obtained by observing.

The modelling tool that was used required a datapoint for every month. Because both the modelled and the observation-based dataset provide bi-monthly estimates, values were repeated as input for the model.

Table A4-23. Location of the platforms densities.

Platform	WGS84	UTM	Reference value in bird density dataset (data point closest to platform) in UTM	GRID ID
D-HUBN (Aramis)	53° 30' 51.066" N, 3° 55' 39.4032" E	31U 598351 mE 5930861 mN	593823.81 5992627	x_593823.81 y_5992627
L10-R (ENI)	53° 23' 58.9452" N, 4° 11' 8.8476" E	31U 620351 mE 5910861 mN	623823.81 5912627	x_623823.81 y_5912627
L4-A (TotalEnergies)	53° 43' 21.7812" N, 4° 05' 50.980" E	31U 610351 mE 5950861 mN	613823.81 5952627	x_613823.81 y_5952627
K14-FA2 (Shell)	53° 16' 17.658" N, 03° 38' 18.035" E	31U 580351 mE 5890861 mN	613823.81 5892627	x_613823.81 y_5892627

Table A4-24. Black-legged kittiwake densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.744	0.34	0.669	0.206	0.363	0.081	1.169	0.359
Feb - Mar	0.149	0.075	0.033	0.02	0.190	0.063	0.030	0.017
April - May	0.024	0.054	0.000	0	0.004	0.007	0.001	0.003
June - July	0.002	0.006	0.000	0	12.498	7.42	0.000	0
Aug - Sep	0.051	0.048	0.002	0.004	0.584	0.189	0.001	0.003
Oct-Nov	0.200	0.146	1.684	0.463	0.150	0.093	0.554	0.142

Table A4-25. Common guillemot densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.331	0.144	0.289	0.145	0.370	0.19	0.517	0.262
Feb - Mar	1.931	0.835	0.098	0.08	0.616	0.191	0.058	0.05
April - May	0.023	0.032	0.003	0.004	0.216	0.19	0.011	0.013
June - July	0.002	0.006	0.000	0.001	0.347	0.256	0.000	0.002
Aug - Sepr	2.405	0.686	0.076	0.053	1.761	0.472	0.495	0.273
Oct - Nov	1.263	1.029	3.316	1.901	0.486	0.418	2.190	1.19

Table A4-26.Great black-backed gull densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.002	0.008	0.026	0.025	0.003	0.002	0.015	0.015
Feb - Mar	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002
April - May	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
June - July	0.000	0.001	0.000	0	0.050	0.123	0.000	0

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Aug - Sepr	0.001	0.009	0.013	0.019	0.006	0.007	0.008	0.016
Oct - Nov	0.001	0.025	0.047	0.031	0.001	0.007	0.049	0.034

Table A4-27. Herring gull densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.001	0.014	0.104	0.086	0.002	0.002	0.035	0.04
Feb - Mar	0.001	0.002	0.013	0.011	0.002	0.002	0.0104	0.01
April - May	0.001	0.005	0.077	0.064	0.000	0	0.030	0.025
June - July	0.000	0.003	0.150	0.093	0.041	0.088	0.009	0.011
Aug - Sepr	0.000	0.004	2.764	1.47	0.001	0.003	0.376	0.268
Oct - Nov	0.002	0.014	0.846	0.51	0.002	0.028	0.139	0.089

Table A4-28. Lesser black-backed gull densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.000	0	0.00	0	0.000	0	0.000	0
Feb - Mar	0.000	0.001	0.004	0.005	0.000	0	0.004	0.006
April - May	0.009	0.03	0.096	0.061	0.006	0.012	0.030	0.032
June - July	0.201	0.182	3.397	0.983	7.767	2.657	1.073	0.328
Aug - Sepr	0.093	0.08	7.181	2.16	0.161	0.065	6.056	1.895
Oct - Nov	0.000	0.011	0.000	0.002	0.000	0.007	0.001	0.004

Table A4-29. Northern fulmar densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.001	0.003	0.000	0	0.014	0.008	0.000	0
Feb - Mar	0.001	0.001	0.000	0	0.030	0.019	0.000	0
April - May	0.001	0.002	0.000	0	0.004	0.007	0.000	0
June - July	0.001	0.002	0.000	0	0.003	0.009	0.000	0
Aug - Sepr	0.001	0.001	0.000	0	0.010	0.006	0.000	0
Oct - Nov	0.003	0.017	0.000	0	0.012	0.019	0.000	0

Table A4-30. Red-throated diver densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.000	0.005	0.033	0.039	0.000	0	0.007	0.015
Feb - Mar	0.000	0.001	0.015	0.021	0.000	0	0.009	0.018
April - May	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
June - July	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
Aug - Sepr	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
Oct - Nov	0.000	0.02	0.017	0.019	0.000	0.004	0.008	0.009

Table A4-31. Sandwich tern densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb - Mar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
April - May	0.025	0.031	0.501	0.229	0.001	0.001	0.229	0.125
June - July	0.025	0.105	2.582	0.876	0.006	0.015	2.023	0.817
Aug - Sepr	0.165	0.13	4.050	1.238	0.506	0.2	2.476	0.77
Oct - Nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Table A4-32. Little gull densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0
Feb - Mar	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0
April - May	1.000	0.25	1.00	0.25	1.00	0.25	1.00	0.25
June - July	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0
Aug - Sepr	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0
Oct - Nov	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0

Table A4-33. Razorbill densities.

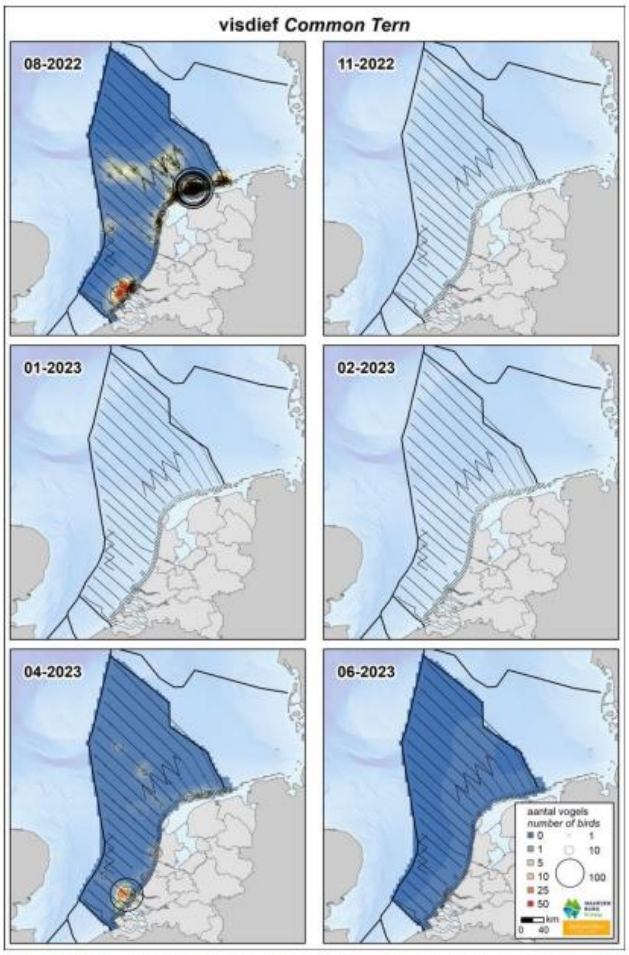
Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.227	0.127	0.092	0.068	0.229	0.128	0.155	0.108
Feb - Mar	0.342	0.244	0.002	0.005	0.178	0.082	0.005	0.008
April - May	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001
June - July	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Aug - Sepr	0.000	0.003	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001
Oct - Nov	0.050	0.038	0.552	0.253	0.253	0.144	0.237	0.106

Figure A4-6. Estimated population size of the common tern per month (van Bemmelen et al., 2024).

Tabel 53 *Geschatte populatiegrootte inclusief betrouwbaarheidsinterval van visdief tijdens zes tellingen in 2022-2023 op het Friese Front.* Population estimate including 95% confidence intervals of common tern during six surveys in 2022-2023 at the Frisian Front.

Telling	Populatie	95% Betrouwbaarheidsinterval
Survey	*Population*	*95% Confidence interval*
augustus	8525	4705 - 15449
november	0	0 - 0
januari	0	0 - 0
februari	0	0 - 0
april	2116	694 - 6453
juni	274	71 - 1058



Figuur 31 *Verspreiding van visdief tijdens zes tellingen in 2022-2023 op het NCP. Weergegeven worden de waarnemingen in stippen en de geïnterpoleerde dichtheden (vogels per km²) in kleur.*
Distribution of common tern on the Dutch continental shelf during six surveys in 2022-2023. Shown are individual sightings (circles) and interpolated density (birds/km²) in colour.

Figure A4-7. Distribution map of the common tern on the Dutch part of the North Sea (van Bemmelen et al., 2024).

Table A4-34. Common tern densities

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb - Mar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
April - May	1.000	0.25	1.000	0.25	1.000	0.25	1.000	0.25
June - July	1.000	0.25	1.000	0.25	1.000	0.25	1.000	0.25
Aug - Sep	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000
Oct-Nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Table A4-35. Northern Gannet densities.

Month	x 593823.81y 5922627 (D HUBN)		x 613823.81y 5892627 (K14 FA2)		x 613823.81y 5952627 (L4 A)		x 623823.81y 5912627 (L10 R)	
	Density	SD	Density	SD	Density	SD	Density	SD
Dec - Jan	0.077	0.094	0.007	0.006	0.002	0.002	0.016	0.013
Feb - Mar	0.007	0.011	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0
April - May	0.004	0.006	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003	0.005
June - July	0.023	0.032	0.017	0.013	0.089	0.085	0.028	0.017
Aug - Sep	0.290	0.214	0.004	0.008	0.094	0.039	0.005	0.012
Oct-Nov	0.017	0.025	0.147	0.071	0.007	0.01	0.145	0.057

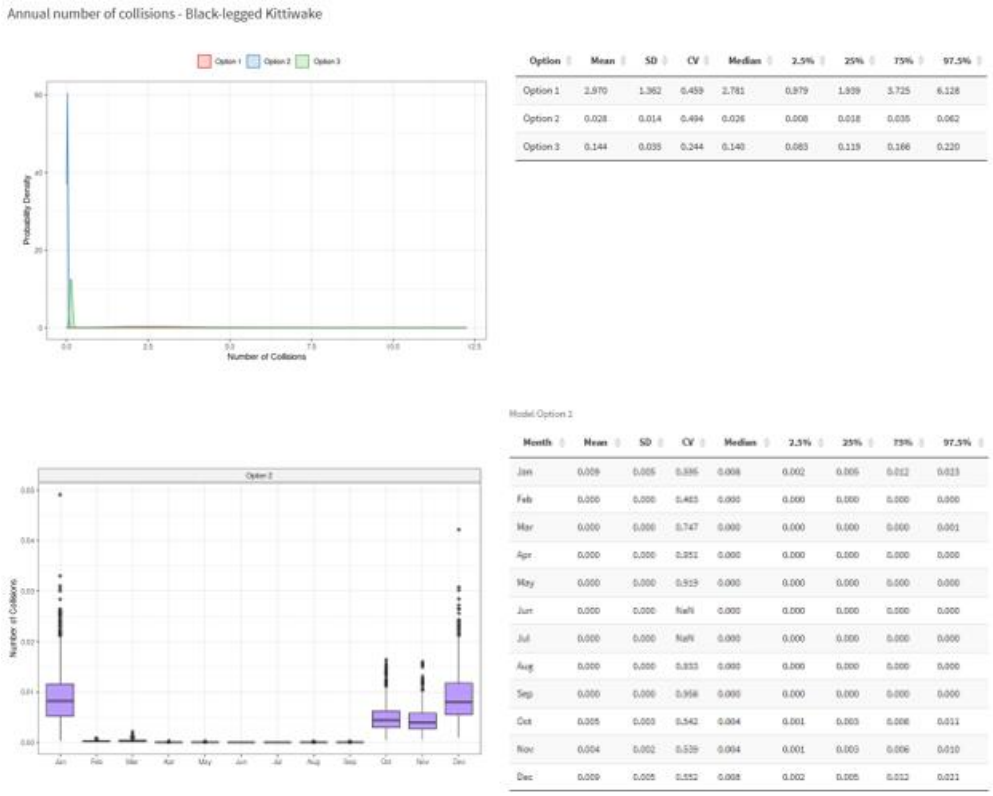
A4.2 Output / results

A4.2.1 Annual collisions L10-R ENI

Table A4-36. Expected number of collisions per protected bird species per year for the L10-R platform.

	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Black legged kittiwake	0.028	0.014	0.494	0.026	0.008	0.018	0.035	0.062
Common Guillemot	0.005	0.011	2.107	0.000	0.000	0.000	0.004	0.037
Great black-backed gull	0.006	0.002	0.307	0.006	0.003	0.005	0.008	0.010
Lesser black-backed gull	0.077	0.038	0.496	0.071	0.019	0.050	0.098	0.164
Red-throated diver	0.000	0.001	1.557	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Little gull	0.000	0.000	11.971	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Razorbill	0.002	0.002	1.587	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009
Common tern	0.033	0.011	0.340	0.033	0.012	0.027	0.038	0.058
Herring gull	0.042	0.014	0.343	0.040	0.020	0.031	0.050	0.073
Northern fulmar	0.000	0.000	1.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sandwich tern	0.063	0.040	0.639	0.044	0.028	0.037	0.081	0.163
Northern gannet	0.007	0.004	0.592	0.006	0.001	0.003	0.009	0.015

Black legged kittiwake

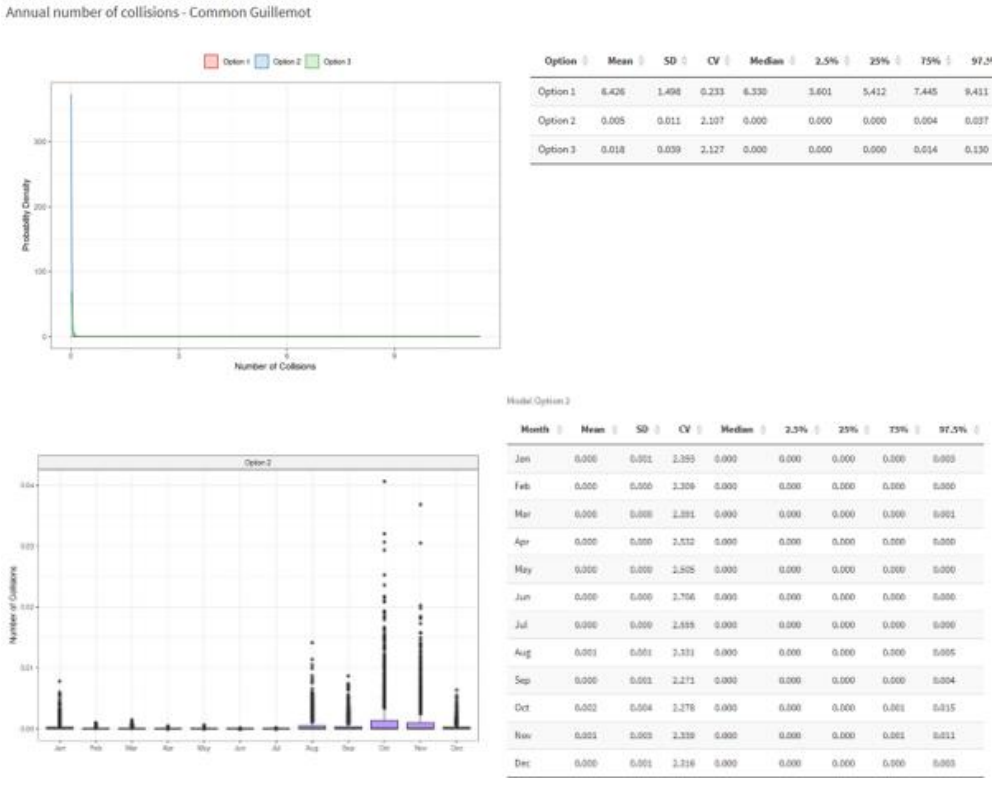


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	2.970	1.362	0.459	2.781	0.979	1.939	3.725	6.128
Option 2	0.028	0.014	0.494	0.026	0.008	0.018	0.035	0.062
Option 3	0.144	0.035	0.244	0.140	0.083	0.119	0.166	0.220

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.009	0.005	0.595	0.008	0.002	0.005	0.012	0.023
Feb	0.000	0.000	0.483	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.747	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Apr	0.000	0.000	0.851	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	0.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	0.833	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	0.958	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.005	0.003	0.542	0.004	0.001	0.003	0.006	0.011
Nov	0.004	0.002	0.539	0.004	0.001	0.003	0.006	0.010
Dec	0.009	0.005	0.552	0.008	0.002	0.005	0.012	0.021

Figure A4-8. Model output for the black legged kittiwake at the L10-R platform.

Common guillemot



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	6.426	1.498	0.233	6.330	3.601	5.412	7.445	9.411
Option 2	0.005	0.011	2.107	0.000	0.000	0.000	0.004	0.037
Option 3	0.018	0.039	2.127	0.000	0.000	0.000	0.014	0.130

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.001	2.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Feb	0.000	0.000	2.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	2.391	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Apr	0.000	0.000	2.532	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.505	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.706	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.655	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.001	0.001	2.331	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
Sep	0.000	0.001	2.271	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Oct	0.002	0.004	2.278	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015
Nov	0.001	0.003	2.359	0.000	0.000	0.000	0.001	0.011
Dec	0.000	0.001	2.216	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003

Figure A4-9. Model output for the common guillemot at the L10-R platform.

Great black-backed gull



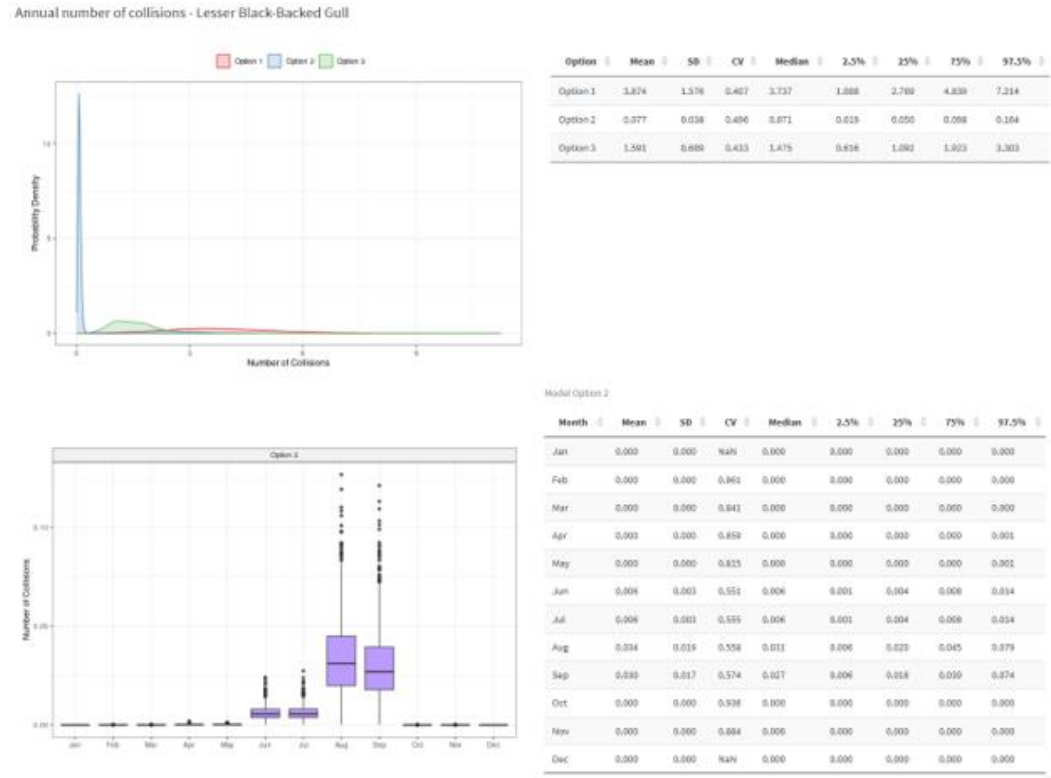
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.203	0.058	0.285	0.200	0.099	0.162	0.241	0.318
Option 2	0.006	0.002	0.307	0.006	0.003	0.005	0.008	0.010
Option 3	0.041	0.012	0.301	0.040	0.020	0.032	0.048	0.066

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.001	0.000	0.599	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
Feb	0.000	0.000	0.714	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.001	0.000	0.739	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Sep	0.001	0.000	0.716	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Oct	0.002	0.001	0.596	0.002	0.000	0.001	0.003	0.005
Nov	0.002	0.001	0.558	0.002	0.000	0.001	0.002	0.004
Dec	0.001	0.000	0.640	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001

Figure A4-10. Model output for the great black-backed gull at the L10-R platform.

Lesser black-backed gull



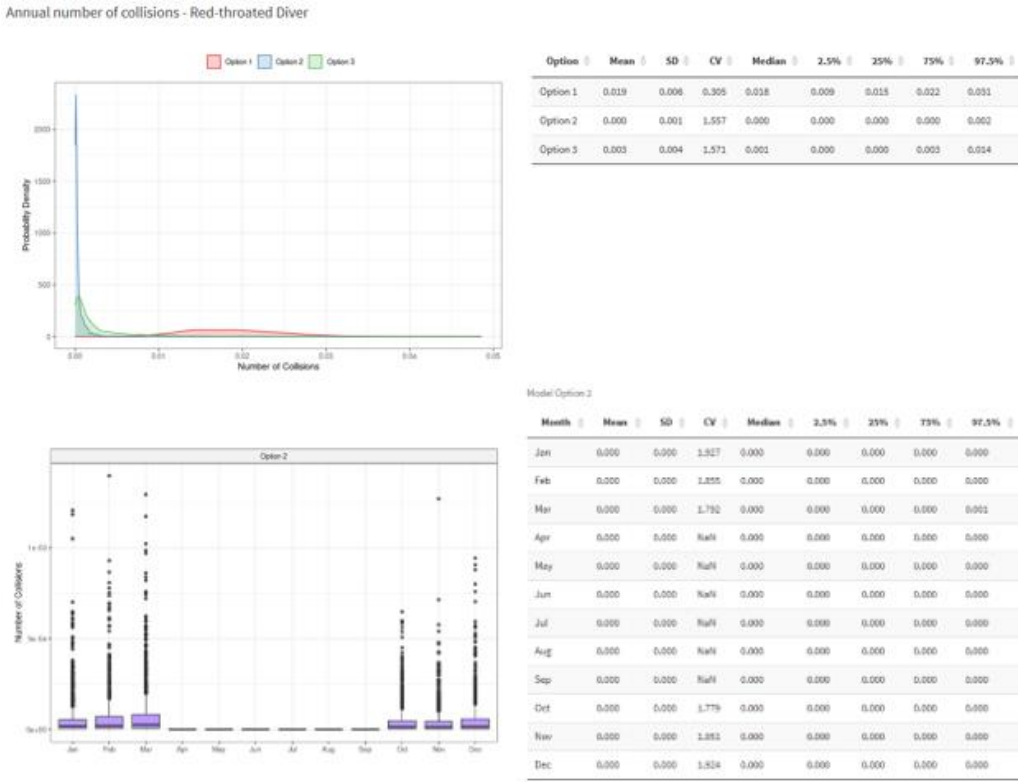
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	3.874	1.576	0.407	3.737	1.888	2.769	4.839	7.214
Option 2	0.077	0.038	0.496	0.071	0.019	0.050	0.098	0.164
Option 3	1.581	0.685	0.433	1.475	0.616	1.081	1.923	3.303

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.861	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.841	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	0.859	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
May	0.000	0.000	0.835	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Jun	0.006	0.003	0.551	0.006	0.001	0.004	0.008	0.014
Jul	0.006	0.003	0.555	0.006	0.001	0.004	0.008	0.014
Aug	0.034	0.019	0.558	0.031	0.006	0.020	0.045	0.079
Sep	0.030	0.017	0.574	0.027	0.006	0.018	0.039	0.074
Oct	0.000	0.000	0.938	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	0.884	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-11. Model output for the lesser black-backed gull at the L10-R platform.

Red-throated diver

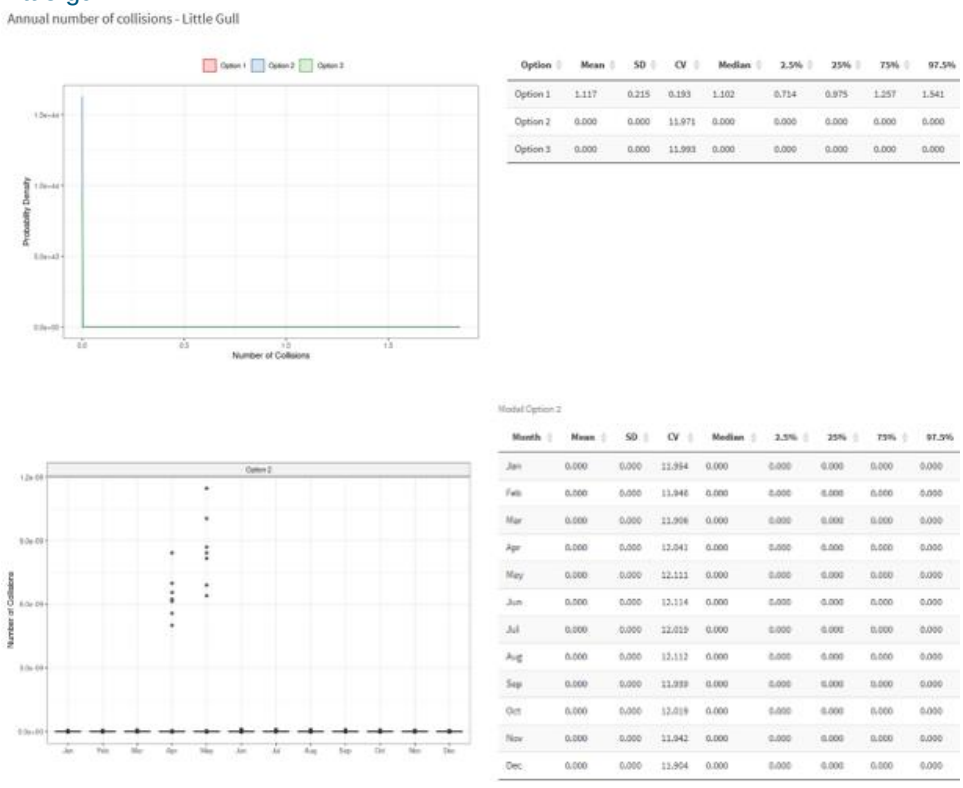


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.019	0.006	0.305	0.018	0.009	0.015	0.022	0.031
Option 2	0.000	0.001	1.557	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Option 3	0.003	0.004	1.571	0.001	0.000	0.000	0.003	0.014

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	1.927	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	1.855	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	1.792	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	1.779	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	1.851	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	1.824	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-12. Model output for the red-throated diver at the L10-R platform.

Little gull

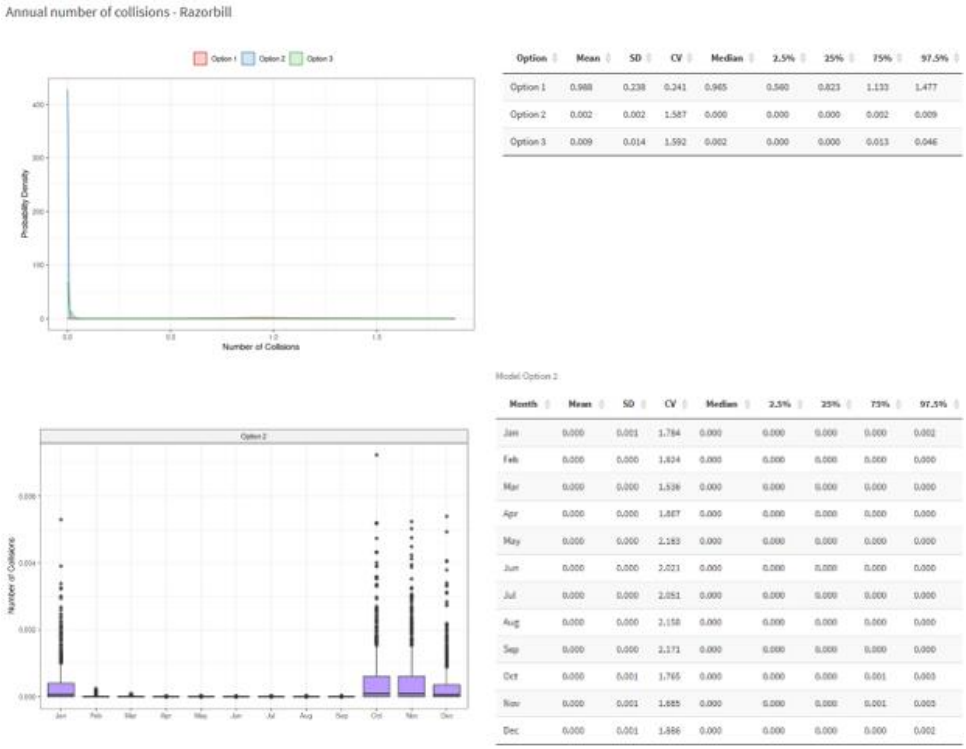


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.117	0.215	0.193	1.102	0.714	0.975	1.257	1.541
Option 2	0.000	0.000	11.971	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	11.993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	11.934	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	11.946	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	11.906	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	12.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	12.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	12.114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	12.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	12.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	11.939	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	12.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	11.942	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	11.904	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-13. Model output for the little gull at the L10-R platform.

Razorbill

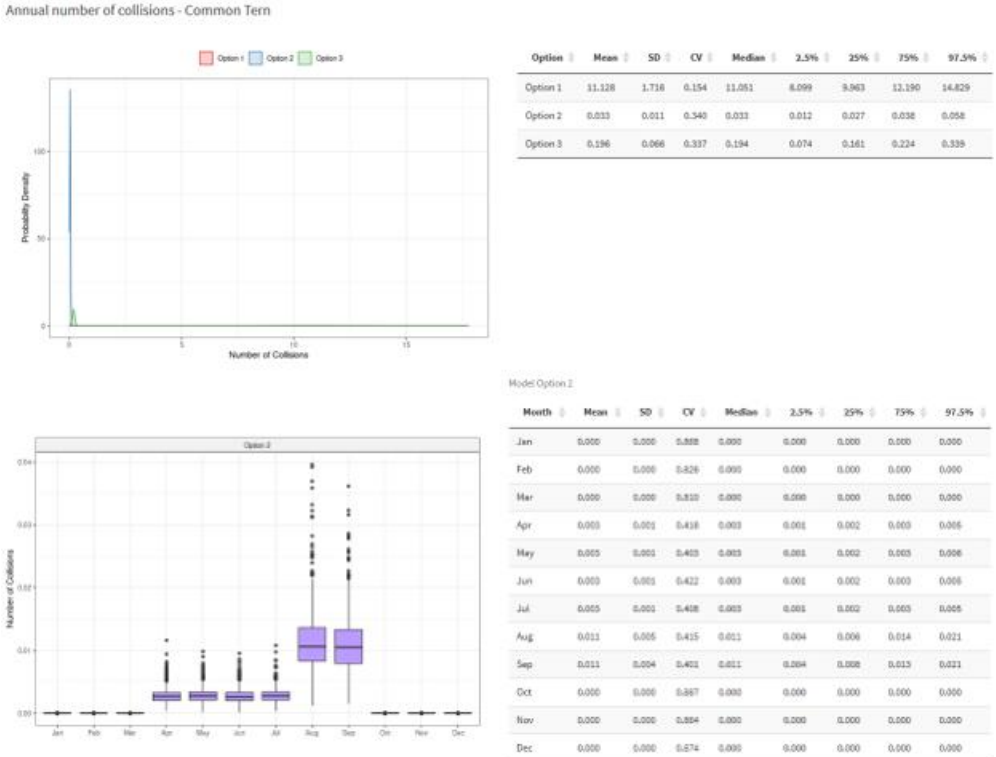


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.988	0.238	0.241	0.965	0.560	0.823	1.133	1.477
Option 2	0.002	0.002	1.587	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009
Option 3	0.009	0.014	1.592	0.002	0.000	0.000	0.013	0.046

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.001	1.784	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Feb	0.000	0.000	1.824	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	1.536	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	1.887	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.163	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	2.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	2.171	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.001	1.765	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003
Nov	0.000	0.001	1.685	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003
Dec	0.000	0.001	1.686	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002

Figure A4-14. Model output for the razorbill at the L10-R platform.

Common tern



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	11.128	1.718	0.154	11.051	8.099	9.963	12.190	14.829
Option 2	0.033	0.011	0.340	0.033	0.012	0.027	0.038	0.058
Option 3	0.196	0.066	0.337	0.194	0.074	0.141	0.224	0.339

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.888	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.826	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.810	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.003	0.001	0.418	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
May	0.005	0.001	0.403	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
Jun	0.003	0.001	0.422	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
Jul	0.005	0.001	0.408	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
Aug	0.011	0.005	0.415	0.011	0.004	0.008	0.014	0.021
Sep	0.011	0.004	0.401	0.011	0.004	0.008	0.013	0.021
Oct	0.000	0.000	0.867	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	0.884	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	0.874	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-15. Model output for the common tern at the L10-R platform.

Herring gull



Figure A4-16. Model output for the herring gull at the L10-R platform.

Northern fulmar

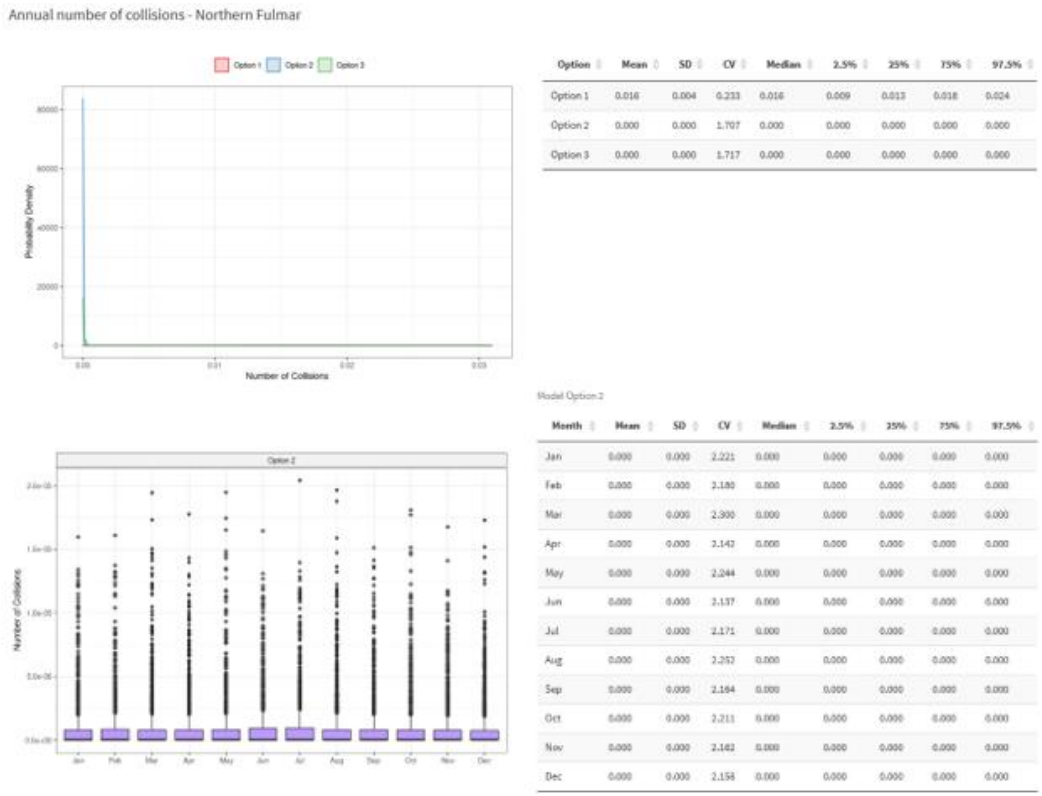
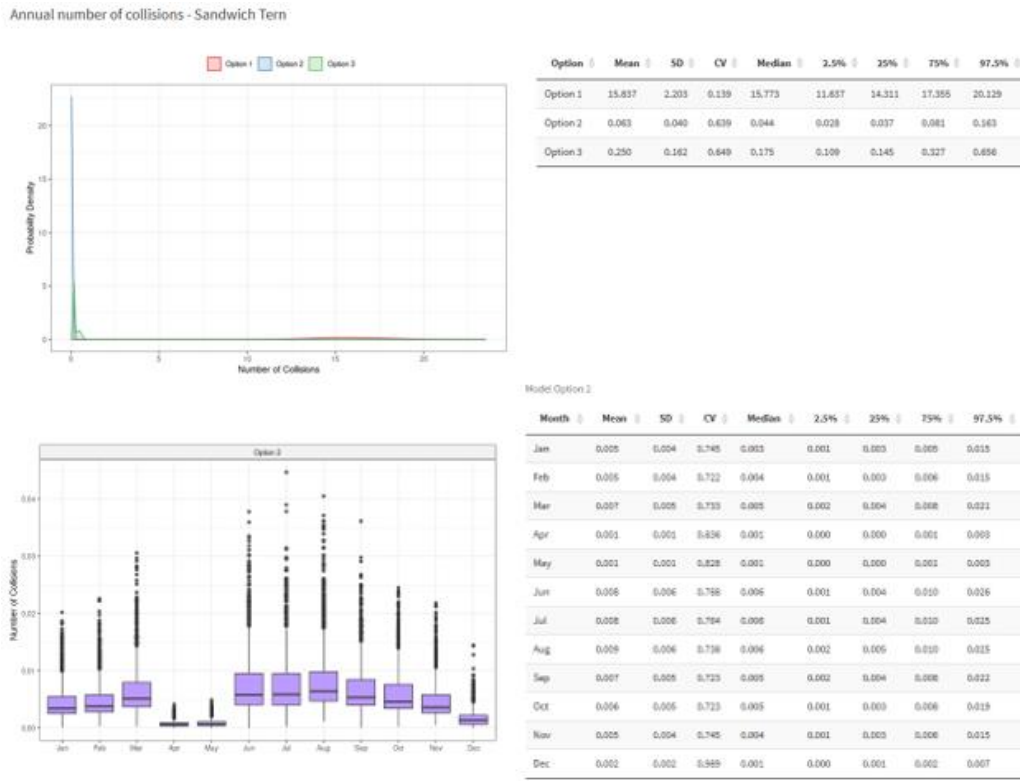


Figure A4-17. Model output for the northern fulmar at the L10-R platform.

Sandwich tern

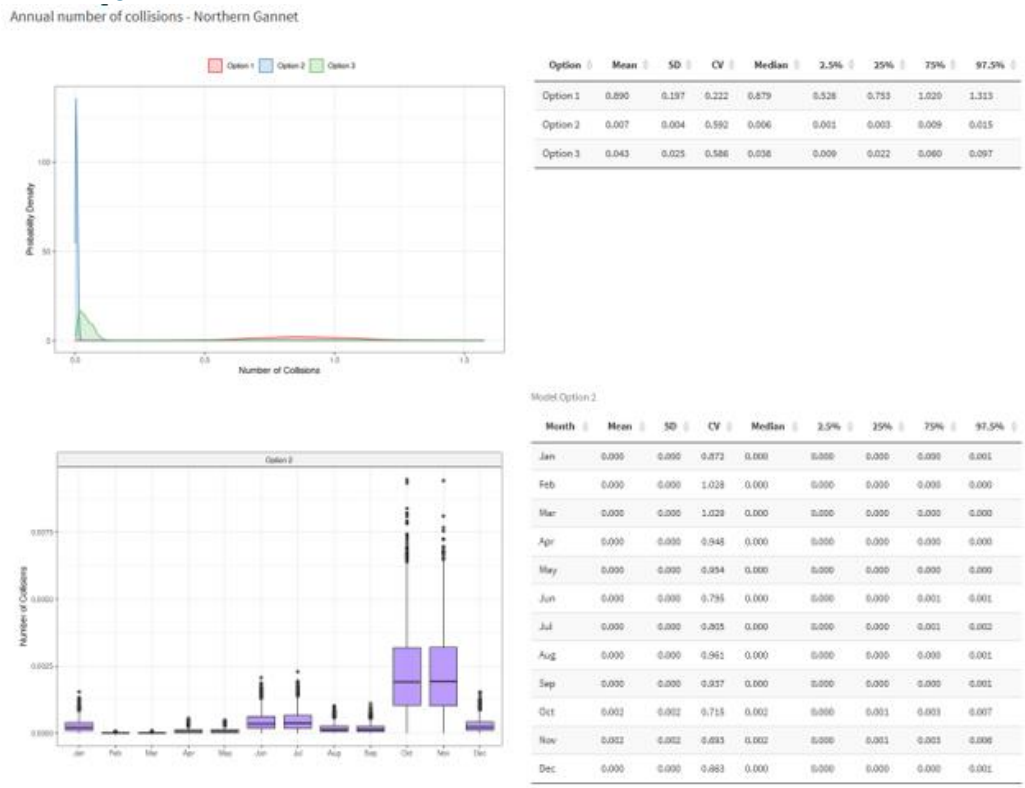


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	15.837	2.203	0.139	15.773	11.657	14.311	17.355	20.129
Option 2	0.063	0.040	0.639	0.044	0.028	0.037	0.081	0.163
Option 3	0.250	0.162	0.649	0.175	0.109	0.145	0.327	0.656

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.005	0.004	0.745	0.003	0.001	0.003	0.005	0.015
Feb	0.005	0.004	0.722	0.004	0.001	0.003	0.006	0.015
Mar	0.007	0.005	0.733	0.005	0.002	0.004	0.008	0.021
Apr	0.001	0.001	0.836	0.001	0.000	0.000	0.001	0.003
May	0.001	0.001	0.828	0.001	0.000	0.000	0.001	0.003
Jun	0.008	0.006	0.768	0.006	0.001	0.004	0.010	0.026
Jul	0.008	0.006	0.784	0.006	0.001	0.004	0.010	0.025
Aug	0.009	0.006	0.738	0.006	0.002	0.005	0.010	0.025
Sep	0.007	0.005	0.723	0.005	0.002	0.004	0.008	0.022
Oct	0.006	0.005	0.723	0.005	0.001	0.003	0.008	0.019
Nov	0.005	0.004	0.745	0.004	0.001	0.003	0.006	0.015
Dec	0.002	0.002	0.989	0.001	0.000	0.001	0.002	0.007

Figure A4-18. Model output for the sandwich tern at the L10-R platform.

Northern gannet



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.890	0.197	0.222	0.879	0.528	0.753	1.020	1.313
Option 2	0.007	0.004	0.592	0.006	0.001	0.003	0.009	0.015
Option 3	0.043	0.025	0.586	0.038	0.009	0.022	0.060	0.097

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.872	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Feb	0.000	0.000	1.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	1.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	0.948	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	0.954	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	0.795	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Jul	0.000	0.000	0.805	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Aug	0.000	0.000	0.961	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Sep	0.000	0.000	0.937	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Oct	0.001	0.001	0.715	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003
Nov	0.001	0.001	0.693	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003
Dec	0.000	0.000	0.863	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Figure A4-19. Model output for the northern gannet at the L10-R platform.

A4.2.2 Annual collisions D-HUBN

Table A4-37. Expected number of collisions per protected bird species per year for the distribution platform.

	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Black legged kittiwake	0.020	0.006	0.270	0.020	0.011	0.016	0.024	0.033
Common Guillemot	0.010	0.019	1.986	0.000	0.000	0.000	0.009	0.068
Great black-backed gull	0.003	0.001	0.354	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
Lesser black-backed gull	0.022	0.009	0.423	0.021	0.008	0.015	0.027	0.044
Red-throated diver	0.000	0.000	1.760	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Little gull	0.000	0.000	12.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Razorbill	0.002	0.003	1.717	0.000	0.000	0.000	0.003	0.012
Common tern	0,031	0,012	0,382	0,030	0,013	0,025	0,034	0,061
Herring gull	0.002	0.001	0.315	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003
Northern fulmar	0.000	0.000	1.706	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sandwich tern	0.005	0.003	0.669	0.003	0.002	0.003	0.006	0.013
Northern gannet	0.018	0.011	0.603	0.016	0.003	0.009	0.026	0.043

Black legged kittiwake

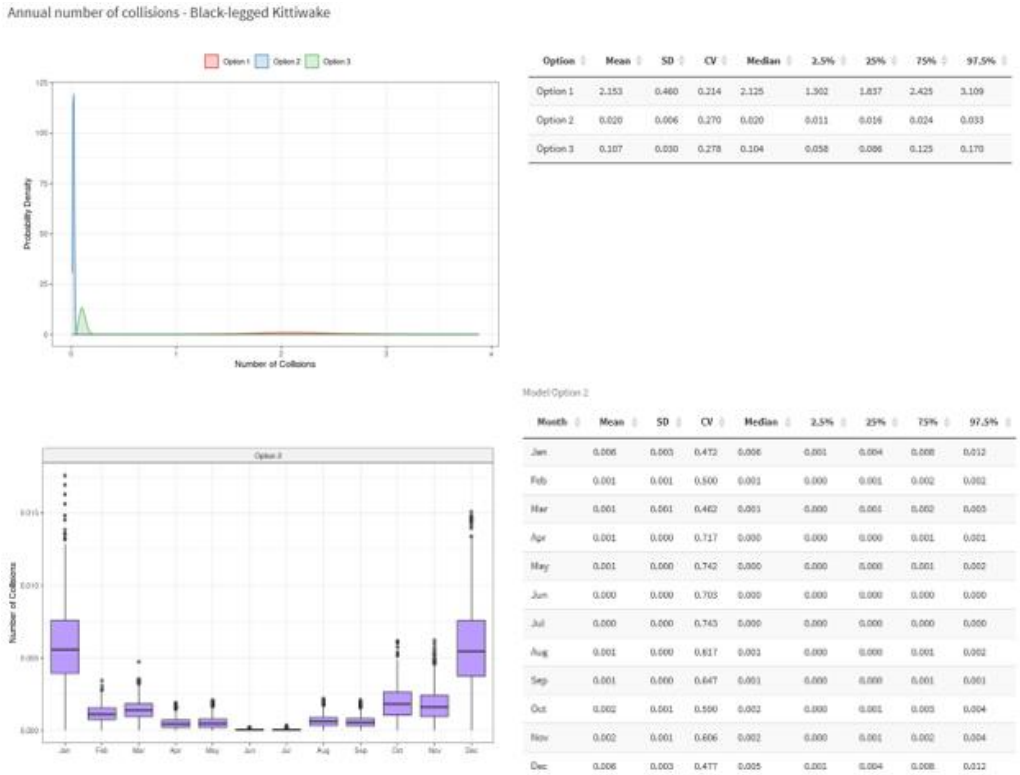
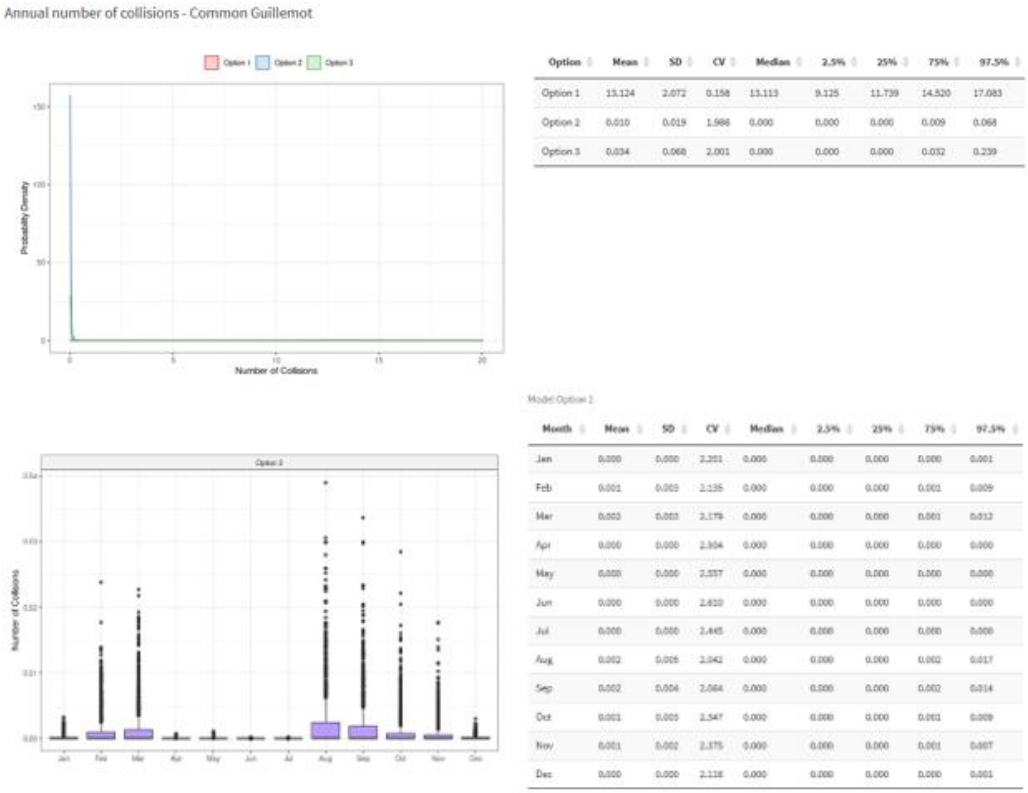


Figure A4-20. Model output for the black legged kittiwake at the D-HUBN.

Common Guillemot



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	13.124	2.072	0.158	13.113	9.125	11.739	14.520	17.083
Option 2	0.010	0.019	1.988	0.000	0.000	0.000	0.009	0.068
Option 3	0.034	0.068	2.001	0.000	0.000	0.000	0.032	0.239

Figure A4-21. Model output for the common guillemot at the D-HUBN.

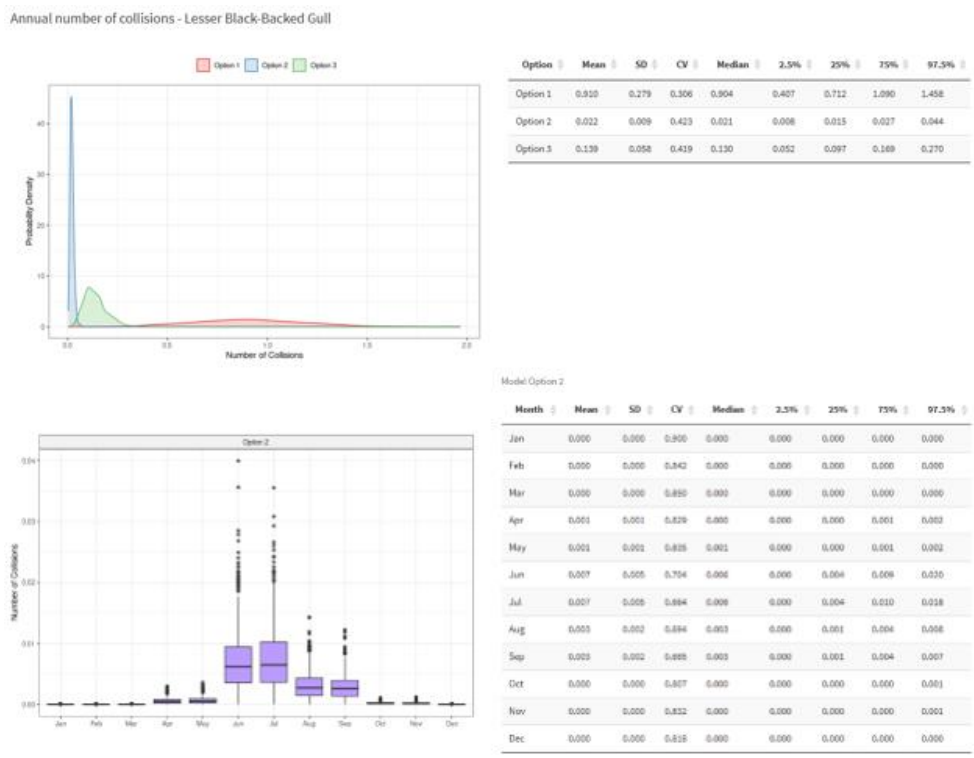
Great black-backed gull



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.087	0.028	0.328	0.084	0.041	0.065	0.104	0.151
Option 2	0.003	0.001	0.354	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
Option 3	0.018	0.006	0.356	0.017	0.008	0.013	0.022	0.033

Figure A4-22. Model output for the great black-backed gull at the D-HUBN.

Lesser black-backed gull

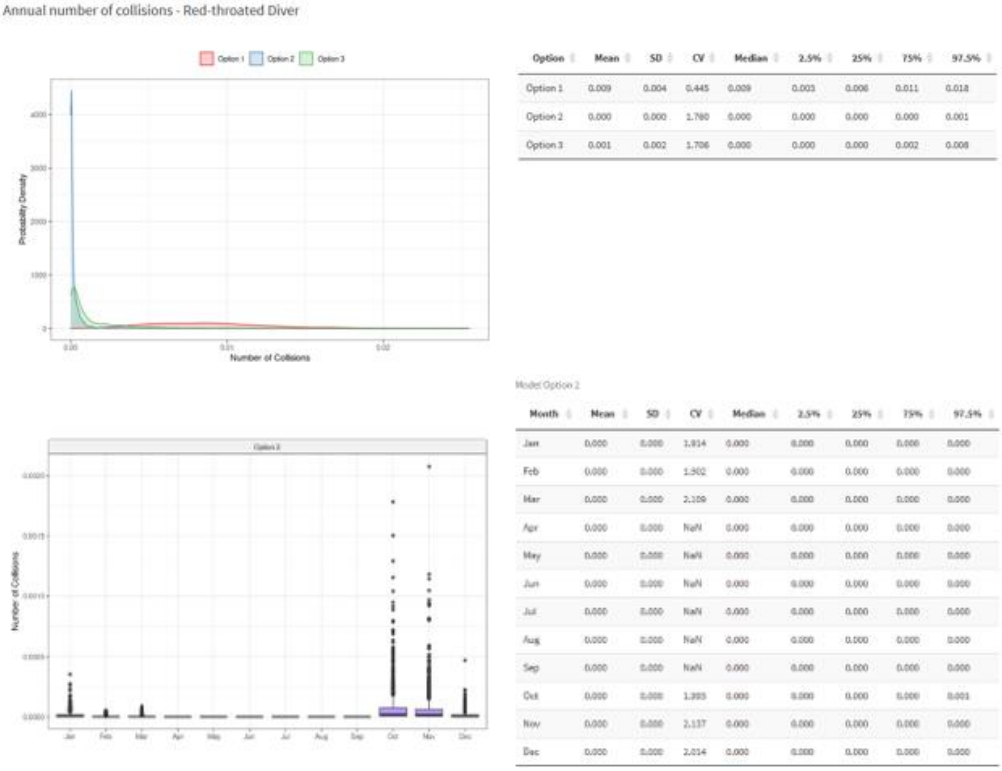


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.910	0.279	0.306	0.904	0.407	0.712	1.090	1.458
Option 2	0.022	0.009	0.423	0.021	0.008	0.015	0.027	0.044
Option 3	0.139	0.058	0.419	0.130	0.052	0.097	0.169	0.270

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.001	0.001	0.829	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
May	0.001	0.001	0.825	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Jun	0.007	0.005	0.704	0.006	0.000	0.004	0.009	0.020
Jul	0.007	0.005	0.684	0.006	0.000	0.004	0.010	0.018
Aug	0.003	0.002	0.694	0.003	0.000	0.001	0.004	0.008
Sep	0.003	0.002	0.695	0.003	0.000	0.001	0.004	0.007
Oct	0.000	0.000	0.807	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Nov	0.000	0.000	0.832	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Dec	0.000	0.000	0.818	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-23. Model output for the lesser black-backed gull at the D-HUBN.

Red-throated diver

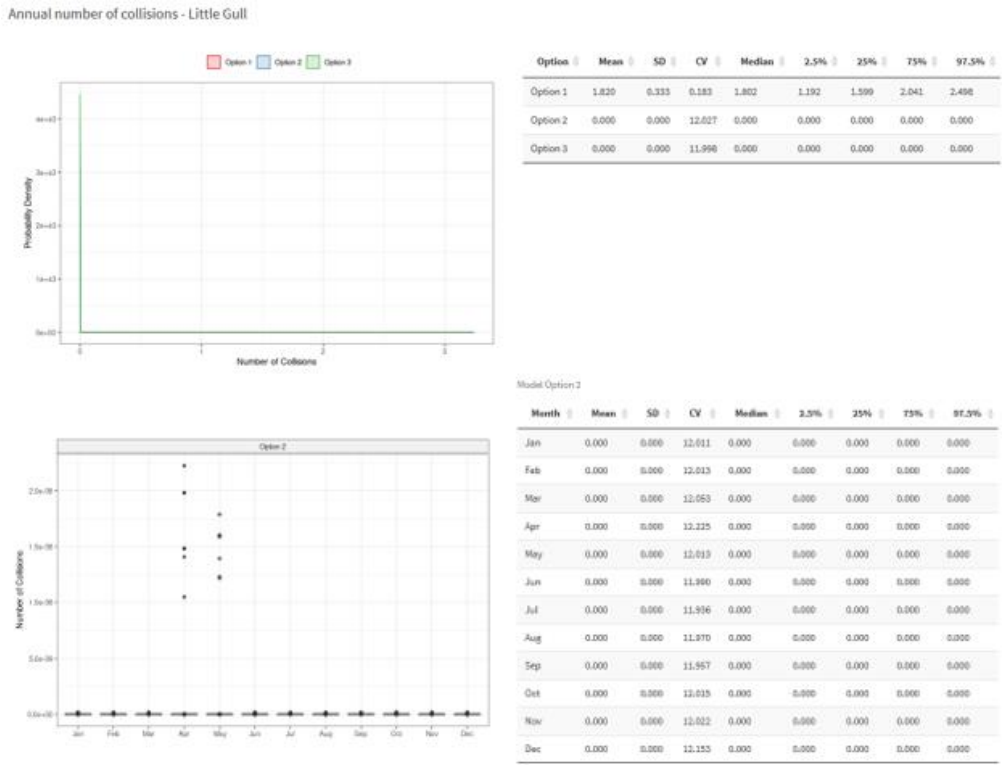


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.009	0.004	0.445	0.009	0.003	0.006	0.011	0.018
Option 2	0.000	0.000	1.780	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Option 3	0.001	0.002	1.706	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	1.914	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	1.502	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	2.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	1.393	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Nov	0.000	0.000	2.137	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	2.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-24. Model output for the red-throated diver at the D-HUBN.

Little gull

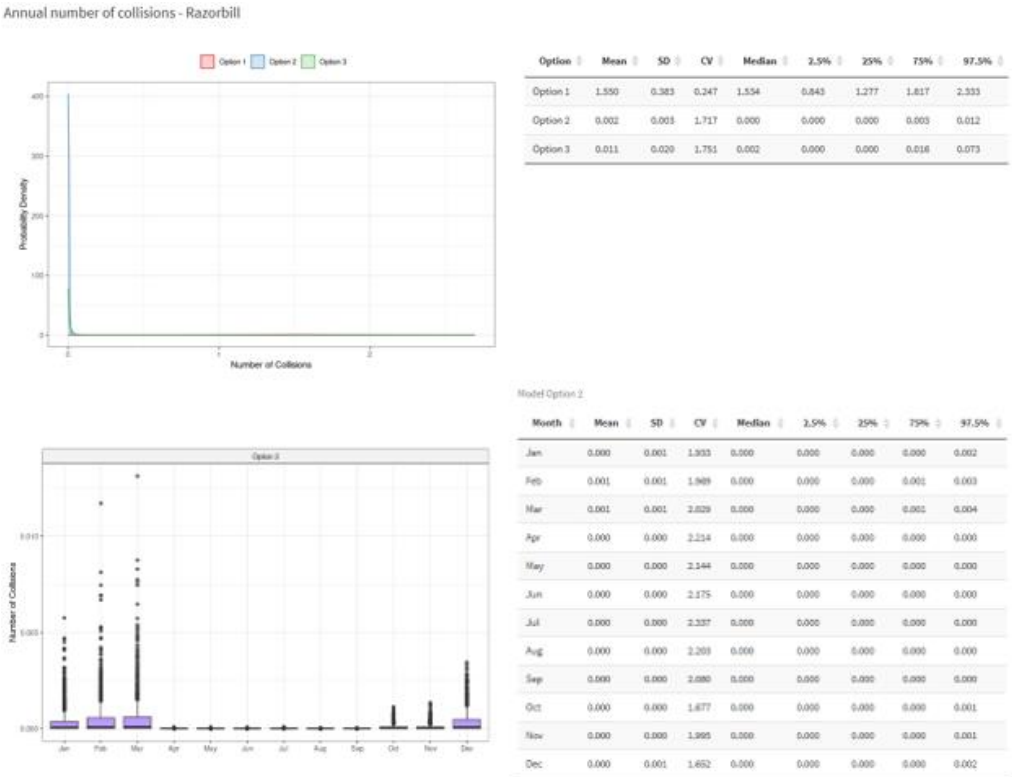


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.820	0.333	0.183	1.802	1.192	1.599	2.041	2.498
Option 2	0.000	0.000	12.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	11.998	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	12.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	12.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	12.053	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	12.225	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	12.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	11.990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	11.936	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	11.970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	11.957	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	12.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	12.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	12.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-25. Model output for the little gull at the D-HUBN.

Razorbill

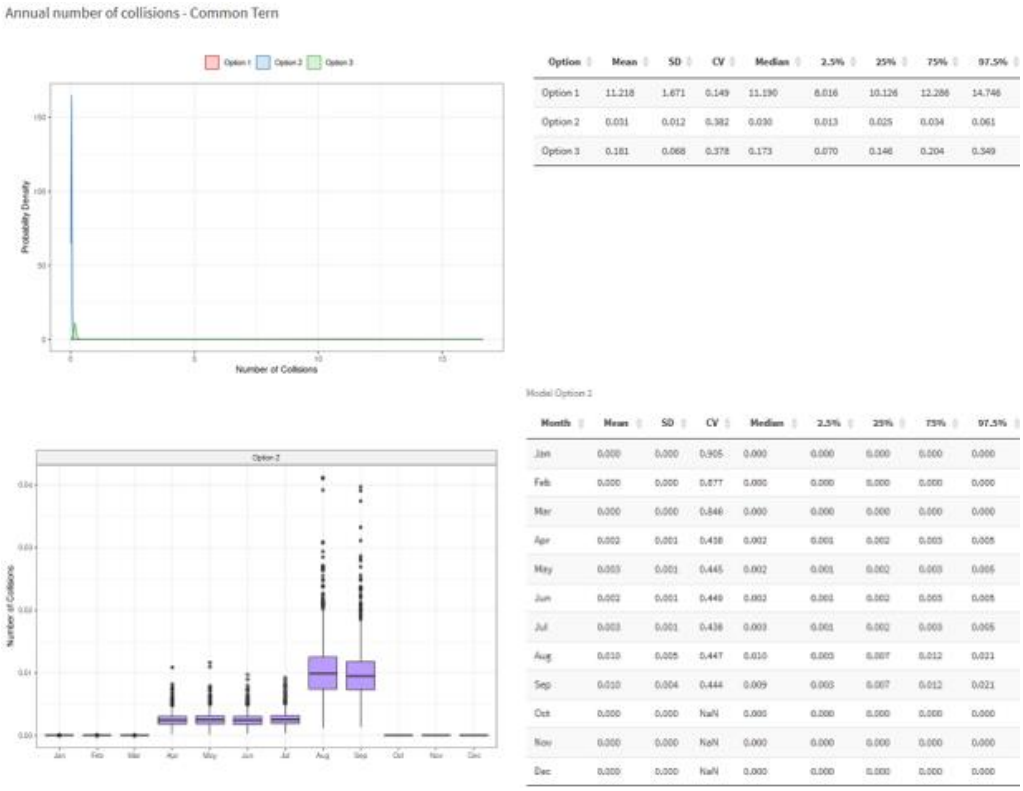


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.550	0.383	0.247	1.554	0.843	1.277	1.817	2.333
Option 2	0.002	0.003	1.717	0.000	0.000	0.000	0.003	0.012
Option 3	0.011	0.020	1.751	0.002	0.000	0.000	0.016	0.073

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.001	1.933	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Feb	0.001	0.001	1.949	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003
Mar	0.001	0.001	2.029	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004
Apr	0.000	0.000	2.214	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.144	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	2.203	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	2.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	1.677	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Nov	0.000	0.000	1.995	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Dec	0.000	0.001	1.652	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002

Figure A4-26. Model output for the razorbill at the D-HUBN.

Common tern

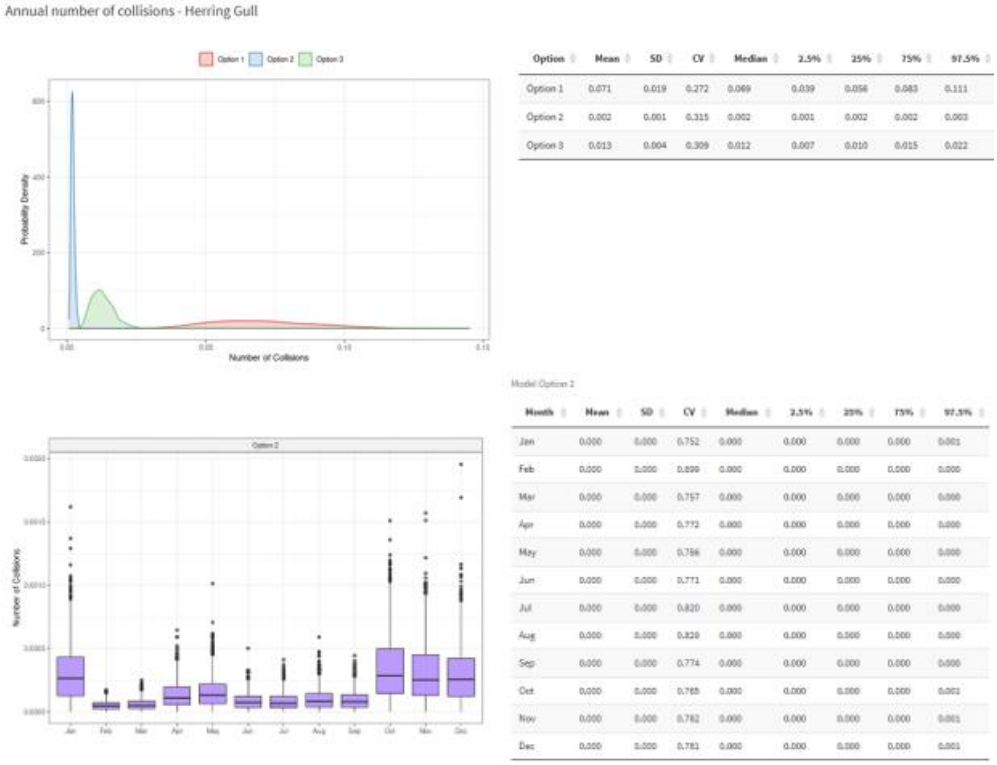


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	11.218	1.671	0.149	11.190	8.016	10.126	12.286	14.746
Option 2	0.031	0.012	0.382	0.030	0.013	0.025	0.034	0.061
Option 3	0.181	0.068	0.378	0.173	0.070	0.146	0.204	0.349

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.905	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.877	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.846	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.002	0.001	0.438	0.002	0.001	0.002	0.003	0.005
May	0.003	0.001	0.445	0.002	0.001	0.002	0.003	0.005
Jun	0.002	0.001	0.449	0.002	0.001	0.002	0.003	0.005
Jul	0.003	0.001	0.438	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
Aug	0.010	0.005	0.447	0.010	0.003	0.007	0.012	0.021
Sep	0.010	0.004	0.444	0.009	0.003	0.007	0.012	0.021
Oct	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-27. Model output for the common tern at the D-HUBN.

Herring gull

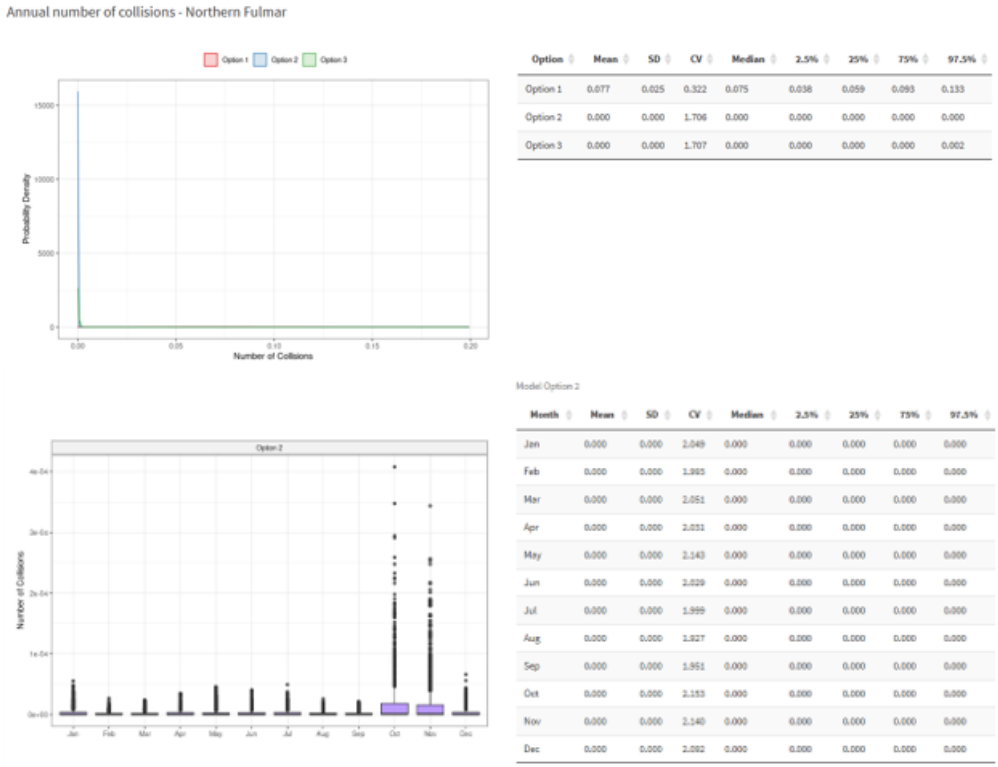


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.071	0.019	0.272	0.069	0.039	0.056	0.083	0.111
Option 2	0.002	0.001	0.315	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003
Option 3	0.013	0.004	0.309	0.012	0.007	0.010	0.015	0.022

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.752	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Feb	0.000	0.000	0.899	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.757	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	0.772	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	0.786	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	0.771	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	0.820	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	0.829	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	0.774	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	0.765	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Nov	0.000	0.000	0.782	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Dec	0.000	0.000	0.781	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Figure A4-28. Model output for the herring gull at the D-HUBN.

Northern fulmar

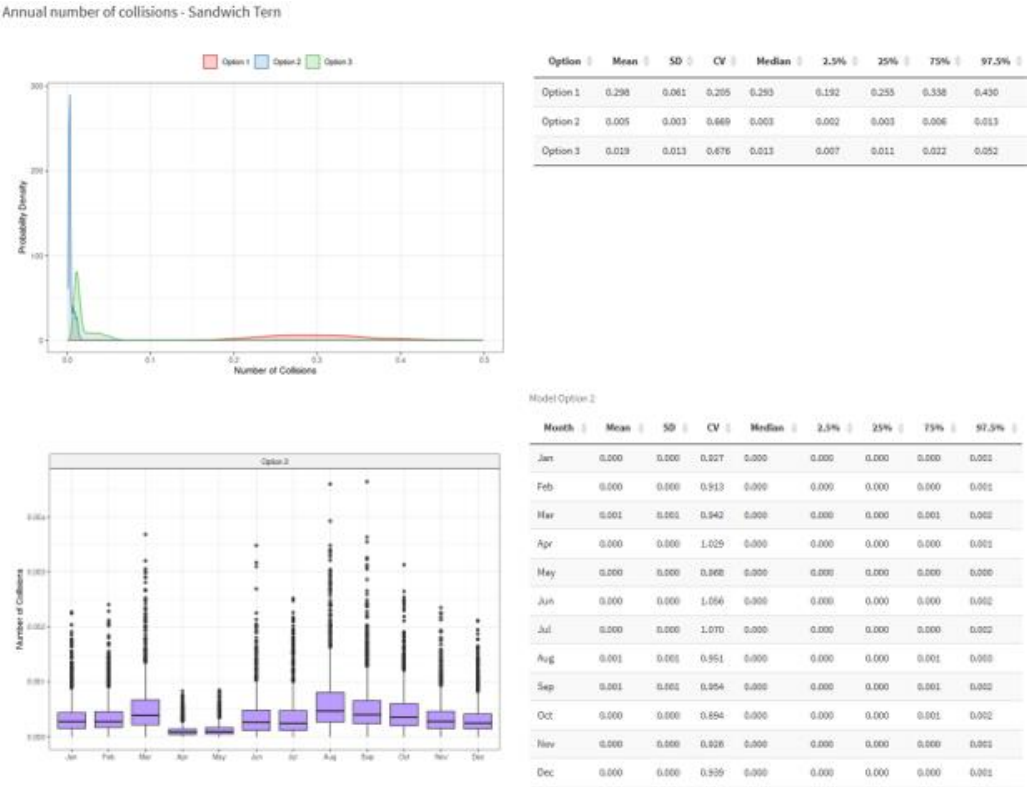


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.077	0.025	0.322	0.075	0.038	0.059	0.093	0.133
Option 2	0.000	0.000	1.706	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	1.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	2.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	1.993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	2.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	2.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	1.999	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	1.927	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	1.951	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	2.153	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	2.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	2.082	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-29. Model output for the northern fulmar at the D-HUBN.

Sandwich tern



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.298	0.061	0.205	0.293	0.192	0.255	0.338	0.430
Option 2	0.005	0.003	0.669	0.003	0.002	0.003	0.006	0.013
Option 3	0.019	0.013	0.676	0.013	0.007	0.011	0.022	0.052

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.927	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Feb	0.000	0.000	0.913	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mar	0.001	0.001	0.942	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Apr	0.000	0.000	1.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
May	0.000	0.000	0.968	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	1.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Jul	0.000	0.000	1.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Aug	0.001	0.001	0.951	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003
Sep	0.001	0.001	0.954	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Oct	0.000	0.000	0.894	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Nov	0.000	0.000	0.926	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Dec	0.000	0.000	0.939	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Figure A4-30. Model output for the sandwich tern at the D-HUBN.

Royal HaskoningDHV

Northern gannet

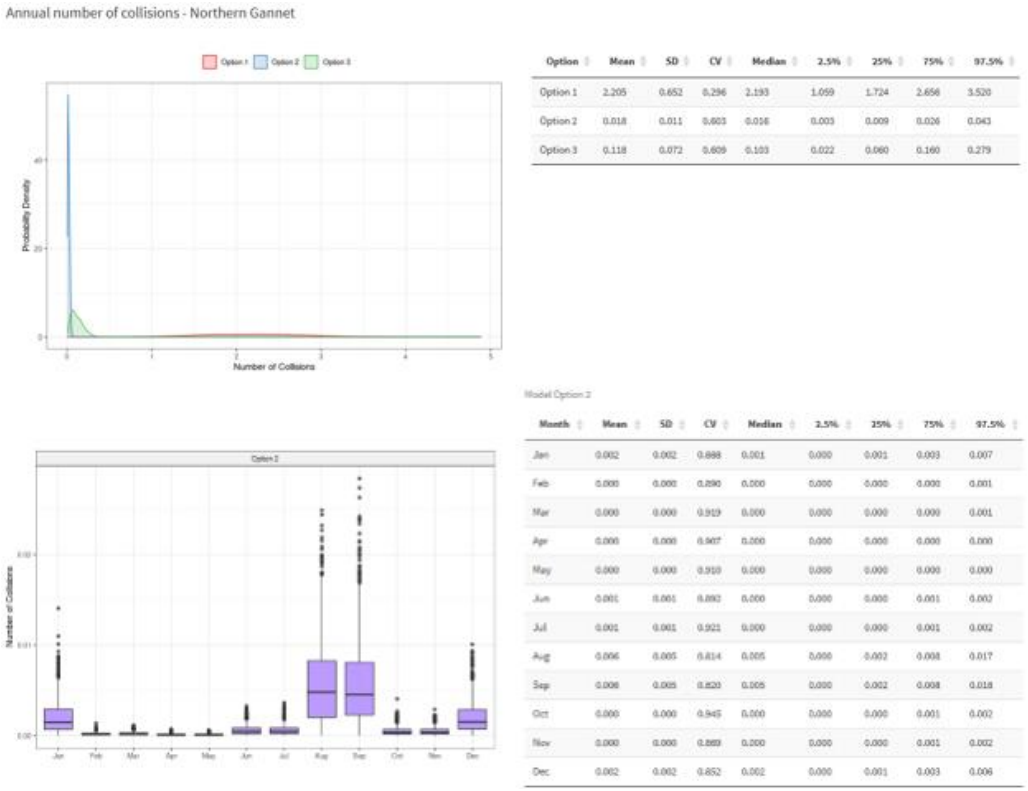


Figure A4-31. Model output for the northern gannet at the D-HUBN.

A4.2.3 Annual collisions L4-A Total Energies

Table A4-38. Expected number of collisions per protected bird species per year for the L4-A platform.

	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Black legged kittiwake	0.307	0.182	0.592	0.274	0.066	0.178	0.383	0.767
Common Guillemot	0.007	0.013	1.961	0.000	0.000	0.000	0.006	0.048
Great black-backed gull	0.012	0.006	0.486	0.011	0.003	0.008	0.016	0.026
Lesser black-backed gull	0.143	0.072	0.506	0.132	0.036	0.090	0.184	0.313
Red-throated diver	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Little gull	0.000	0.000	22.377	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Razorbill	0.002	0.004	1.672	0.000	0.000	0.000	0.003	0.014
Common tern	0.033	0.011	0.343	0.033	0.014	0.027	0.038	0.059
Herring gull	0.008	0.003	0.431	0.007	0.003	0.005	0.010	0.016
Northern fulmar	0.000	0.000	1.577	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Sandwich tern	0.010	0.007	0.636	0.007	0.004	0.006	0.015	0.027

	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Northern gannet	0.007	0.004	0.550	0.007	0.002	0.004	0.010	0.016

Black legged kittiwake

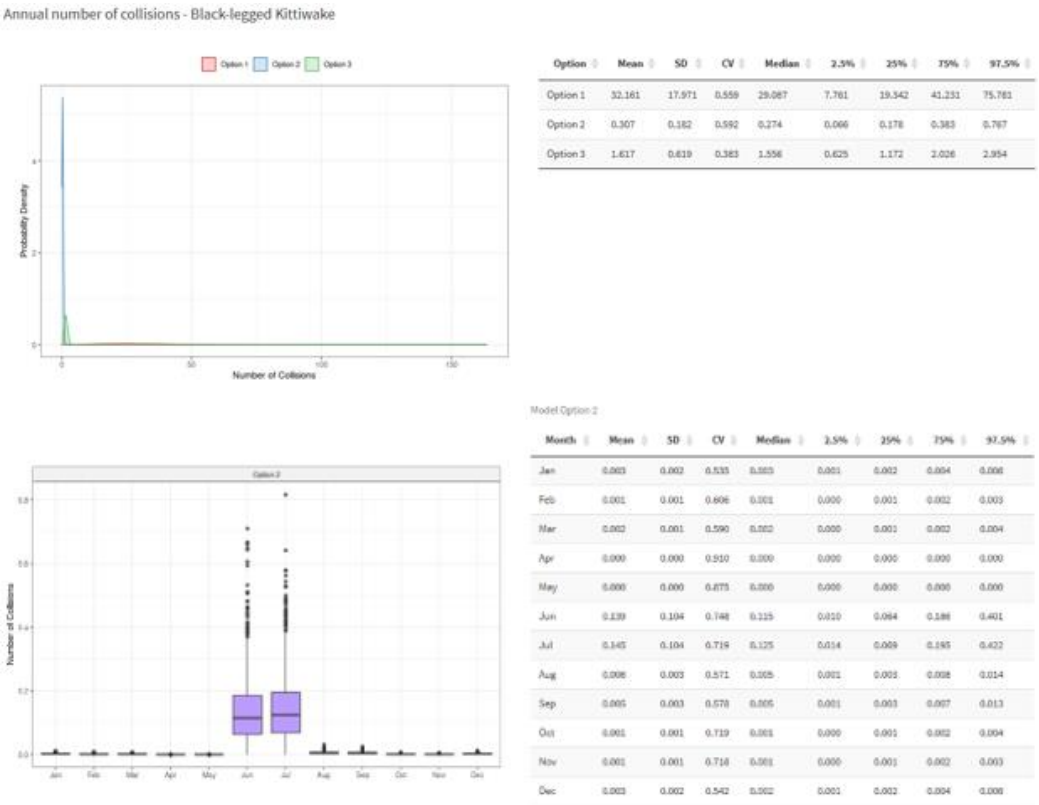
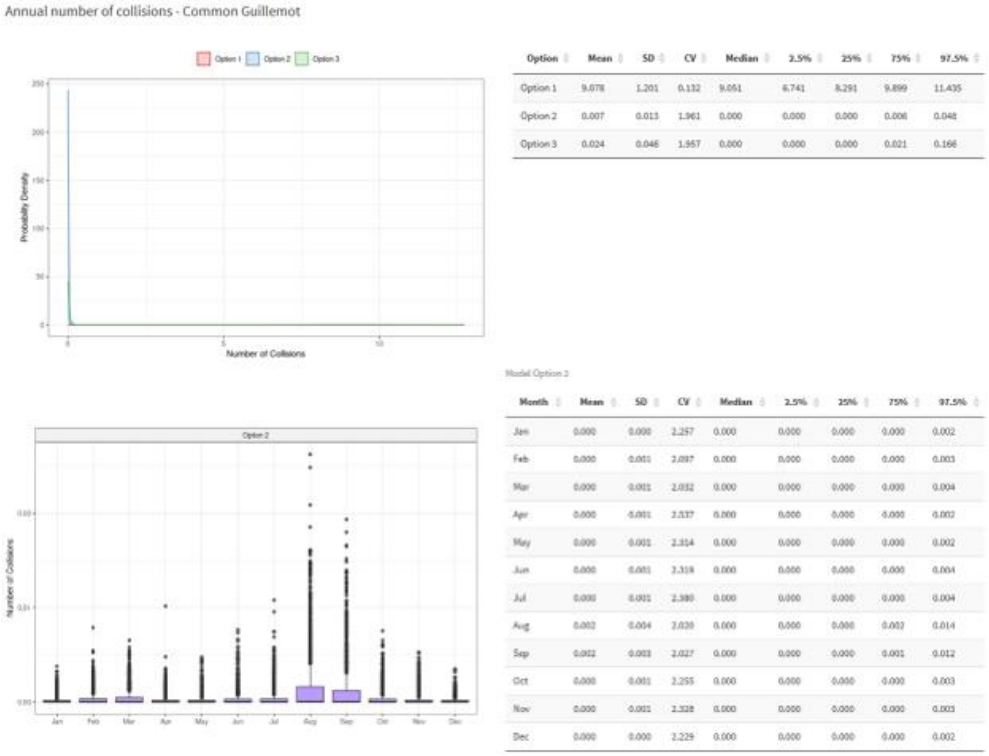


Figure A4-32. Model output for the black legged kittiwake at the L4-A platform.

Common Guillemot

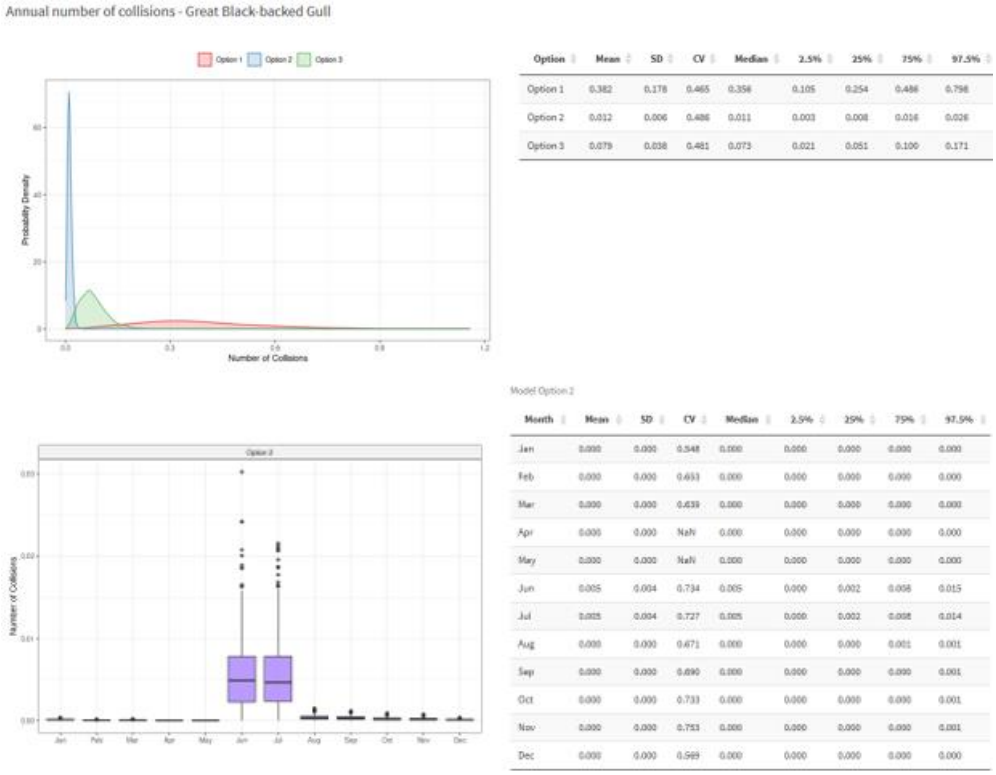


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	9.078	1.201	0.132	9.051	6.741	8.291	9.899	11.435
Option 2	0.007	0.013	1.961	0.000	0.000	0.000	0.008	0.048
Option 3	0.024	0.046	1.957	0.000	0.000	0.000	0.021	0.168

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	2.257	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Feb	0.000	0.001	2.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Mar	0.000	0.001	2.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Apr	0.000	0.001	2.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
May	0.000	0.001	2.314	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Jun	0.000	0.001	3.319	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Jul	0.000	0.001	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Aug	0.002	0.004	2.020	0.000	0.000	0.000	0.002	0.014
Sep	0.002	0.003	2.027	0.000	0.000	0.000	0.001	0.012
Oct	0.000	0.001	2.255	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Nov	0.000	0.001	2.328	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Dec	0.000	0.000	2.229	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002

Figure A4-33. Model output for the common guillemot at the L4-A platform.

Great black-backed gull

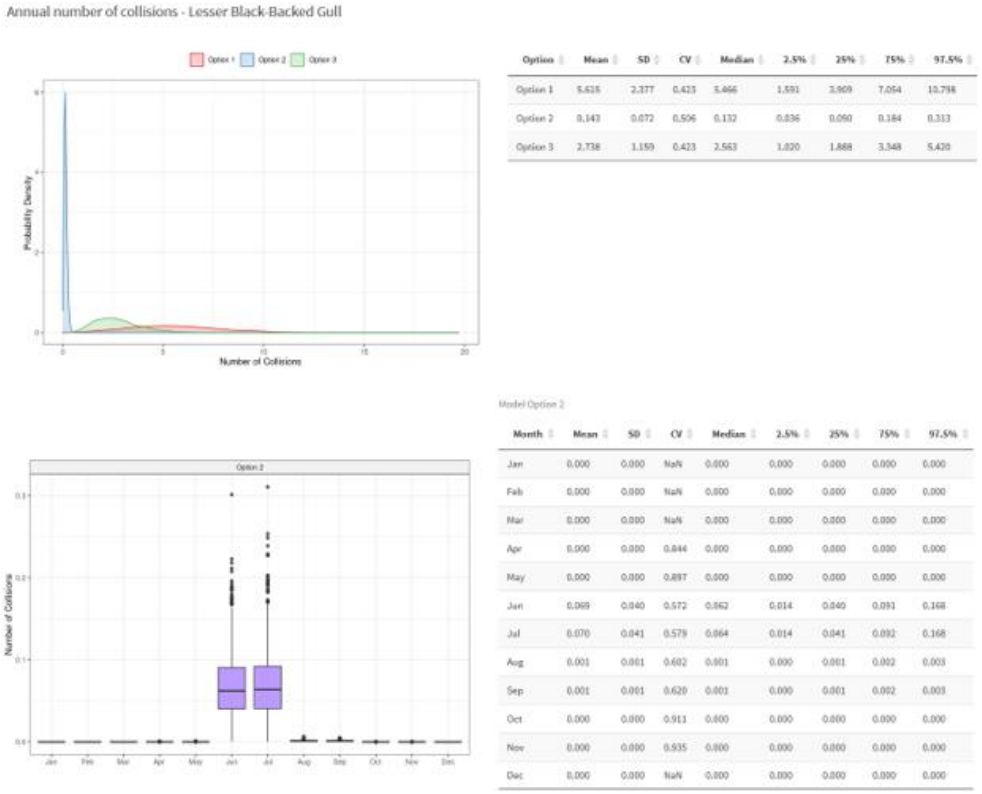


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.382	0.178	0.465	0.358	0.105	0.254	0.486	0.798
Option 2	0.012	0.006	0.486	0.011	0.003	0.008	0.016	0.026
Option 3	0.079	0.038	0.481	0.073	0.021	0.051	0.100	0.171

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.548	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.653	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.639	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.005	0.004	0.734	0.005	0.000	0.002	0.008	0.015
Jul	0.005	0.004	0.727	0.005	0.000	0.002	0.008	0.014
Aug	0.000	0.000	0.671	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Sep	0.000	0.000	0.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Oct	0.000	0.000	0.733	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Nov	0.000	0.000	0.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Dec	0.000	0.000	0.569	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-34. Model output for the great black-backed gull at the L4-A platform.

Lesser black-backed gull



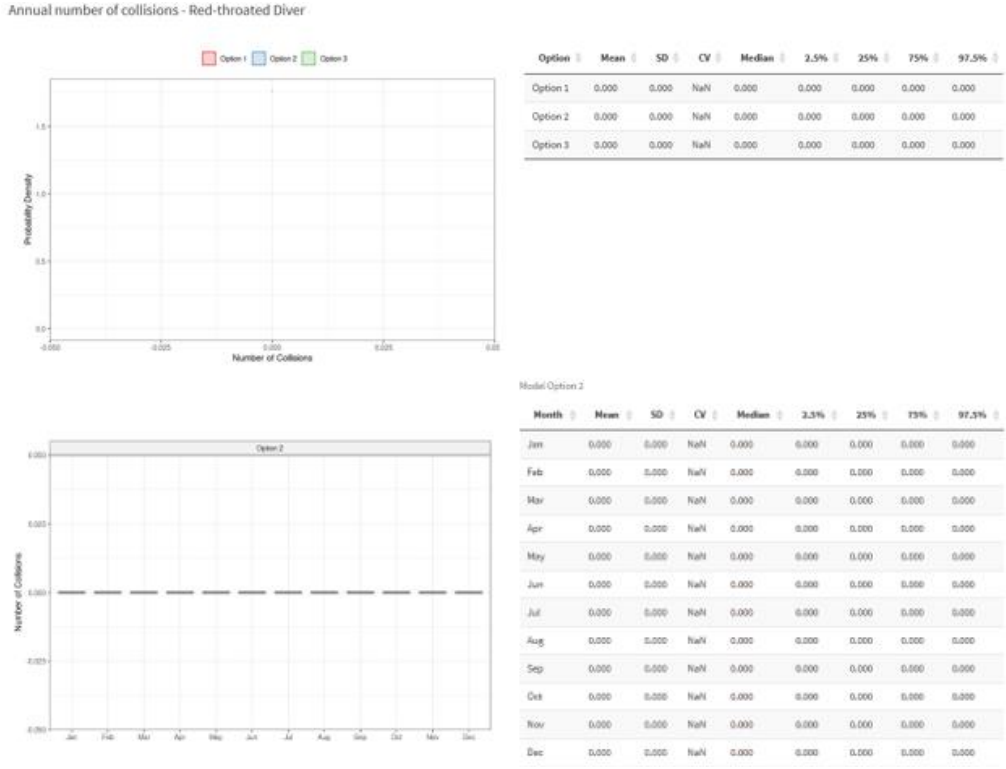
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	5.616	2.377	0.423	5.466	1.591	3.909	7.054	10.798
Option 2	0.143	0.072	0.506	0.132	0.036	0.090	0.184	0.313
Option 3	2.738	1.159	0.423	2.563	1.020	1.868	3.348	5.420

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	0.844	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	0.897	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.069	0.040	0.572	0.062	0.014	0.040	0.091	0.168
Jul	0.070	0.041	0.579	0.064	0.014	0.041	0.092	0.168
Aug	0.001	0.001	0.602	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003
Sep	0.001	0.001	0.620	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003
Oct	0.000	0.000	0.911	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	0.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-35. Model output for the lesser black-backed kittiwake at the L4-A platform.

Red-throated diver



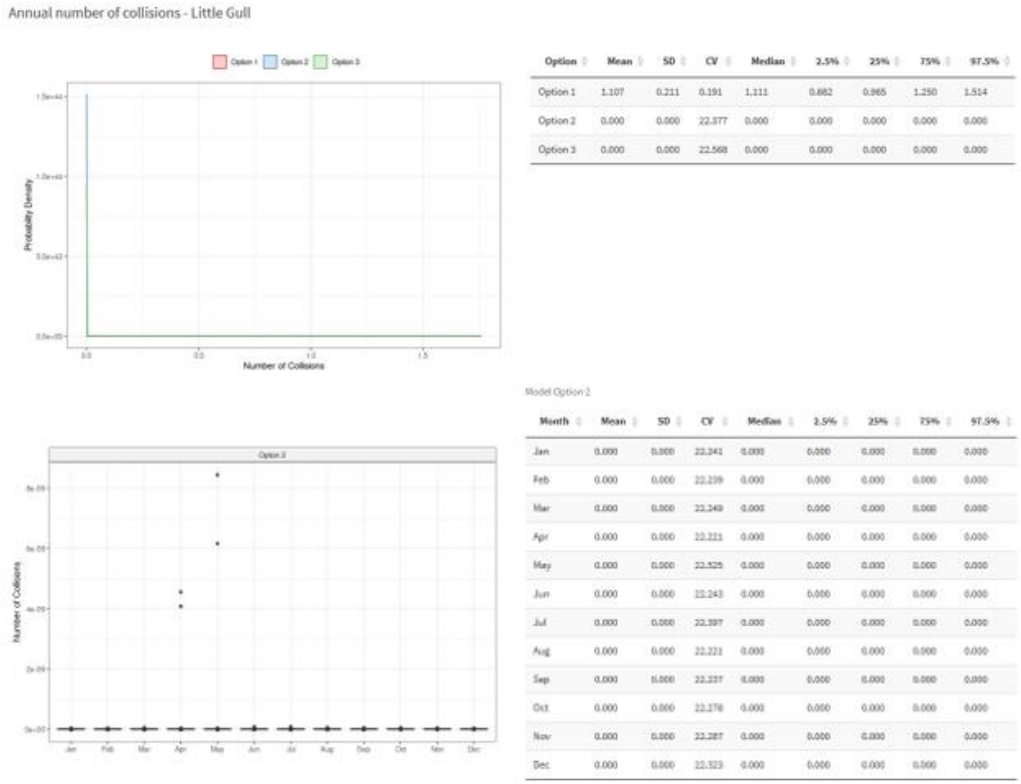
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 2	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-36. Model output for the red-throated diver at the L4-A platform.

Little gull

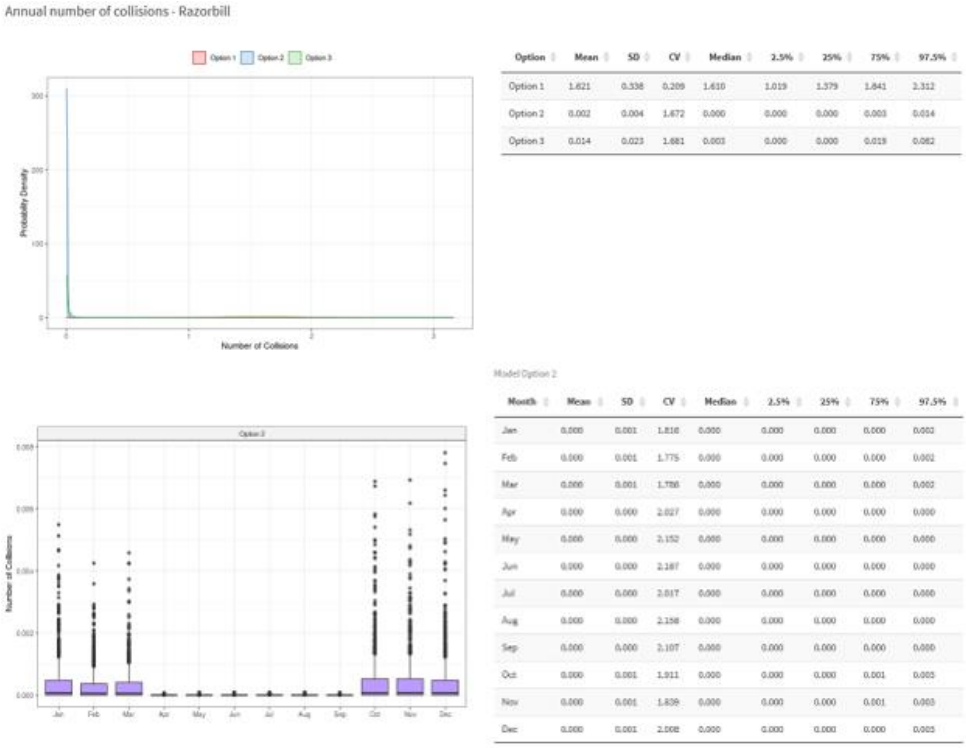


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.107	0.211	0.191	1.111	0.682	0.965	1.250	1.514
Option 2	0.000	0.000	22.377	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	22.568	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	22.341	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	22.239	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	22.249	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	22.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	22.525	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	22.243	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	22.397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	22.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	22.257	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	22.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	22.287	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	22.323	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-37. Model output for the little gull at the L4-A platform.

Razorbill

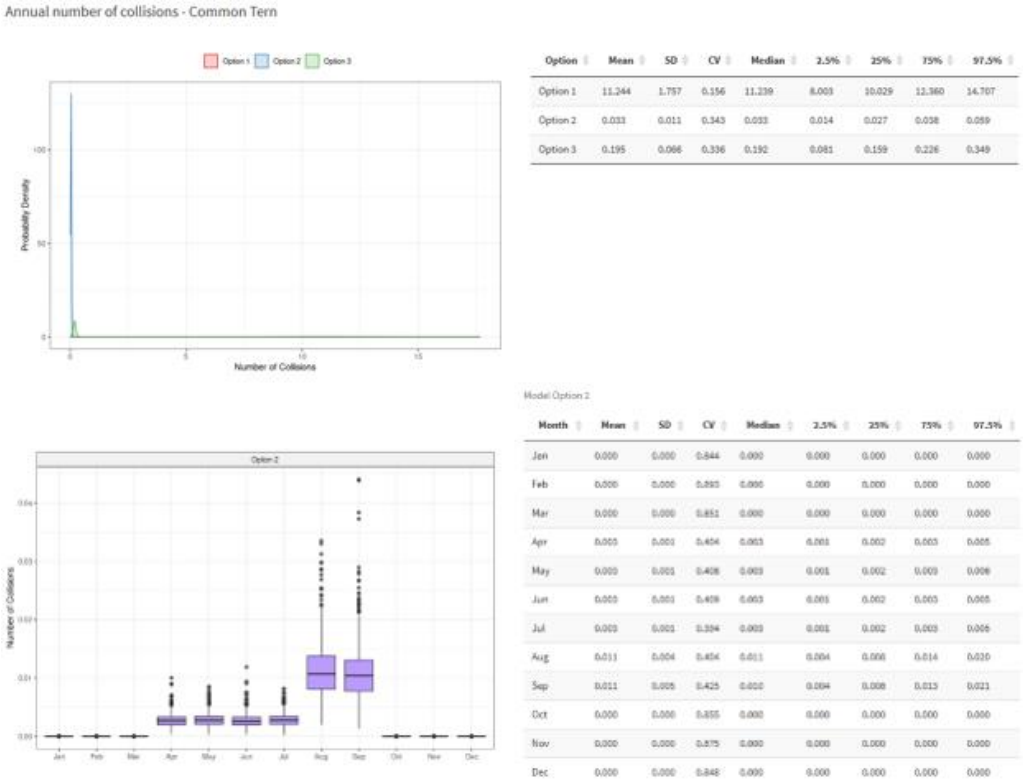


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.621	0.338	0.209	1.610	1.019	1.379	1.841	2.312
Option 2	0.002	0.004	1.672	0.000	0.000	0.000	0.003	0.014
Option 3	0.014	0.023	1.681	0.003	0.000	0.000	0.019	0.082

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.001	1.816	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Feb	0.000	0.001	1.775	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Mar	0.000	0.001	1.786	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Apr	0.000	0.000	2.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.187	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	2.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	2.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.001	1.911	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003
Nov	0.000	0.001	1.839	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003
Dec	0.000	0.001	2.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003

Figure A4-38. Model output for the razorbill at the L4-A platform.

Common tern



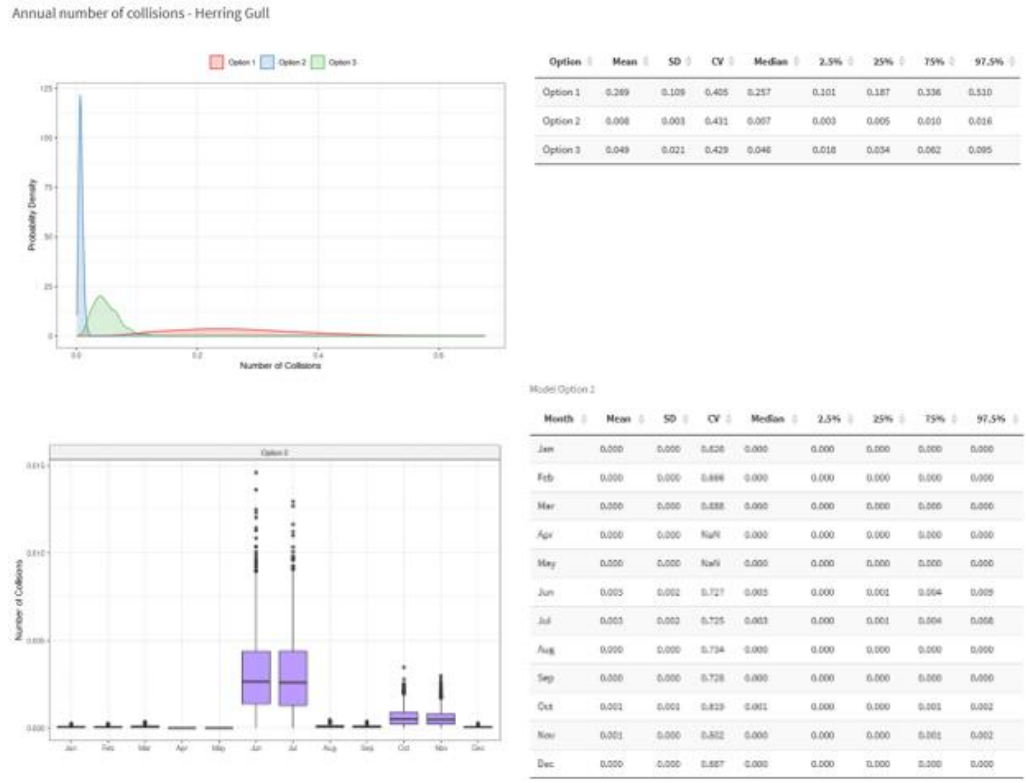
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	11.244	1.757	0.156	11.239	8.003	10.029	12.360	14.707
Option 2	0.033	0.011	0.343	0.033	0.014	0.027	0.038	0.059
Option 3	0.195	0.066	0.336	0.192	0.081	0.159	0.226	0.349

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.844	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.893	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.851	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.003	0.001	0.404	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
May	0.003	0.001	0.408	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
Jun	0.003	0.001	0.409	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
Jul	0.003	0.001	0.394	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
Aug	0.011	0.004	0.404	0.011	0.004	0.008	0.014	0.020
Sep	0.011	0.005	0.425	0.010	0.004	0.008	0.013	0.021
Oct	0.000	0.000	0.855	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	0.875	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	0.848	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-39. Model output for the common tern at the L4-A platform.

Herring gull



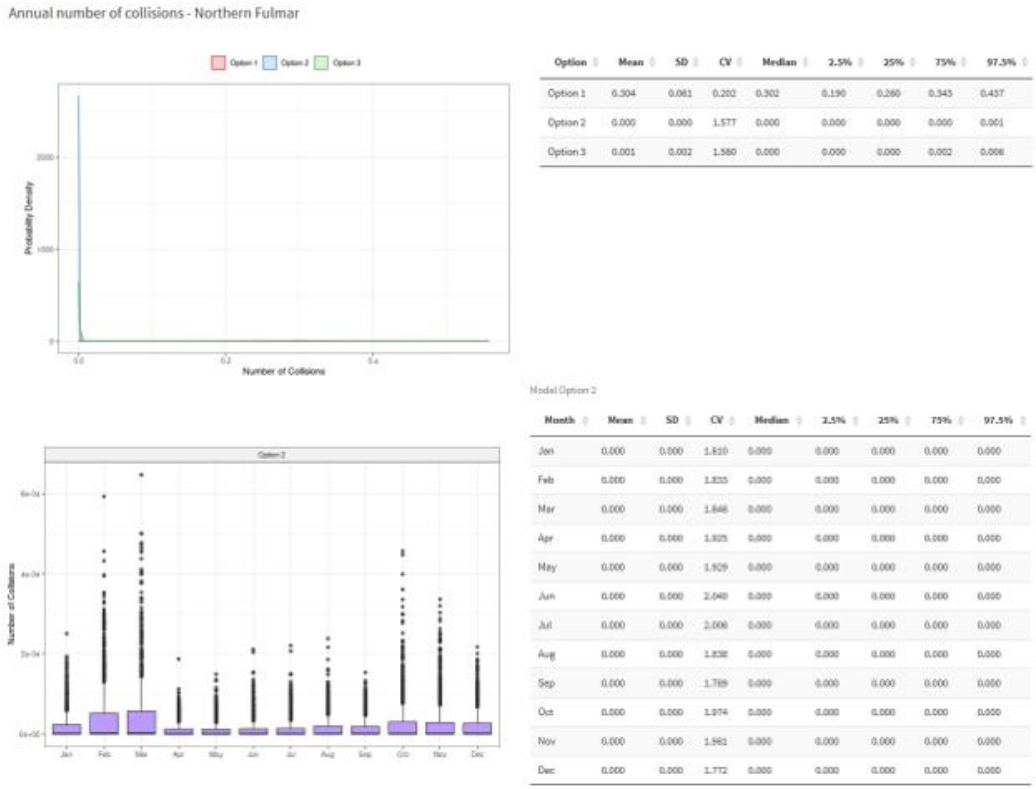
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.269	0.109	0.405	0.257	0.101	0.187	0.336	0.510
Option 2	0.008	0.003	0.431	0.007	0.003	0.005	0.010	0.016
Option 3	0.049	0.021	0.429	0.046	0.018	0.034	0.062	0.095

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.828	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.886	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.888	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.003	0.002	0.727	0.003	0.000	0.001	0.004	0.009
Jul	0.003	0.002	0.725	0.003	0.000	0.001	0.004	0.008
Aug	0.000	0.000	0.734	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	0.728	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.001	0.001	0.819	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Nov	0.001	0.000	0.802	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002
Dec	0.000	0.000	0.887	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-40. Model output for the herring gull at the L4-A platform.

Northern fulmar



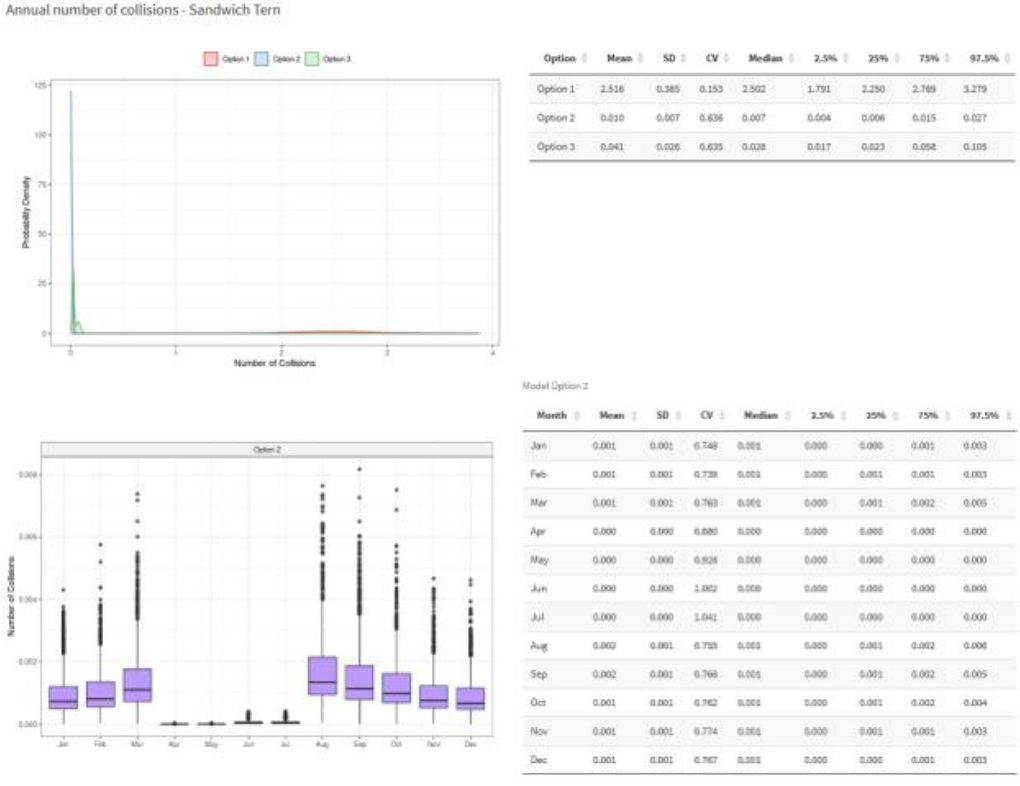
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.304	0.061	0.202	0.302	0.190	0.260	0.343	0.437
Option 2	0.000	0.000	1.577	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Option 3	0.001	0.002	1.580	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	1.810	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	1.833	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	1.848	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	1.925	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	1.929	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	1.838	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	1.789	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	1.974	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	1.981	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	1.772	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-41. Model output for the northern fulmar at the L4-A platform.

Sandwich tern



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	2.516	0.385	0.153	2.502	1.791	2.250	2.769	3.279
Option 2	0.010	0.007	0.636	0.007	0.004	0.006	0.015	0.027
Option 3	0.041	0.026	0.635	0.028	0.017	0.023	0.058	0.105

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.001	0.001	0.748	0.001	0.000	0.000	0.001	0.003
Feb	0.001	0.001	0.738	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003
Mar	0.001	0.001	0.763	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005
Apr	0.000	0.000	0.886	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	0.928	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	1.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	1.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.002	0.001	0.755	0.001	0.000	0.001	0.002	0.006
Sep	0.002	0.001	0.768	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005
Oct	0.001	0.001	0.762	0.001	0.000	0.001	0.002	0.004
Nov	0.001	0.001	0.774	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003
Dec	0.001	0.001	0.767	0.001	0.000	0.000	0.001	0.003

Figure A4-42. Model output for the sandwich tern at the L4-A platform.

Northern gannet

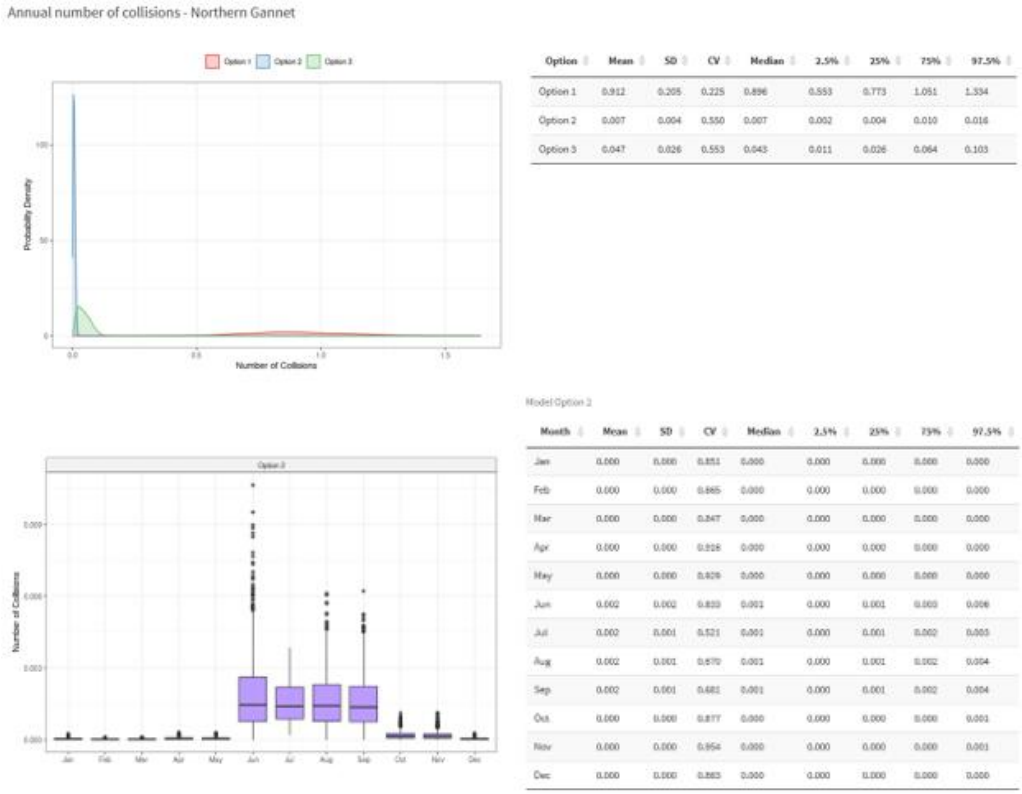


Figure A4-43. Model output for the northern gannet at the L4-A platform.

A4.2.4 Annual collisions K14-FA2 Shell

Table A4-39. Expected number of collisions per protected bird species per year for the K14-FA2 platform.

	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Black legged kittiwake	0.039	0.009	0.233	0.038	0.023	0.032	0.044	0.058
Common Guillemot	0.005	0.011	2.117	0.000	0.000	0.000	0.009	0.100
Great black-backed gull	0.008	0.002	0.292	0.007	0.004	0.006	0.009	0.013
Lesser black-backed gull	0.174	0.081	0.465	0.163	0.051	0.119	0.219	0.355
Red-throated diver	0.001	0.001	1.582	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005
Little gull	0.000	0.000	13.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Razorbill	0.002	0.004	1.683	0.000	0.000	0.000	0.003	0.015
Common tern	0.033	0.012	0.350	0.033	0.014	0.027	0.038	0.064
Herring gull	0.252	0.080	0.316	0.245	0.119	0.194	0.302	0.426
Northern fulmar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sandwich tern	0.105	0.066	0.633	0.072	0.046	0.061	0.151	0.265
Northern gannet	0.006	0.004	0.593	0.006	0.001	0.003	0.009	0.015

Black legged kittiwake

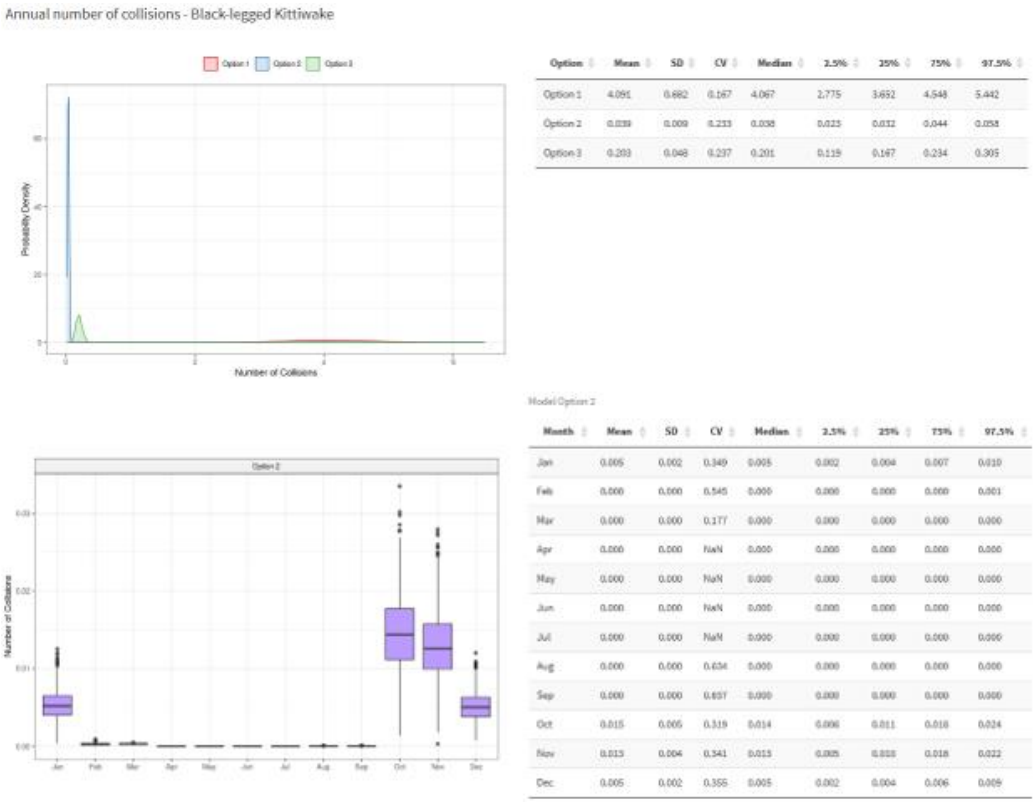
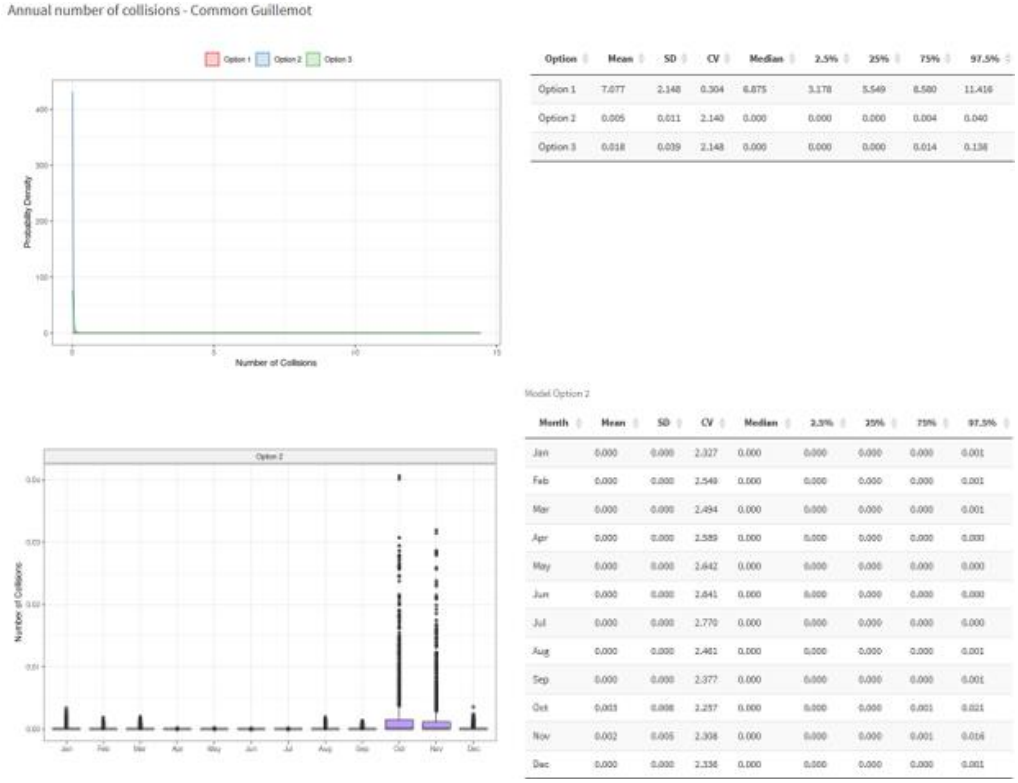


Figure A4-44 Model output for the black legged kittiwake at the K14-FA2 platform.

Common Guillemot



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	7.077	2.148	0.304	6.875	3.178	5.549	8.580	11.416
Option 2	0.005	0.011	2.140	0.000	0.000	0.000	0.004	0.040
Option 3	0.018	0.039	2.148	0.000	0.000	0.000	0.014	0.138

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	2.327	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Feb	0.000	0.000	2.549	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mar	0.000	0.000	2.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Apr	0.000	0.000	2.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.642	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.641	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	2.461	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Sep	0.000	0.000	2.377	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Oct	0.003	0.008	2.257	0.000	0.000	0.000	0.001	0.021
Nov	0.002	0.005	2.308	0.000	0.000	0.000	0.001	0.016
Dec	0.000	0.000	2.336	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Figure A4-45. Model output for the common guillemot at the K14-FA2 platform.

Great black-backed gull

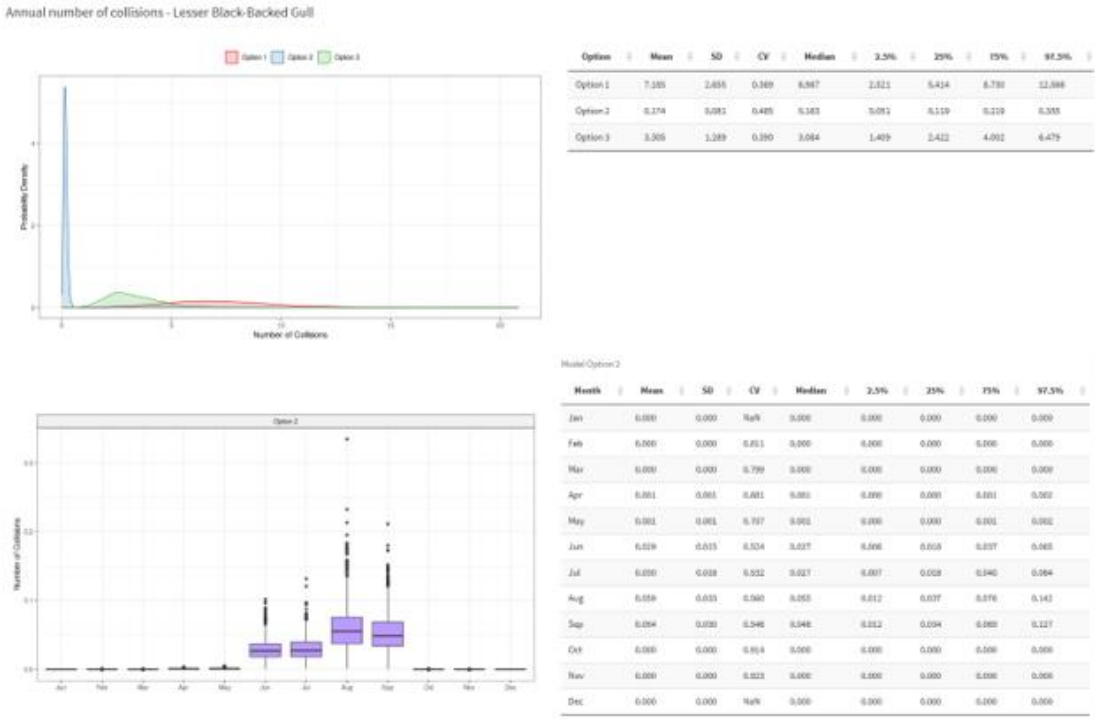


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.238	0.063	0.264	0.236	0.131	0.192	0.281	0.363
Option 2	0.008	0.002	0.292	0.007	0.004	0.006	0.009	0.013
Option 3	0.049	0.014	0.288	0.047	0.025	0.038	0.058	0.079

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.001	0.001	0.831	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003
Feb	0.000	0.000	0.719	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.722	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.001	0.001	0.665	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Sep	0.001	0.001	0.707	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Oct	0.002	0.001	0.561	0.002	0.000	0.001	0.003	0.004
Nov	0.002	0.001	0.571	0.002	0.000	0.001	0.002	0.004
Dec	0.001	0.001	0.627	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003

Figure A4-46. Model output for the great black-backed gull at the K14-FA2 platform.

Lesser black-backed gull



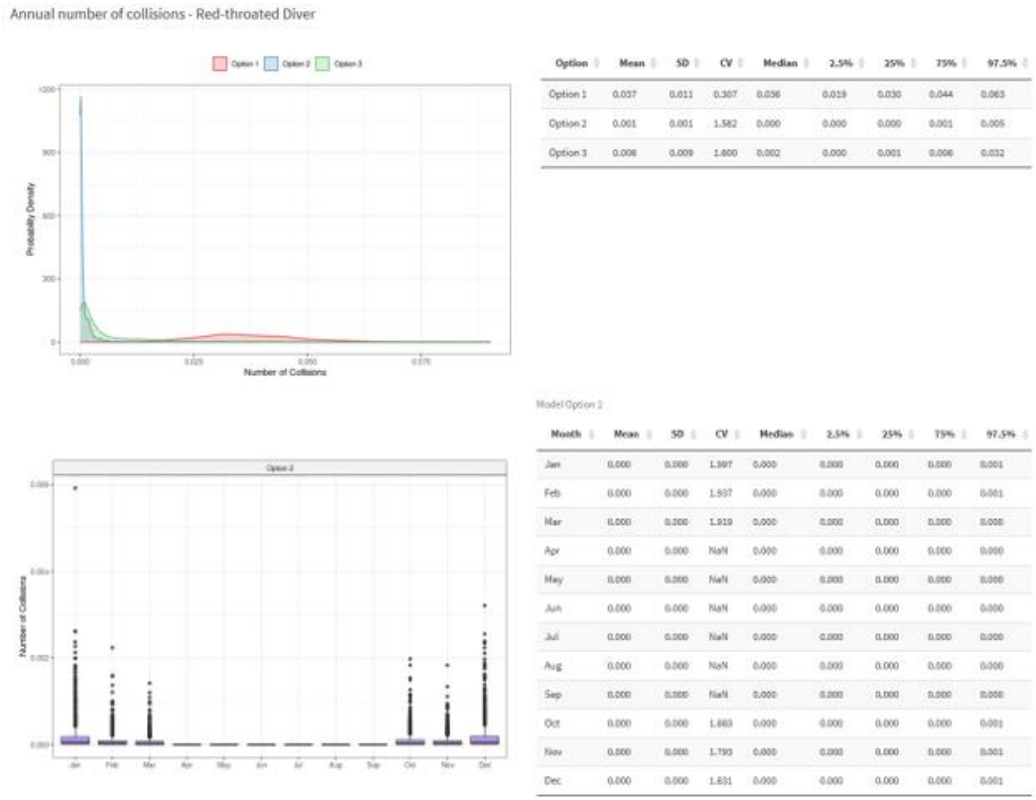
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	7.185	2.655	0.369	6.987	2.821	5.414	8.730	12.888
Option 2	0.174	0.081	0.465	0.163	0.051	0.119	0.219	0.355
Option 3	3.305	1.289	0.390	3.084	1.409	2.422	4.002	6.479

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.811	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.799	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.001	0.001	0.681	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
May	0.001	0.001	0.707	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Jun	0.019	0.015	0.824	0.017	0.000	0.010	0.027	0.060
Jul	0.030	0.018	0.632	0.027	0.007	0.018	0.040	0.084
Aug	0.059	0.035	0.560	0.055	0.012	0.037	0.076	0.142
Sep	0.054	0.030	0.548	0.048	0.012	0.034	0.069	0.127
Oct	0.000	0.000	0.914	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	0.823	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-47. Model output for the lesser black-backed gull at the K14-FA2 platform.

Red-throated diver



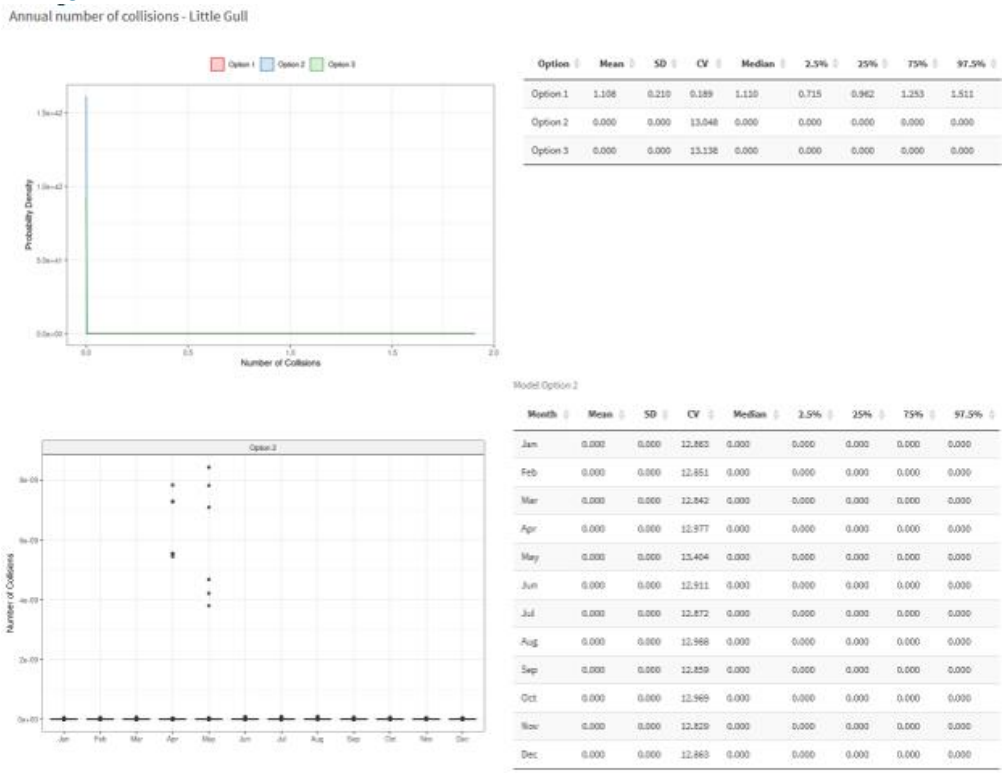
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.037	0.011	0.307	0.036	0.019	0.030	0.044	0.063
Option 2	0.001	0.001	1.582	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005
Option 3	0.008	0.009	1.600	0.002	0.000	0.001	0.008	0.032

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	1.997	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Feb	0.000	0.000	1.937	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mar	0.000	0.000	1.919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	1.883	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Nov	0.000	0.000	1.795	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Dec	0.000	0.000	1.831	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Figure A4-48. Model output for the red-throated diver at the K14-FA2 platform.

Little gull



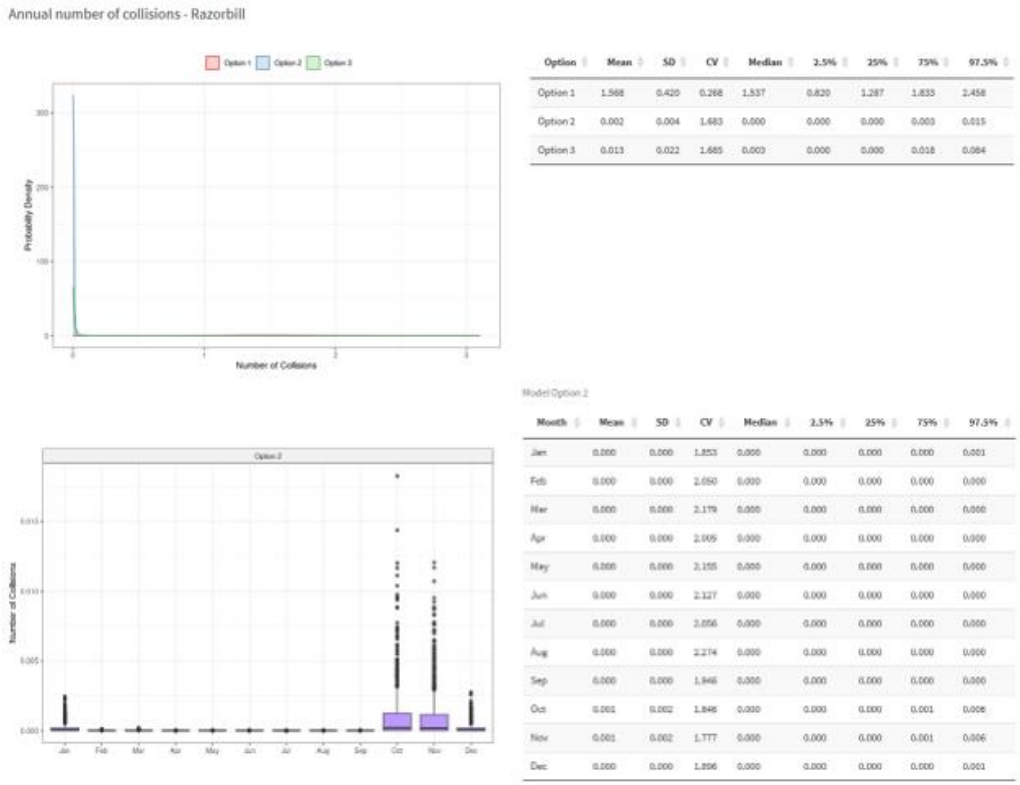
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.108	0.210	0.189	1.110	0.715	0.962	1.253	1.511
Option 2	0.000	0.000	13.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	13.138	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	12.863	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	12.851	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	12.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	12.977	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	13.404	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	12.911	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	12.872	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	12.968	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	12.859	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	12.969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	12.829	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	12.863	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-49. Model output for the little gull at the K14-FA2 platform.

Razorbill



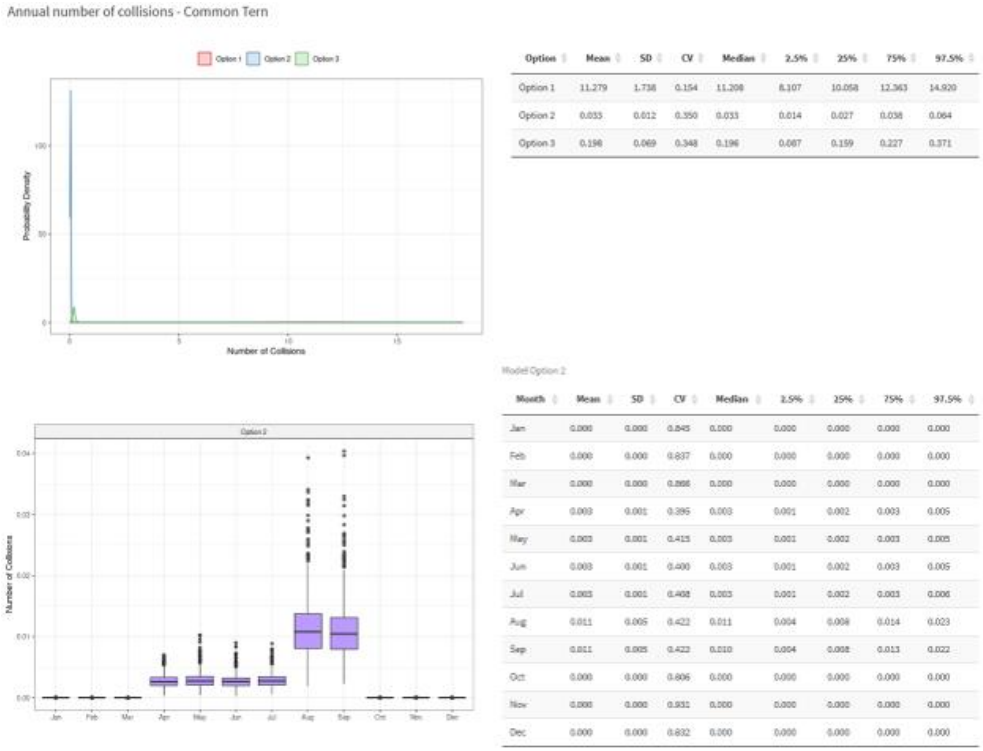
Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	1.568	0.420	0.268	1.537	0.820	1.287	1.835	2.458
Option 2	0.002	0.004	1.683	0.000	0.000	0.000	0.003	0.015
Option 3	0.013	0.022	1.685	0.003	0.000	0.000	0.018	0.084

Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	1.853	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Feb	0.000	0.000	2.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	2.179	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	2.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	2.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	2.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	2.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	2.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	1.948	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.001	0.002	1.848	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008
Nov	0.001	0.002	1.777	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006
Dec	0.000	0.000	1.896	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

Figure A4-50. Model output for the razorbill at the K14-FA2 platform.

Common tern

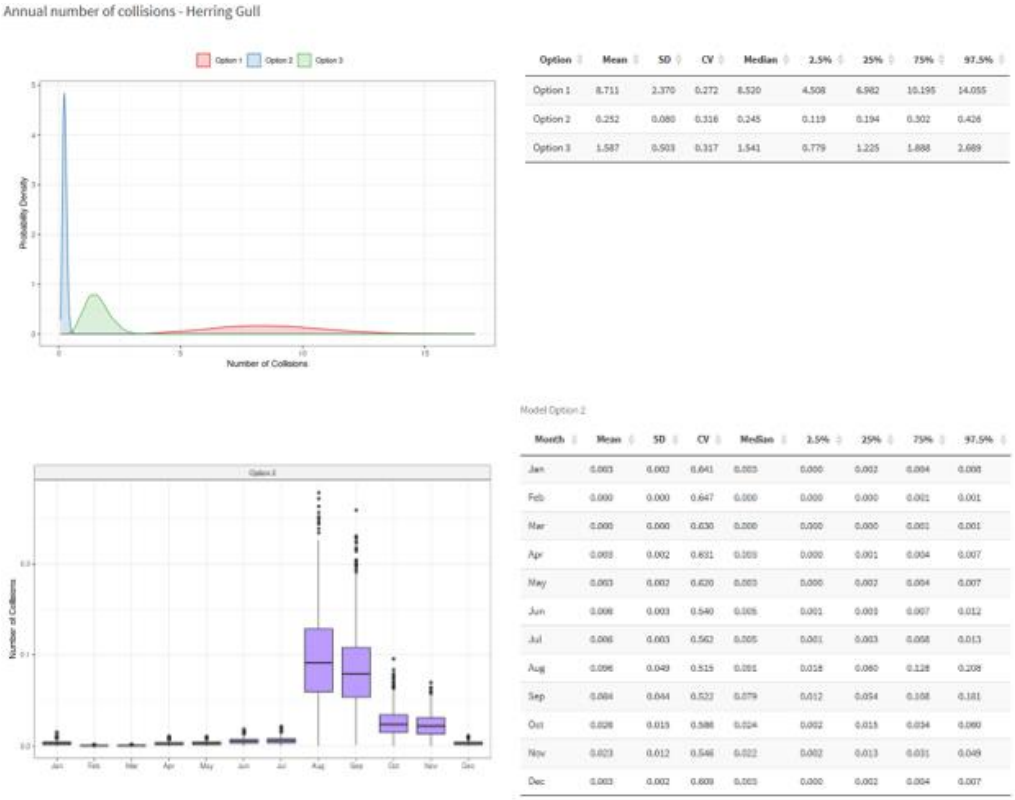


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	11.279	1.738	0.154	11.208	8.107	10.058	12.363	14.920
Option 2	0.033	0.012	0.350	0.033	0.014	0.027	0.038	0.064
Option 3	0.198	0.069	0.348	0.196	0.087	0.159	0.227	0.371

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.845	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	0.837	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.868	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.003	0.001	0.395	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
May	0.003	0.001	0.415	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
Jun	0.003	0.001	0.400	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005
Jul	0.003	0.001	0.408	0.003	0.001	0.002	0.003	0.006
Aug	0.011	0.005	0.422	0.011	0.004	0.008	0.014	0.023
Sep	0.011	0.005	0.423	0.010	0.004	0.008	0.013	0.022
Oct	0.000	0.000	0.806	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	0.931	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	0.832	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-51. Model output for the common tern at the K14-FA2 platform.

Herring gull



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	8.711	2.370	0.272	8.520	4.508	6.982	10.195	14.055
Option 2	0.252	0.080	0.316	0.245	0.119	0.194	0.302	0.426
Option 3	1.587	0.503	0.317	1.541	0.779	1.225	1.888	2.689

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.003	0.002	0.641	0.003	0.000	0.002	0.004	0.008
Feb	0.000	0.000	0.647	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Mar	0.000	0.000	0.630	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Apr	0.003	0.002	0.631	0.003	0.000	0.001	0.004	0.007
May	0.003	0.002	0.620	0.003	0.000	0.002	0.004	0.007
Jun	0.006	0.003	0.540	0.005	0.001	0.003	0.007	0.012
Jul	0.006	0.003	0.562	0.005	0.001	0.003	0.008	0.013
Aug	0.096	0.049	0.519	0.091	0.018	0.060	0.128	0.208
Sep	0.084	0.044	0.522	0.079	0.012	0.054	0.108	0.181
Oct	0.028	0.015	0.538	0.024	0.002	0.015	0.034	0.060
Nov	0.023	0.012	0.546	0.022	0.002	0.013	0.031	0.049
Dec	0.003	0.002	0.609	0.003	0.000	0.002	0.004	0.007

Figure A4-52. Model output for the herring gull at the K14-FA2 platform.

Northern fulmar

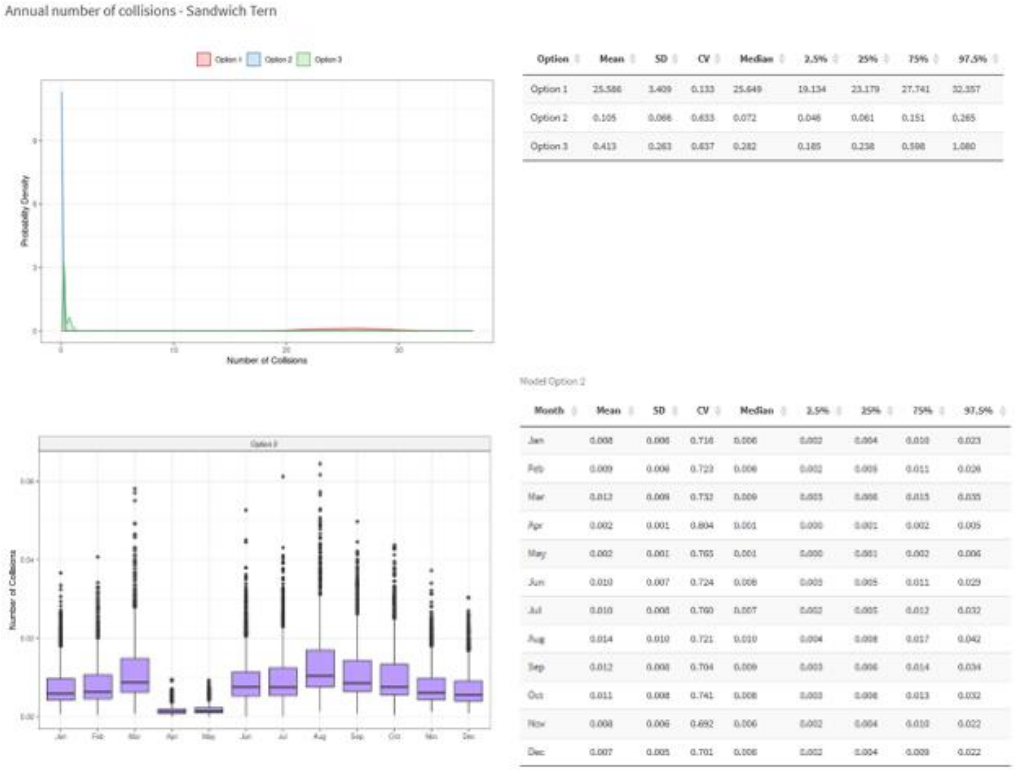


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 2	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jul	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Aug	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nov	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Dec	0.000	0.000	NaN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-53. Model output for the northern fulmar at the K14-FA2 platform.

Sandwich tern

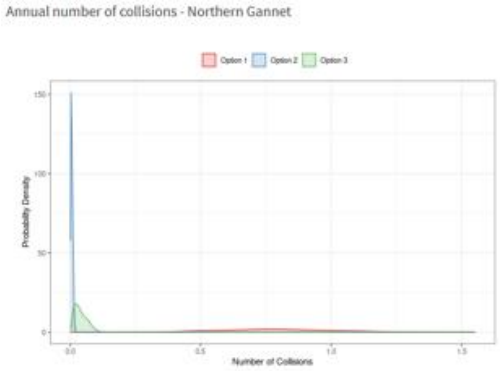


Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	25.586	3.409	0.133	25.649	19.134	23.179	27.741	32.357
Option 2	0.105	0.066	0.633	0.072	0.048	0.061	0.151	0.265
Option 3	0.413	0.263	0.637	0.282	0.185	0.238	0.598	1.080

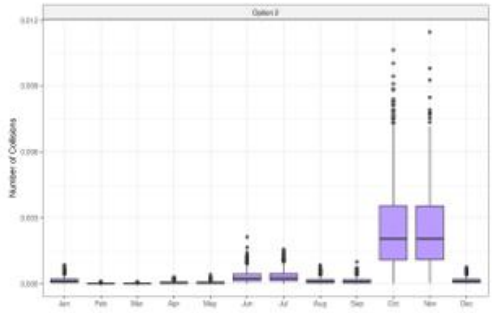
Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.008	0.006	0.716	0.006	0.002	0.004	0.010	0.023
Feb	0.009	0.006	0.723	0.006	0.002	0.005	0.011	0.026
Mar	0.013	0.009	0.732	0.009	0.003	0.006	0.015	0.035
Apr	0.002	0.001	0.804	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005
May	0.002	0.001	0.765	0.001	0.000	0.001	0.002	0.006
Jun	0.010	0.007	0.724	0.008	0.003	0.005	0.011	0.029
Jul	0.010	0.006	0.760	0.007	0.002	0.005	0.012	0.032
Aug	0.014	0.010	0.721	0.010	0.004	0.008	0.017	0.042
Sep	0.012	0.008	0.704	0.009	0.003	0.006	0.014	0.034
Oct	0.011	0.008	0.741	0.008	0.003	0.006	0.013	0.032
Nov	0.008	0.006	0.692	0.006	0.002	0.004	0.010	0.022
Dec	0.007	0.005	0.701	0.006	0.002	0.004	0.009	0.022

Figure A4-54. Model output for the sandwich tern at the K14-FA2 platform.

Northern gannet



Option	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Option 1	0.798	0.217	0.272	0.787	0.430	0.649	0.937	1.257
Option 2	0.006	0.004	0.593	0.006	0.001	0.003	0.009	0.015
Option 3	0.041	0.024	0.594	0.035	0.009	0.022	0.057	0.095



Model Option 2

Month	Mean	SD	CV	Median	2.5%	25%	75%	97.5%
Jan	0.000	0.000	0.858	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Feb	0.000	0.000	1.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mar	0.000	0.000	0.979	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Apr	0.000	0.000	0.893	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
May	0.000	0.000	0.934	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Jun	0.000	0.000	0.834	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Jul	0.000	0.000	0.817	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Aug	0.000	0.000	0.932	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sep	0.000	0.000	0.982	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Oct	0.003	0.002	0.712	0.002	0.000	0.001	0.004	0.007
Nov	0.002	0.002	0.707	0.002	0.000	0.001	0.004	0.007
Dec	0.000	0.000	0.845	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figure A4-55. Model output for the northern gannet at the K14-FA2 platform.



Royal HaskoningDHV is een onafhankelijk internationaal advies- en ingenieursbureau. We combineren 140 jaar engineering- en ontwerpexpertise met consultancy, software en technology diensten. We leveren hiermee toegevoegde waarde voor klanten en hebben een positieve impact op mensen en onze leefomgeving. Dat is onze drijfveer: Enhancing Society Together. Daar hoort bij dat we onszelf en anderen voortdurend uitdagen om bij te dragen aan duurzame oplossingen voor lokale en wereldwijde vraagstukken in de gebouwde omgeving en de industrie.

In onze snel veranderende wereld wordt de agenda bepaalt door onder meer klimaatverandering, de digitale transformatie, een veranderende consumentenvraag en hybride werken. Met onze geïntegreerde duurzame oplossingen willen we bijdragen aan het bredere technologische en maatschappelijke plaatje.

Gesteund door de kennis en ervaring van meer dan 6.000 collega's werken we vanuit kantoren in meer dan 20 landen. We ondersteunen klanten om de transitie te maken naar een slimme en duurzame organisatie. We koppelen onze engineering- en ontwerpexpertise aan onze software- en technologische diensten om toegevoegde waarde te leveren voor onze klanten en de lifecycle van hun assets.

We zijn oprecht, handelen integer en transparant in al onze activiteiten, ook onze bedrijfsvoering Ons team is divers en inclusief. De veiligheid en het welzijn van mensen, in ons team en daarbuiten, staat onder alle omstandigheden voorop.

In projecten en initiatieven werken we actief samen met overheden en het bedrijfsleven, partners en stakeholders. We zien een belangrijke rol voor onszelf in innovatieve duurzame ontwikkeling en willen bijdragen aan een betere leefomgeving, nu en in de toekomst.

Ons hoofdkantoor is gevestigd in Nederland en we hebben kantoren in Europa, Azië, Afrika, Australië en Amerika.

royalhaskoningdhv.com

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Bijlage 8

Ecologische effectbeoordeling
UXO-onderzoek

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

RAPPORT

Ecologische effectbeoordeling UXO - onderzoek

Natura 2000 en Flora- en fauna activiteit

Klant:	Aramis
Referentie:	-RHD-XX-ZZ-RP-Z-0001
Status:	Definitief/01
Datum:	7 maart 2025

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document:	Ecologische effectbeoordeling UXO - onderzoek
Ondertitel:	Natura 2000 en Flora- en fauna activiteit
Referentie:	-RHD-XX-ZZ-RP-Z-0001
Uw kenmerk	
Status:	Definitief/01
Datum:	7 maart 2025
Projectnaam:	Ecologie Aramis CCS permit 2025
Projectnummer:	BH8744-117-106

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

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1 Inleiding 1

1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief 1

1.1 Waarom deze ecologische effectbeoordeling 2

1.2 Leeswijzer 2

2 UXO onderzoek op land 3

2.1 Locatiegegevens 3

2.2 Voorgenomen activiteit 3

2.3 Beschermde natuurwaarden op land 5

2.3.1 Vaatplanten 5

2.3.2 Grondgebonden landzoogdieren 5

2.3.3 Amfibieën 6

2.3.4 Vogels 6

2.4 Effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets) 6

2.4.1 Verstoring door geluid en trillingen 7

2.4.2 Verstoring door aanwezigheid en licht 8

2.4.3 Verstoring van de bodem 9

2.4.4 Emissies 10

2.5 Voorzorgs- en mitigerende maatregelen 10

2.6 Conclusie effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets) 10

3 UXO onderzoek op zee 11

3.1 Locatiegegevens 11

3.2 Beschrijving van de voorgenomen activiteit 11

3.3 Beschermde natuurwaarden op zee 14

3.4 Beschrijving van de effecten – Voortoets 16

3.4.1 Verstoring door geluid en trillingen 16

3.4.2 Verstoring door aanwezigheid en licht 26

3.4.3 Emissies naar de lucht en stikstofdepositie 28

3.4.4 Samenvatting Voortoets 28

3.5 Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling) 29

3.5.1 Inleiding en methodiek 29

3.5.2 Voordelta 29

3.5.3 Conclusie Natura 2000 (Passende Beoordeling) 33

3.6 Effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets) 34

3.6.1 Methode 34

3.6.2 Zeezoogdieren 34

3.6.3 Conclusie soortentoets 35

3.7 Cumulatie 37

3.7.1 Relevante projecten 37
3.7.2 Overzicht projecten in cumulatietoets 40
3.7.3 Effecten 41
3.7.4 Conclusie cumulatietoets 45
3.8 Conclusie Ecologische effectenbeoordeling 46
3.8.1 Effectbeoordeling Flora en Fauna op land (Soortentoets) 46
3.8.2 Effectbeoordeling Natura-2000 op zee (Passende Beoordeling) 46
3.8.3 Effectbeoordeling Flora en Fauna op zee (Soortentoets) 46

4 Referenties 47

Bijlagen

A1 Instandhoudingsdoelstelling Voordelta

1 Inleiding

Voor u ligt het detailrapport Ecologische Effectbeoordeling voor het UXO onderzoek voorafgaand aan de werkzaamheden aan de startschacht, onderdeel van het MER voor het Aramis initiatief.

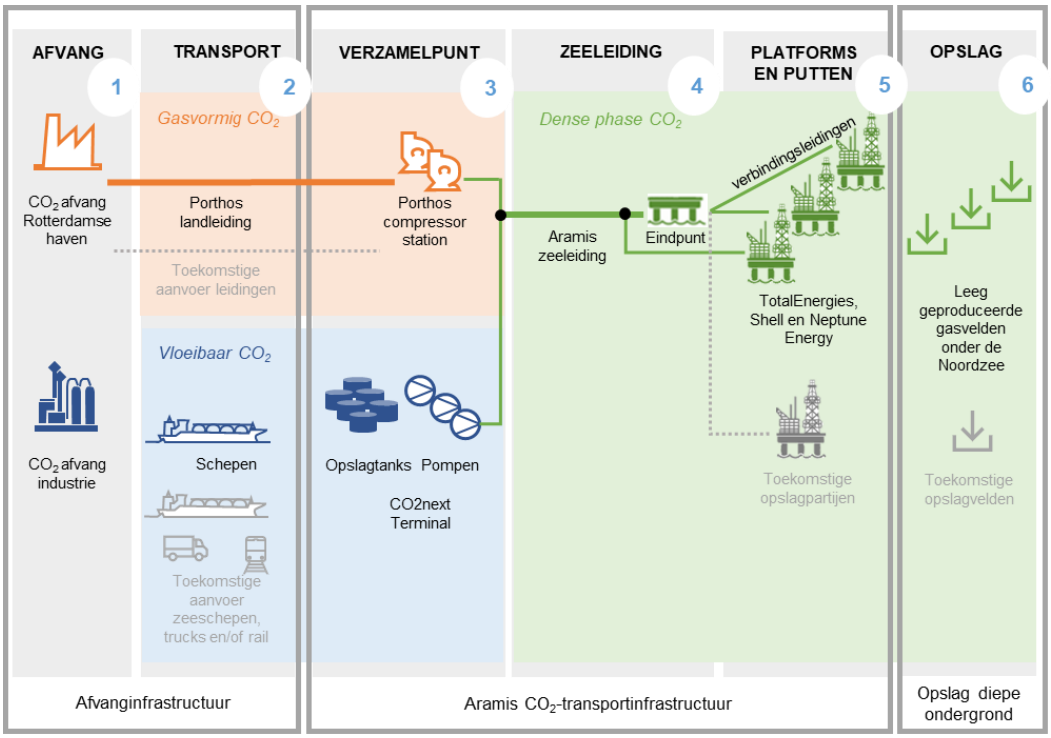
Dit rapport bevat een gedetailleerde beschrijving en beoordeling van de effecten in de aanlegfase van het onderdeel van het Aramis initiatief dat betrekking heeft op het uitvoeren van het UXO onderzoek op land en op zee. Er vindt een toetsing plaats op basis van de Omgevingswet en er wordt aangegeven of het noodzakelijk is om een vergunning aan te vragen voor een Natura 2000 activiteit en/of een Flora en fauna activiteit.

1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief

Integrale Aramis CCS-keten

Om de klimaatdoelstellingen te behalen, is er behoefte aan additionele transportinfrastructuur voor CO_2, waarmee meerdere opslaglocaties op zee worden ontsloten voor verschillende industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte door een nieuwe integrale en open CCS-keten mogelijk te maken. Het Aramis initiatief vormt een onderdeel van deze CCS-keten en bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CO_2-transportinfrastructuur. Het Aramis initiatief wordt in de rapportage dan ook wel aangeduid als Aramis CO_2-transportinfrastructuur. Samen met de afvang- en opslaginfrastructuur vormt dit de integrale CCS keten met onderstaande samenhangende onderdelen (zie Figuur 1-1).

De voorgenomen activiteit die beoordeeld gaat worden in deze Ecologische Effectbeoordeling, is het uitvoeren van een Unexploded Ordnance (UXO)-onderzoek. Deze beoordeling is een aanvulling bij het MER Hoofdrapport[1], de Passende Beoordeling[2] en de Soortentoets[3] als onderdeel van de Natuurtoets.



Figuur 1-1. Overzicht van de integrale CCS-keten met daarin de componenten die onderdeel zijn van het Aramis-initiatief (3-5): transport per schip, terminal CO2next, uitbreiding compressorstation Porthos, zeeleiding met eindpunt en connectiepunten, aansluitleidingen en platforms.

[1] *MER Hoofdrapport – B2*
[2] *MER-Bijlage 5. Passende Beoordeling zeegebieden – versie F2*
[3] *MER-Bijlage 8. Natuurtoets Soorten – F1*

1.1 Waarom deze ecologische effectbeoordeling

Het doel van deze ecologische effectbeoordeling is om inzichtelijk te maken of de voorgenomen activiteiten (significant) negatieve effecten kunnen hebben op de beschermde gebieden en soorten in het projectgebied en in de directe omgeving van de onderzoekslocatie.

Deze ecologische effectbeoordeling maakt duidelijk óf en zo ja welke vervolgstappen nodig zijn, zoals het aanvragen van een Omgevingsvergunning. Deze ecologische effectbeoordeling wordt in samenhang met de (al eerder opgestelde) Milieueffectrapportage (MER) opgesteld.

1.2 Leeswijzer

Dit rapport omvat twee ecologische effectbeoordelingen. Eén voor het UXO-onderzoek op land in hoofdstuk 2 en één voor het UXO-onderzoek op zee in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 2 start met een beschrijving van de locatie en de voorgenomen activiteit in paragraaf 2.1 en 2.2, respectievelijk. Vervolgens wordt het voorkomen van beschermde natuurwaarden beschreven in paragraaf 2.3. De effectbeoordeling van de voorgenomen activiteit is opgenomen in paragraaf 2.4. Hierna worden de eventuele mitigerende maatregelen beschreven in paragraaf 2.5. Ten slotte wordt geconcludeerd of er Omgevingsvergunningen aangevraagd dienen te worden in paragraaf 2.6.

Hoofdstuk 3 begint met een beschrijving van de locatie in paragraaf 3.1 en de voorgenomen activiteit in paragraaf 3.2. Vervolgens worden de relevante beschermde natuurwaarden besproken in paragraaf 3.3. Hierna volgt de beschrijving van de effecten (Voortoets) in paragraaf 3.4. Deze effecten worden beoordeeld in een effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling) in paragraaf 3.5 en een effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets) in paragraaf 3.6. Vervolgens is een cumulatietoets uitgevoerd in paragraaf 3.7. Ten slotte wordt geconcludeerd of er Omgevingsvergunningen aangevraagd dienen te worden in paragraaf 3.8.

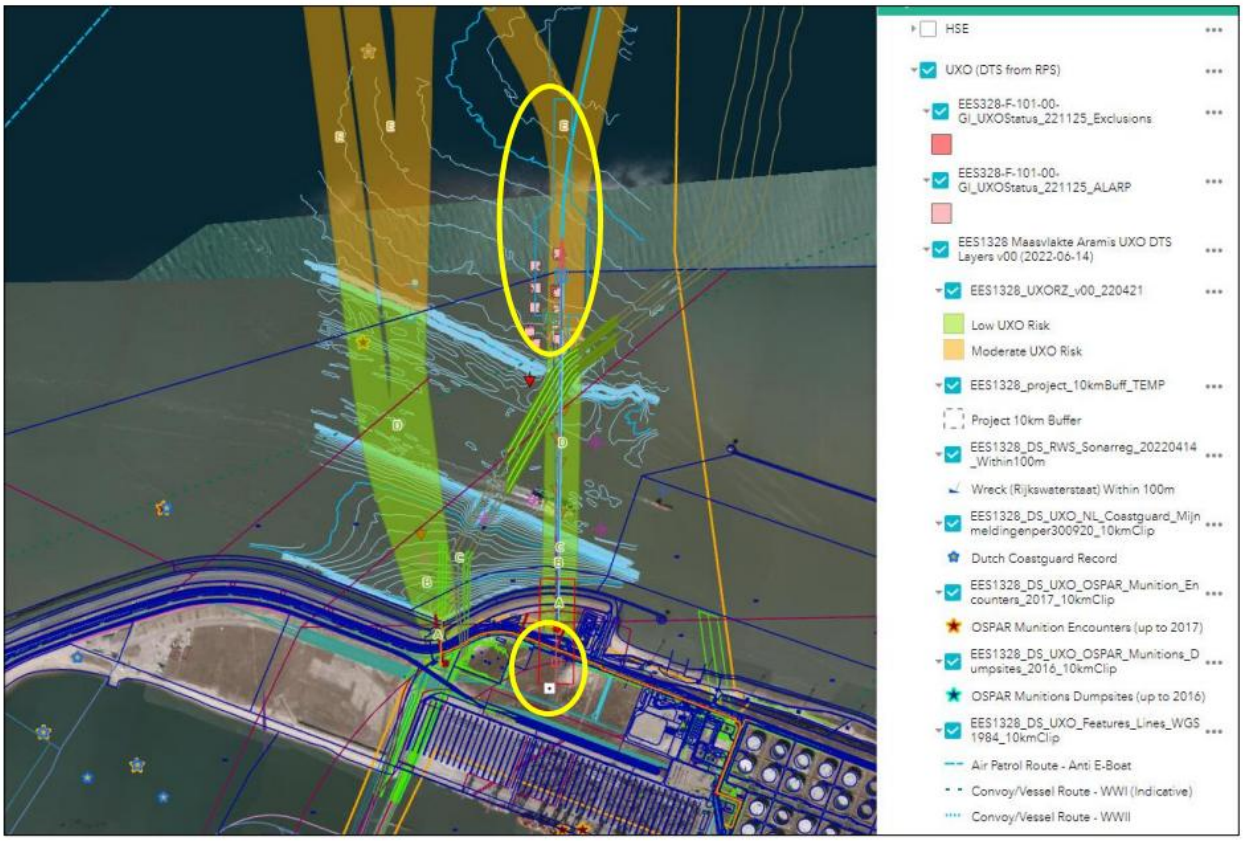
2 UXO onderzoek op land

Voorafgaand aan de start van werkzaamheden bij de aanleg van de tunnel, wordt aanvullend onderzoek gedaan naar de mogelijke aanwezigheid van niet gesprongen explosieven (aangeduid als UXO). Dit onderzoek duurt circa 5 dagen en vindt plaats bij de tunnelingang op de Haaienvin. Hiervoor wordt een truck ingezet die sonderingsmetingen uitvoert. Onderstaand wordt de werkwijze beschreven met de mogelijke milieueffecten. De bijbehorende AERIUS-berekening is gerapporteerd in:

- Bijlage 8 – AERIUS-berekening UXO onderzoek

2.1 Locatiegegevens

Het UXO-onderzoek op land zal op de Haaienvin van Maasvlakte I van de haven van Rotterdam plaatsvinden. De globale locatie is aangegeven met de onderste gele cirkel in Figuur 2-1.



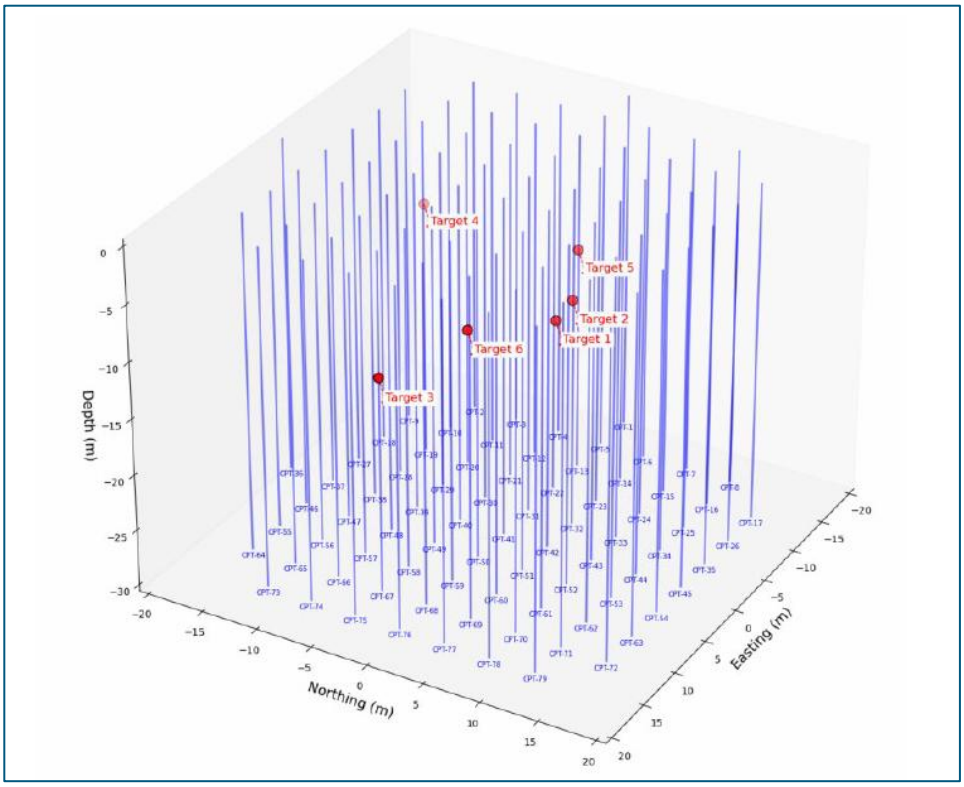
Figuur 2-1. Overzichtskaart van waar beide UXO-onderzoeken gepland staan uitgevoerd te worden (gele cirkels).

2.2 Voorgenomen activiteit

Het UXO-onderzoek op land vindt plaats bij de geplande startschacht van de boortunnel, op de Haaievin. Hiervoor zal apparatuur met behulp van een truck naar het terrein worden gebracht. Gelijktijdig met de offshore werkzaamheden wordt i september 2025 ook het onshore werk uitgevoerd. Voor het onshore UXO-onderzoek is met een 3 dagen durende periode voor eventuele uitloop rekening gehouden. In de praktijk zal de onshore ca. 12 tons wegende sonderingstruck weinig last hebben van slechte weersomstandigheden (wind-/stormcondities). Het onshore UXO-onderzoek zal derhalve in 2 dagen mobilisatie/calibreren en 7 dagen voor het uitvoeren van de metingen kunnen plaatsvinden. Aldus in totaal 9 dagen.

Het UXO-onderzoek op land is gepland met behulp van de volgende methoden:
(1) Cone Penetration Tests (Sonderingen) door de UXO-laag en/of
(2) met een boorgat-magnetometer.

Cone Penetration Test (CPT)
Dit is een gangbare methode voor bodemonderzoek, die wordt gebruikt in de civiele techniek. Een dun cilindrisch gereedschap wordt hydraulisch in de grond geduwd, waardoor er geen boorgaten hoeven te worden geboord.



Figuur 2-2. gevisualiseerde lijndata van magnetometer.

Een magnetometerkegel (MAG Cone) is in (de kop van) het sondeerinstrument geïntegreerd om magnetische afwijkingen te detecteren als gevolg van ijzerhoudende voorwerpen in de grond. De MAG Cone meet de veranderingen in het magnetische veld in zowel de X-, Y- als Z-richting. Tijdens de penetratieprocedure wordt een “verticale cilinder” met een bepaalde diameter gescand. De nauwkeurigheid van de magnetische meting neemt af met de afstand tot de magnetometer.

Een MagCone Recorder (online software) zal worden gebruikt om magnetische onderzoeksgegevens van het MagCone-systeem vast te leggen en te visualiseren. De live dataweergave helpt voorkomen dat er verdachte objecten in de grond worden geraakt en kunnen exploderen. De liveweergave biedt bovendien directe informatie over de bereikte diepte van het direct push-systeem.

De bevindingen van de lijn-data (kunnen) worden gevisiualiseerd zoals in Figuur 2-2.

Alle aangetroffen ijzerhoudende voorwerpen worden benoemd met een unieke identificatie en de bijbehorende positie en hoogte. Een lijst met aangetroffen magnetische anomalieën (boven een overeengekomen grootte) zullen uiteindelijk worden opgeleverd.

Boorgat-magnetometer
De meting vindt plaats in twee stappen. Tijdens de eerste stap wordt de magnetometer eerst op maaiveldniveau ingezet en scant deze op magnetische afwijkingen tot een diepte van 3 meter.

Tijdens de tweede stap wordt er in een regelmatig patroon boorgaten (met een diameter van ongeveer 10 cm) over het gehele werkgebied geboord tot een diepte van 3 meter. De boorgaten worden geboord in een rozetpatroon. Een rozetpatroon zijn 4 boorgaten in een vierkant patroon met een vijfde boorgat in het midden. De onderlinge afstand tussen de boorgaten bedraagt maximaal 1,5 m. De boorgaten kunnen worden ommanteld met PVC-leiding, zodat de boorgaten niet instorten of dichtvallen. Elk boorgat wordt onderzocht, waarbij de magnetometer tot op de bodem van het boorgat wordt neergelaten. Als er geen potentieel onontploft oorlogsrest wordt gedetecteerd, worden de boorgaten nog eens 3 tot 6 meter dieper geboord en wordt het onderzoek in het boorgat opnieuw uitgevoerd. Dit proces kan worden herhaald tot een maximale diepte van 30 meter beneden maaiveld. Het doel is de ondergrond op UXO's te onderzoeken tot de maximale ontgravingsdiepte van de beoogde tunnelschacht. Deze diepte bedraagt 20 meter.

2.3 Beschermde natuurwaarden op land

Hieronder is per soortgroep beschreven welke beschermde soorten in of nabij de onderzoekslocatie voorkomen of verwacht kunnen worden.

2.3.1 Vaatplanten

Er zijn binnen de onderzoekslocatie in de NDFF en de Natuurwijzer waarnemingen bekend van glad biggenkruid (*Hypochaeris glabra*). Glad biggenkruid is tijdens veldonderzoeken[4] in het plangebied zeer algemeen aangetroffen in de leidingstrook, langs het MOT terrein en op verschillende plaatsen in de bermen. Het voorkomen van beschermde vaatplanten in en nabij het plangebied is daarmee aangetoond. Het is bekend dat glad biggenkruid wijdverspreid en plaatselijk massaal voor komt in halfopen vegetaties in bermen en leidingstroken op het terrein van het havenbedrijf.

Glad biggenkruid is een éénjarige soort die zich telkens opnieuw vanuit zaad moet ontwikkelen en die zowel in het voor- als najaar kiemt. Daardoor is behoud en bescherming van glad biggenkruid veel meer een zaak van het beschermen van de zaadbank in de bodem en een geschikt leef- en vestigingsmilieu dan van de bescherming van individuele exemplaren.

2.3.2 Grondgebonden landzoogdieren

Er zijn binnen het plangebied in de NDFF en de Natuurwijzer waarnemingen van de volgende beschermde landzoogdieren bekend: bever (*Castor fiber*), bunzing (*Mustela putorius*), haas (*Lepus europaeus*), konijn (*Oryctolagus cuniculus*) en veldmuis (*Microtus arvalis*). Het voorkomen van andere nationaal beschermde soorten als vos (*Vulpes vulpes*) of ree (*Capreolus capreolus*) is tevens niet uitgesloten.

Van bovengenoemde soorten is tijdens het veldbezoek[4] enkel bewijs gevonden van de aanwezigheid van konijn in de vorm van graafsporen in vergraafbaar terrein. Het aanwezige personeel neemt ook vaak vossen waar, dus mogelijk heeft ook de vos een hol in of nabij het plangebied.

[4] *Bijlage 2 van Aramis Omgevingsvergunningaanvraag Flora en Fauna*

2.3.3 Amfibieën

Er zijn in het noordoostelijk deel van het plangebied in de NDFF en in de Natuurwijzer waarnemingen bekend van de rugstreeppad (*Epidalea calamita*). De soort is in 2014 waargenomen bij een daar aanwezig waterbassin en komt verspreid over het terrein van het havenbedrijf op meerdere locaties voor[4]. Rugstreeppad is echter de laatste jaren niet meer gesignaleerd op de onderzoekslocatie op de haaienvin. Voor rugstreeppad is nabij het plangebied potentieel geschikt leef- en voortplantingsgebied aanwezig in de vorm van een waterbassin. In de directe omgeving zijn voor amfibieën geschikte overwinteringsplaatsen, zoals open zandige locaties, en schuilelementen aanwezig. De met dicht gras begroeide delen van het plangebied zijn ongeschikt leefgebied voor de rugstreeppad. De rugstreeppad is echter in staat, indien er geschikte omstandigheden ontstaan, snel een gebied te koloniseren.

2.3.4 Vogels

Uit de verspreidingsgegevens van de NDFF is gebleken dat in het plangebied of in de omgeving daarvan waarnemingen bekend zijn van verschillende soorten broedvogels welke jaarrond of niet-jaarrond beschermde nesten kunnen hebben. Deze soorten zijn vaak overvliegend, maar ook rustend of foeragerend waargenomen. Tijdens de veldbezoeken zijn de volgende vogelsoorten waargenomen: scholekster (*Haematopus ostralegus*), ekster (*Pica pica*), houtduif (*Columba palumbus*), witte kwikstaart (*Motacilla alba*) en kauw (*Corvus monedula*) en verschillende meeuwensoorten. Ook is het niet ondenkbaar dat in niet inspecteerbare dichte bosschages kneu broedt, deze bosschages zijn echter niet aanwezig op de onderzoekslocatie. Op basis van de NDFF-data is het ook aannemelijk dat soorten zoals de drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*), dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*), kokmeeuw (*Chroicocephalus ridibundus*), stormmeeuw (*Larus canus*), kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) en zilvermeeuw (*Larus argentatus*) voorkomen.

Vanwege het grotendeels ontbreken van opgaande beplanting zijn de vrijwel kale terreinen alleen geschikt voor grondbroeders. Deze hebben geen van allen een jaarrond beschermd nest. Zo is bijvoorbeeld kleine mantelmeeuw op vergelijkbare locaties in de Maasvlakte een talrijke broedvogelsoort, net als zilvermeeuw en visdief. De toenemende aanwezigheid van vos maakt het plangebied en omgeving steeds minder geschikt voor grondbroedende vogels. Verder zouden opportunistische en voor verstoring relatief ongevoelige soorten (zonder jaarrond beschermd nest) als kauw, houtduif en ekster in de nabijheid van het plangebied kunnen broeden, bijvoorbeeld op het terrein ten noorden van het plangebied waar nog enige opgaande begroeiing aanwezig is.

2.4 Effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets)

In deze effectbeoordeling Flora en Fauna in het kader van de soortenbescherming (Ow) wordt beoordeeld of de werkzaamheden leiden tot schadelijke handelingen en of de gunstige staat van instandhouding van een soort in het geding is.

Wanneer in deze effectbeoordeling Flora & Fauna wordt geconcludeerd dat er sprake is van schadelijke handelingen, worden er mitigerende maatregelen beschreven en wordt bepaald of de staat van instandhouding in het geding is.

De volgende verstoringsfactoren uit Tamis et al., (2011) zijn geïdentificeerd als gevolg van het voorgenomen UXO-onderzoek:

- Verstoringen door geluid en trillingen kunnen leiden tot stress en verstoring van natuurlijk gedrag van verschillende diersoorten. Als gevolg kunnen individuen acute effecten ondervinden en tijdelijk of permanent het leefgebied verlaten;

- Verstoring door aanwezigheid en licht kan leiden tot gedragsverstoring van fauna of beschadiging van flora.
- Verstoring van de bodem als gevolg van de werkzaamheden kan ervoor zorgen dat standplaatsen van flora op land verloren gaan.
- Emissies naar de lucht betreffen verbrandingsgassen (NOx) van o.a. dieselmotoren. Emissies kunnen een verzurende werking hebben op habitattypen en leefgebieden.

2.4.1 Verstoring door geluid en trillingen

Geluidsbelasting en trillingen kunnen leiden tot stress of verstoring van natuurlijk gedrag van verschillende diersoorten. Verder kan deze verstoring ertoe leiden dat individuen tijdelijk vluchten of permanent het leefgebied verlaten. Verstoring door trillingen en geluid zal bij dit UXO-onderzoek voornamelijk optreden als gevolg van de inzet van de Track-Truck sondeerunit (hierna: truck).

De truck zal tijdens het onderzoek zeer waarschijnlijk een geluidsintensiteit hebben van circa 60 dB.

Geluid en trillingen hebben mogelijk negatieve effecten op aanwezige landzoogdieren, amfibieën en vogels. Effecten van geluid en trillingen op aanwezige vaatplanten zijn logischerwijs op voorhand uitgesloten.

Effecten op landzoogdieren
Verstoring van landzoogdieren zoals konijn en vos door geluid en trillingen is niet heel waarschijnlijk. De verwachting is dat de effecten van deze verstoringsfactor alleen verstorend zullen zijn voor konijnen en vossen die reeds onder de grond schuilen in burchten. De reden hiervoor is dat konijn en vos boven de grond zeer waarschijnlijk eerder effecten zullen ondervinden van de aanwezigheid (beweging en optiek) van de truck. De effecten hiervan zijn nader beschreven in paragraaf 2.4.2.

Het geluid en de trillingen die afkomstig zijn van de truck boven de grond zullen door de grondlaag gedempt worden. Hierdoor neemt de geluidsintensiteit af richting de schuilende konijnen en vossen en zullen de verstorende effecten afgezwakt zijn. Daarnaast kan ervan uit gegaan worden dat konijn en vos, die een populatie hebben kunnen vestigen op een druk havengebied, in zekere mate gewend zijn geraakt aan dit type omgevingsgeluid en trillingen. Konijn en vos staan op de lijst van vrijgestelde soorten, er is dus geen sprake van schadelijke handelingen.

Effecten op amfibieën
Verstoring van rugstreeppad door geluid en trillingen is zeer onwaarschijnlijk. In de rapportage van het veldbezoek[4] is geconcludeerd dat rugstreeppad in zeer lage dichtheden verwacht wordt op de onderzoekslocatie. Echter heeft een erkend ecoloog van het havenbedrijf Rotterdam aangegeven dat rugstreeppad sinds 2022 niet meer gesignaleerd is op de onderzoekslocatie (pers. comm. met R. Wolf, maart 2025 en Natuurwijzer HbR[5]). Daarnaast is het een typisch nachtdier en zal het dus overdag, tijdens het onderzoek, zo veel mogelijk een schuilplaats opzoeken. In september bevindt de soort zich in de voortplantingsperiode en zal bij voorkeur aanwezig zijn in (spontaan door regenbuien gevormde) poeltjes. Deze poeltjes komen niet van nature voor op de onderzoekslocatie waardoor het niet aannemelijk is dat rugstreeppad aanwezig zal zijn ten tijde van het onderzoek.

Het beoogde onderzoek leidt niet tot het tijdelijk beschadigen en/of vernietigen van verblijfplaatsen en het verwonden en/of doden van individuen van de rugstreeppad. Er is geen sprake van een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.46 1a, 1b en 1d van de Ow het Bal.

[5] *https://portmaps.maps.arcgis.com/apps/instant/sidebar/index.html?appid=f7e9561d3e924a8e8fe6256c2caf4caa*

Effecten op vogels
Verstoring van vogels door geluid en trillingen is aannemelijk. Uit de rapportage van het veldbezoek[4] blijkt dat er nabij de onderzoekslocatie scholeksters, jonge vogels en witte kwikstaarten zijn waargenomen. Daarnaast moet er ook rekening worden gehouden met de kans dat er op de vrijwel kale terreinen van de onderzoekslocatie grondbroedende vogelsoorten hun nesten gebouwd kunnen hebben in de broedperiode (maart-augustus). Tijdens het onderzoek in september kan het zo zijn dat er nog grondbroedende vogels aanwezig zijn op de onderzoekslocatie. Deze vogels kunnen opschrikken en wegvliegen van hun locatie door het geluid afkomstig van de truck. In de directe omgeving is voldoende uitwijkmogelijkheid en het ruimtebeslag door de truck tijdens het onderzoek is zeer beperkt.

Het beoogde onderzoek leidt niet tot doden of vangen en/of het opzettelijk vernielen of beschadigen van nesten, rustplaatsen of eieren van beschermde vogelsoorten. Het opschrikken van vogels tijdens het onderzoek zorgt er niet voor dat de landelijke staat van instandhouding in het geding komt. Er is geen sprake van een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.37 1a, 1b en 1d van de Ow het Bal.

2.4.2 Verstoring door aanwezigheid en licht

De aanwezigheid van de truck en het personeel kan tot verstoring leiden. De effecten hiervan zijn over het algemeen onder te verdelen in verstoring door beweging (ook wel optische verstoring genoemd), verstoring door licht en verstoring door geluid. Verstoring door aanwezigheid en licht kan ertoe leiden dat soorten tijdelijk of permanent het gebied verlaten om de verstoringsbron te vermijden.

Verstoring door geluid is reeds beschreven in paragraaf 1.4.1. Omdat het onderzoek overdag uitgevoerd zal worden, zullen effecten als gevolg van lichtuitstraling (zoals door de verlichting van de truck) tot het minimum beperkt worden.

Effecten op landzoogdieren
Verstoring van landzoogdieren zoals konijn en vos door beweging van de truck is niet heel waarschijnlijk. Doordat de onderzoekslocatie zeer vlak is, kunnen konijn en vos de truck van grote afstand aan zien komen. De naderende truck zal in eerste instantie de alertheid van konijn en vos verhogen voordat konijn en vos besluiten te vluchten. Konijn en vos staan op de lijst van vrijgestelde soorten, er is dus geen sprake van schadelijke handelingen.

Effecten op amfibieën
Verstoring van amfibieën door beweging van de truck is onwaarschijnlijk. In de rapportage van het veldbezoek[4] is geconcludeerd dat rugstreeppad in zeer lage dichtheden verwacht wordt op de onderzoekslocatie. Echter heeft een erkend ecoloog van het havenbedrijf Rotterdam aangegeven dat rugstreeppad sinds 2022 niet meer gesignaleerd is op de onderzoekslocatie (pers. comm. met R. Wolf, maart 2025 en Natuurwijzer HbR[5]).

Het beoogde onderzoek leidt niet tot het tijdelijk beschadigen en/of vernietigen van verblijfplaatsen en het verwonden en/of doden van individuen van de rugstreeppad. Er is geen sprake van een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.46 1a, 1b en 1d van de Ow het Bal.

Effecten op vogels
Verstoring van vogels door beweging van de truck is onwaarschijnlijk, de activiteit vindt plaats buiten de broedperiode. Scholeksters zijn in beperkte mate gevoelig voor verstoring en zijn in staat om te wennen aan bewegende verstoring afkomstig van bijvoorbeeld vliegtuigen (van der Kolk, 2021). Van witte kwikstaarten is bekend dat ze zeer succesvol kunnen broeden in menselijke omgevingen zoals parken, het platte land, stedelijk gebied en industrieterreinen (Vogelbescherming, n.d.). Op basis hiervan wordt niet verwacht dat deze vogelsoorten gevoelig zijn voor beweging afkomstig van menselijke activiteiten.

De onderzoekslocatie bevindt zich naast een verharde weg waar regelmatig bestemmingsverkeer overheen rijdt. Indien grondbroedende vogelsoorten zich tijdens hun broedperiode succesvol hebben weten te vestigen in het onderzoeksgebied, kan er in zekere mate verwacht worden dat de vogels gedurende de broedperiode gewend zijn geraakt aan bewegende voertuigen in hun omgeving.

Het beoogde onderzoek leidt niet tot doden of vangen en/of het opzettelijk vernielen of beschadigen van nesten, rustplaatsen of eieren van beschermde vogelsoorten. Het opschrikken van vogels tijdens het onderzoek zorgt er niet voor dat de landelijke staat van instandhouding in het geding komt. Er is geen sprake van een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.37 1a, 1b en 1d van de Ow het Bal.

2.4.3 Verstoring van de bodem

De onderzoekslocatie bevindt zich op onverhard terrein. Om hier aan te komen moet de truck de verharde weg verlaten en een stuk over het onverharde terrein rijden. Hier kan de truck, zeker na hevige regenval, spoorvorming veroorzaken waarbij de bodem verstoord raakt. Het gevolg hiervan kan zijn dat standplaatsen van bodemsoorten zoals beschermde vaatplanten beschadigd raken.

Effecten op vaatplanten
Vaatplanten zijn beschermd onder artikel 11.46 van het Bal. Glad biggenkruid komt langs de gehele Nederlandse kustlijn wijdverspreid voor, zo ook in het onderzoeksgebied. Bij de voorgenomen activiteit kan er sprake zijn van schadelijke handelingen omdat de truck die ingezet gaat worden voor het UXO-onderzoek exemplaren glad biggenkruid plat kan rijden. Ook moet de grond op de onderzoekslocatie geschikt gemaakt worden voor het onderzoek. Hierbij kan grond vergraven worden die standplaatsen van glad biggenkruid bevat. Dit is een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.46 1c van de Ow het Bal.

Glad biggenkruid is een éénjarige vaatplantensoort die zich telkens opnieuw vanuit zaad moet ontwikkelen en die zowel in het voor- als najaar kiemt. Daardoor is behoud en bescherming van glad biggenkruid veel meer een zaak van het beschermen van de zaadbank in de bodem en een geschikt leef- en vestigingsmilieu dan van de bescherming van individuele exemplaren.

Omdat de truck ingezet zal worden buiten de kwetsbare periode van bloei en zaadzetting, wordt verwacht dat ten tijde van het onderzoek het glad biggenkruid reeds nieuw zaad heeft weten te zetten voor het nieuwe seizoen en dus de zaadbank van de soort behouden blijft. Het is echter wel van belang dat spoorvorming door het zware materieel te allen tijde voorkomen wordt. Door spoorvorming kan namelijk alsnog de bovenste zode waarin de zaadbank van de soort zich bevindt, kapot gereden worden. Parkeren van de truck moet dus op de verharde weg gebeuren en bij hevige regenval wordt afgeraden om door te gaan met de werkzaamheden. Hierdoor kunnen de verstorende effecten geminimaliseerd worden en zal er geen sprake zijn van schadelijk handelen door dit aspect van de voorgenomen activiteit.

Voor het onderzoek loopt in een worst-case scenario glad biggenkruid op circa 2600 m^2 (ca. 2550 m^2 voor de onderzoekslocatie + ca. 50 m^2 voor de toerit naar de onderzoekslocatie) grond het risico om plat gereden te worden door de truck. Dit is een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.54 1c van de Ow het Bal. Als door een erkend ecoloog is vastgesteld dat er op de onderzoekslocatie glad biggenkruid aanwezig is, dienen de betreffende graszoden met exemplaren glad biggenkruid, vergraven te worden en tijdelijk in depot geplaatst te worden (zie ook paragraaf 2.5). Hiermee wordt voorkomen dat glad biggenkruid exemplaren sneuvelen door de boringen van het onderzoek. Nadat het onderzoek

afgerond is, kan de grond teruggeplaatst worden conform het ecologisch werkprotocol dat bijgevoegd is aan de Omgevingsvergunningaanvraag Flora & Fauna-activiteit[6].

Vanwege het kleine oppervlak is het niet de verwachting dat de landelijke staat van instandhouding van glad biggenkruid in het geding komt door het geschikt maken van de onderzoekslocatie. Desalniettemin moet voor deze activiteit een Omgevingsvergunning Flora- & Fauna-activiteit aangevraagd worden.

2.4.4 Emissies

Bij de voorgenomen activiteit wordt een truck ingezet die verbrandingsgassen in de vorm van NOx uitstoot. De effecten van deze verbrandingsgassen op beschermde flora en stikstofgevoelige habitattypen zijn beoordeeld in een separaat document (Referentie adMER_Bijlage 5a en 5b). Hoofdstuk 3.4.3 gaat in op de gezamenlijke stikstofemissie en stikstofdepositie van de activiteiten op land en op zee in relatie tot het UXO-onderzoek.

2.5 Voorzorgs- en mitigerende maatregelen

Om schadelijke handelingen zo goed mogelijk te voorkomen treft Aramis mitigerende maatregelen. Deze zijn hieronder beschreven.

Mitigerende maatregelen

- Als glad biggenkruid is vastgesteld door een erkend ecoloog, dienen graszoden afgegraven te worden. De graszoden moeten minimaal 20 cm dik zijn om zo goed mogelijk te garanderen dat de zaadbank van glad biggenkruid behouden blijft. De graszoden moeten vervolgens in depot geplaatst worden. Na afronding van het onderzoek kunnen de graszoden weer teruggeplaatst worden.

2.6 Conclusie effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets)

In de Effectbeoordeling Flora en Fauna is geconcludeerd dat bij de voorgenomen activiteit geen sprake zal zijn van het verrichten van schadelijke handelingen door de verstorende effecten van geluid, trillingen en aanwezigheid van de truck op landzoogdieren, amfibieën en vogels. Het rijden van de truck op onverhard terrein en het geschikt maken van de onderzoekslocatie kunnen wel leiden tot schadelijke handelingen indien standplaatsen van vaatplanten (glad biggenkruid) geschaad worden. Voor dit aspect van de voorgenomen activiteit dient een Omgevingsvergunning voor een flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.

[6] *Bijlage 1 van Aramis Omgevingsvergunningaanvraag Flora en Fauna*

3 UXO onderzoek op zee

3.1 Locatiegegevens

De locatie waar het UXO-onderzoek op zee uitgevoerd gaat worden is globaal aangegeven met de bovenste gele cirkel in Figuur 2-1.

3.2 Beschrijving van de voorgenomen activiteit

Voor de metingen op zee wordt gebruik gemaakt van een speciaal toegerust schip. Het onderzoek is gericht op de detecteerbaarheid van een ijzerhoudend doel van 50 kg op een diepte van 3 m onder de zeebodem. Het schip komt te liggen ter hoogte van de toekomstige uitgang van de tunnel, ten noorden van de vaargeul. Het is de verwachting dat de metingen circa 10 dagen duren. Er wordt dag en nacht gemeten.

Voor de metingen worden de volgende meetapparaten gebruikt

- Multibeam echo sounder (MBES)
- HF & LF Side scan sonar (SSS),
- Sub bottom profiler (SBP)
- Gradiometer (GRAD)

Het offshore-onderzoek vindt plaats met behulp van “Work class Remote Operating Vehicles” (WROV’s). Het doel van het offshore-onderzoek is het detecteren van eventueel aanwezige UXO in de zeebodem ter plaatse de geplande graaf- en baggerwerkzaamheden. Het Offshore UXO-onderzoek wordt uitgevoerd vanaf het DP2-schip “Glomar worker” (DP2 = Dynamisch Positioning klasse 2) (Figuur 3-1).



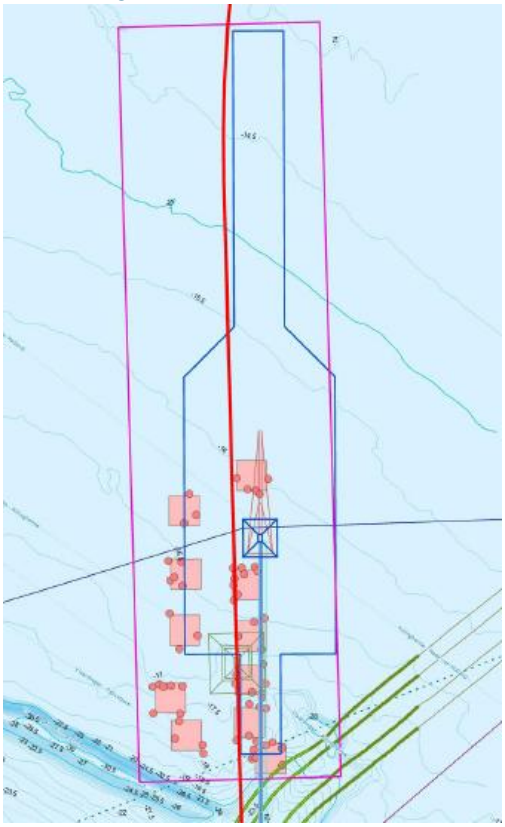
Figuur 3-1. Glomar worker

Figuur 3-2 toont de gondel met de sonar-apparatuur (MBES = MultiBeam EchoSounder & SBP = Sub-Bottom Profiler), die gemonteerd is aan (onder) de romp van het schip.



Figuur 3-2. Glomar worker romp met gondel met MBES en SBP.

Het offshore UXO-onderzoek wordt uitgevoerd in waterdieptes van tussen de 12 en 18 meter. Figuur 3-3 toont het gebied, waar het offshore UXO-onderzoek wordt gedaan.



Figuur 3-3. Offshore UXO-onderzoeksgebied (paarse rechthoek); De roze vierkanten zijn aangetroffen magnetische anomalieën uit het uitgevoerde UXO-onderzoek in 2022. De rode lijn is het tracé van de CO2-trunkline (pijpleiding).

Afhankelijk van de omvang van de werkzaamheden worden de volgende middelen gebruikt:

a. Side-Scan Sonar (SSS), (met een bereik van max. 50 meter)
b. Sub Bottom Profiling (SBP), (met een bereik tot 15m beneden de zeebodem)
c. Multibeam Echosounder (MBES). (DTM met celgrootte van 0,25m x 0,25m).

Bovenstaande middelen (a. t/m c.) gebruiken “sound navigation and radar” (sonar).

Specificaties van onderzoeksmethoden

- De detecteerbaarheid is gebaseerd op een ijzerhoudend doel (voorwerp) van 50 kg op een diepte van 3 meter onder de zeebodem, waarbij objectdetectie gelijk staat aan een magnetisch veld van 1 nT (= nanoTesla).
- MBES heeft een dichtheid en kwaliteit voor het produceren van een digitaal terrein model (DTM) met een celgrootte van minimaal 0,25 m x 0,25 m; bij meerdere parallelle lijnen bedraagt de overlap tussen aangrenzende lijnen minimaal 20%.
- SSS wordt uitgevoerd met een bereik van maximaal 50 meter; bij meerdere parallelle lijnen is de dekking minimaal 300%; nauwkeurigheid van verwerkte gegevens met een sonardoelafmeting van minimaal 0,15 m x 0,15 m.
- Daarnaast zullen SBP-gegevens worden verzameld tot een diepte van 15 meter onder de zeebodem.
- ROV-video zal worden opgenomen tijdens alle fasen van het doelonderzoek en er zullen screenshots worden gemaakt van de sonar.

Frequentie en geluidsdruk

Voor de beoordeling van de ecologische effecten van het sonargeluid op beschermde soorten zijn de volgende 4 factoren/parameters relevant:

1. Locatie inclusief de richting waarnaar het sonargeluid is gericht, zie figuur xy.
2. Frequentie van het sonargeluid (uitgedrukt in kilohertz; kHz), zie Tabel 3-1.
3. de geluidsdruk/bronsterkte (in aantal decibel; dB), zie Tabel 3-1.
4. planning en tijdsduur van het sonargeluid, zie onderstaande toelichting

Tabel 3-1. Frequenties en geluidsdruk/-bronsterkte van sonar-apparatuur.

Equipment	Frequency	Noise level
R2sonic 2026 MBES	170 – 450 kHz	191 – 221 dB
Innomar Medium-100 SBP	Primary: 60 – 80 kHz Secondary: 2 – 22 kHz	Peak Source Level: 247 – 250 dB/ µPa
Sonardyne Mini Ranger 2	20 – 34 kHz	194 – 200 dB
Sonardyne WSM6+	20 – 34 kHz	193 – 202 dB
EdgeTech 4205 SSS	120 – 850 kHz	212 dB (120 kHz) 218 db (410 kHz) 218 dB (850 kHz)

Planning en tijdsduur.

Het offshore UXO-onderzoek is gepland in september 2025. De exacte startdatum is nog niet bekend. Dit is afhankelijk van:

1. de datum van verkrijging van alle onherroepelijke benodigde vergunningen;

2. de beschikbaarheid van het schip “Glomar worker”, oftewel de eventuele uitloop van voorgaande opdrachten van het schip;
3. het beschikbaar offshore personeel en UXO-specialisten.

Vermelde data in onderstaande tabel zijn derhalve onder voorbehoud van (1) t/m (3).

Het offshore veldonderzoek vindt in totaal in 12,5 dagen plaats, waarbij rekening is gehouden met 3 dagen uitloop door ongunstige weersomstandigheden (bijv. storm op zee), indien dit de scheepvaart en daardoor metingen op zee onmogelijk maken. De uitsplitsing in de duur van de onderscheidenlijke offshore_werkzaamheden is hieronder weergegeven in Tabel 3-2 (uitgaande van start metingen per 1 september 2025).

Tabel 3-2. Duur en planning van de onderdelen van het UXO-onderzoek.

Werkzaamheden	Duur (in dagen)	Van	tot
Mobilisatie offshore	0,50	Zo 31/08/2025	Zo 31/08/2025
Calibratie (SIT trials)	2	Ma 01/09/2025	Di 02/09/2025
Metingen (in eerste wk)	5	Wo 03/09/2025	Zo 05/09/2025
Metingen (in tweede wk)	2	Ma 08/09/2025	Di 09/09/2025
Uitloop i.v.m. slechte weersomstandigheden	3	Wo 10/09/2025	Vr 12/09/2025
Demobilisatie (na laatste meetdag)	-	Vr 12/09/2025	Vr/12/09/2025
Totaal	12,5 dag		

3.3 Beschermde natuurwaarden op zee

Het plangebied ligt niet in een beschermd natuurgebied. De werkzaamheden kunnen mogelijk wel een (significant) negatief effect hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden. Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is de Voordelta. De instandhoudingsdoelstellingen voor de Voordelta zijn gepresenteerd in Appendix 1. Een gedetailleerde beschrijving van het gebied en de relevante beschermde natuurwaarden is opgenomen in de Passende Beoordeling bij het MER Hoofdrapport[1]. In Tabel 3-3 staan de soorten gepresenteerd die in deze ecologische effectbeoordeling worden beoordeeld.

Tabel 3-3. Samenvatting van relevante beschermde soorten voor effectbeoordeling, de kans van voorkomen en het bijbehorende beschermingsregime.

Soortgroep	Mogelijk voorkomende soorten	Mogelijk aanwezig?	Kans van voorkomen	Beschermingsregime Bal	
				Natura 2000	Flora en fauna
Vissen	Zeeprik	Ja	Incidenteel/Periodiek	Voordelta	Art. 11.46
	Rivierprik	Ja	Incidenteel/Periodiek	Voordelta	Art. 11.46
	Fint	Ja	Incidenteel/Periodiek	Voordelta	Art. 11.46
	Elft	Ja	Incidenteel/Periodiek	Voordelta	Art. 11.46
	Steur	Ja	Incidenteel/Periodiek		Art. 11.46
	Houting	Ja	Incidenteel/Periodiek		Art. 11.46

Zeezoogdieren	Bruinvis	Ja	Groot/Frequent	Voordelta	Art. 11.46
	Grijze zeehond	Ja	Groot/Frequent	Voordelta	Art. 11.54
	Gewone zeehond	Ja	Groot/Frequent	Voordelta	Art. 11.54
	Dwergvinvis	Nee			Art. 11.46
	Witsnuitdolfijn	Nee			Art. 11.46
	Tuimelaar	Nee			Art. 11.46
	Bultrug	Nee			Art. 11.46
Niet-broedvogels	Zeekoet	Ja	Groot/Frequent		Bern-conventie
	Alk	Ja	Groot/Frequent		Bern-conventie
	Jan van gent	Ja	Groot/Frequent		Bern-conventie
	Noordse stormvogel	Ja	Groot/Frequent		Bern-conventie
	Drieteenmeeuw	Ja	Groot/Frequent		Bern-conventie
	Aalscholver, lepelaar, smient, wintertaling, pijlstaart, zwarte zee-eend, eidereend, toppereend, slobeend, krakeend, grauwe gans, brilduiker, middelste zaagbek, scholekster, zilverplevier, rosse grutto, wulp, tureluur, steenloper	Nee		Voordelta	Art. 11.37, 11.39
	Kluut, fuut, bontbekplevier, drieteenstrandloper, bonte strandloper, bergeend, kuifduiker	Nee		Voordelta	Art. 11.37, 11.39, 11.46
	Roodkeelduiker, parelduiker	Ja	Klein/Sporadisch	Voordelta	Art. 11.37, 11.39, 11.46
	Dwergmeeuw	Ja	Klein/Sporadisch	Voordelta	Art. 11.37, 11.39, 11.46
	Visdief	Ja	Klein/Sporadisch	Voordelta	Art. 11.37, 11.39, 11.46
	Zilvermeeuw	Ja	Klein/Sporadisch		Art. 11.37
	Kleine mantelmeeuw	Ja	Klein/Sporadisch		Art. 11.37
	Grote mantelmeeuw	Ja	Klein/Sporadisch		Art. 11.37
	Grote jager	Ja	Klein/Sporadisch		Art. 11.37
	Grote stern	Ja	Klein/Sporadisch	Voordelta	Art. 11.37
Trekvogels	Diverse soorten	Ja	Klein/Sporadisch		
Vleermuizen	Ruige dwergvleermuis	Ja	Klein/Sporadisch		Art. 11.46
	Rosse vleermuis	Ja	Klein/Sporadisch		Art. 11.46

3.4 Beschrijving van de effecten – Voortoets

In de Voortoets worden per projectfase de verstoringsfactoren die een activiteit kan hebben op relevante habitattypen en soortgroepen globaal beschreven. Vervolgens worden per verstoringsfactor de mogelijke effecten per soortgroep beschreven en wordt aangegeven of significant negatieve effecten wel of niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hierbij wordt uitgegaan van een worst-case scenario waarbij maximale effecten zijn beschouwd. Als significant negatieve effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten, worden de effecten nader beoordeeld in de Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling). De voortoets geeft ook een overzicht van de soorten waarvoor een effectbeoordeling Flora en Fauna moet plaatsvinden.

De volgende verstoringsfactoren uit Tamis et al., (2011) zijn geïdentificeerd als gevolg van de voorgenomen activiteit:

- Verstoringen door geluid en trillingen kunnen leiden tot stress en verstoring van natuurlijk gedrag van verschillende diersoorten. Als gevolg kunnen individuen acute effecten ondervinden en tijdelijk of permanent het leefgebied verlaten. Onderscheid wordt gemaakt tussen boven- en onderwatergeluid. Het effect van onderwatergeluid hangt af van het type (impuls of continue) geluid en de gevoeligheid van de soorten;
- Verstoring door aanwezigheid en licht kan leiden tot verstoring van gedrag van bepaalde soorten. De werkzaamheden zijn een continu proces waardoor er na de astronomische schemering nog licht aanwezig is;
- Emissies naar de lucht betreffen verbrandingsgassen (NOx) van o.a. dieselmotoren. Emissies kunnen een verzurende werking hebben op habitattypen en leefgebieden.

3.4.1 Verstoring door geluid en trillingen

Geluidsbelasting en trillingen kunnen leiden tot stress of verstoring van natuurlijk gedrag van verschillende diersoorten. Verder kan deze verstoring ertoe leiden dat individuen tijdelijk vluchten of permanent het leefgebied verlaten. Verstoring door trillingen en geluid zal in dit project voornamelijk optreden als gevolg van de inzet van de airguns en de toename van het aantal schepen in de omgeving.

Onderscheid wordt gemaakt tussen bovenwatergeluid en onderwatergeluid. Bovenwatergeluid is met name relevant voor sommige vogelsoorten. Vogels mijden een gebied met een te hoge geluidsverstoring. Onderwatergeluid is met name relevant voor zeezoogdieren en duikende vogels. De ecologische effecten van onderwatergeluid hangen af van het type geluid en van de gevoeligheid van specifieke soorten. Het geluid van schepen zal zowel boven- als onderwater te horen zijn.

3.4.1.1 Bovenwatergeluid

De schepen die ingezet zullen worden voor het UXO-onderzoek zorgen voor bovenwatergeluid als gevolg van bijvoorbeeld de draaiende scheepsmotoren, werkzaamheden op het dek en de scheepshoorn. Deze geluiden kunnen voor verstoring zorgen bij vogels, zeezoogdieren en vleermuizen. Zo kunnen gevoelige soorten het onderzoeksgebied tijdelijk vermijden.

De onderzoekslocatie ligt dicht bij een drukbevaren scheepsroute, er zullen dus al veel antropogene geluidsbronnen aanwezig zijn. Gevoelige soorten worden daardoor niet aannemelijk aanwezig geacht in het gebied, of er is gewenning bij deze soorten opgetreden.

Voor het UXO-onderzoek wordt gebruik gemaakt van een DP2-schip “Glomar worker” (DP2 = Dynamisch Positioning klasse 2). Het schip voert de metingen dag en nacht in circa 10 dagen uit, daarbij is rekening gehouden met 3 slecht weerdagen. De voorbereidingen duren 2,5 dag.

Effecten op zeezoogdieren
Verstoring van bovenwatergeluid op bruinvissen is onwaarschijnlijk, omdat deze alleen tijdens het ademhalen of rusten tijdelijk en slechts gedeeltelijk boven water aanwezig zijn. Daarnaast maken ze gebruik van een groot deel van de waterkolom, waardoor ze bij een toename in bovenwatergeluid het wateroppervlak kunnen vermijden en naar dieper water kunnen uitwijken (tot maximaal 200 m diepte) (Zoogdiervereniging, n.d.).

Verstoring door bovenwatergeluid is aannemelijker voor zeehonden. Gewone en grijze zeehonden zijn vooral langere tijd bovenwater wanneer ze uitrusten op zandbanken of stranden. Het UXO-onderzoek vindt op korte afstand (circa 2 km) van de kust plaats. Op het strand nabij het GATE gebouw zijn tijdens veldbezoeken in de zomer rustende zeehonden waargenomen. Zeehonden zijn gevoelig voor verstoring op hun ligplaatsen en in hun foerageergebied. Verstoring leidt in eerste instantie tot een verhoogde alertheid. Langdurige verstoring kan leiden tot een verandering van het gebruik van het leefgebied, of tot het verlaten van het gebied (Reijnders et al., 2000). De verstoringsafstand van zeehonden wordt geschat op 1,5 km.

Door de toename in scheepvaartbewegingen van één schip vanuit de haven van Rotterdam kunnen rustende, zogende en verharende zeehonden worden verstoord door extra geluidsverstoring met als gevolg verminderde foerageermogelijkheden. Echter, het gaat hier om een druk havengebied met een drukke scheepvaartroute waarbij de toename van één schip niet zal leiden tot extra verstoring van aanwezige zeehonden.

Conclusie zeezoogdieren
Bruinvis wordt slechts zeer beperkt blootgesteld aan bovenwatergeluid. Zeehonden worden blootgesteld aan bovenwatergeluid wanneer ze rusten op zandplaten en stranden. Het strand waarop zeehonden waargenomen waren bevindt zich op geruime afstand van de onderzoekslocatie. Significant negatieve effecten op zeezoogdieren door bovenwatergeluid kunnen op voorhand uitgesloten worden.

Effecten op vogels
Het niveau van het bovenwatergeluid zal door de toename van het aantal scheepsbewegingen groter zijn dan in de huidige situatie. Het huidige verkeersbeeld betreft schepen die langsvaren in de vaargeul, het onderzoeksschip zal daarvan afwijken en transecten varen om het onderzoek uit te voeren. Volgens Tamis et al. (2011) lijken veel op zee voorkomende vogelsoorten soorten nauwelijks gevoelig te zijn voor bovenwatergeluid. Onder deze vogelsoorten vallen onder andere kustgebonden vogels zoals aalscholver, zwarte zee-eend, eidereend, toppereend, roodkeelduiker, diverse (roof)meeuwen zoals dwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, visdief, grote stern en pelagische soorten zoals de alk en zeekoet. Soorten waarvan in Tabel 3-3 geconcludeerd is dat ze niet aanwezig zijn in of nabij het plangebied, worden niet verder opgenomen in deze Ecologische Effectbeoordeling.

Verstoringen door marien verkeer wordt in tegenstelling tot andere verstoringen zoals verontreiniging, verstoring door licht, dan ook vaak als laag risico voor zeevogels beschreven (Furness & Wade, 2012; Lieske et al., 2019). Echter, is vaak moeilijk onderscheid te maken tussen verstoring door bovenwatergeluid en verstoring door aanwezigheid en licht. Het is aannemelijker gezien de verstoringsafstanden dat verstoring door aanwezigheid en licht eerder optreedt dan het geluid dat wordt geproduceerd (Krijgsveld et al., 2022).

Conclusie vogels
De toename van geluid door de toename van scheepsverkeer is niet zodanig dat wordt verwacht dat er significante verstoring van vogels optreedt. Er is wel een kans dat er foeragerende vogels opvliegen door de toename van scheepsverkeer, dit wordt gezien als een effect van beweging en aanwezigheid en niet

zozeer als effect van bovenwatergeluid. Deze effecten worden dus behandeld onder verstoring door aanwezigheid en licht.

Effecten op vleermuizen
Overmatig geluid kan het foerageergedrag van vleermuizen aantasten (Allen et al., 2021; Myczko et al., 2017). Er is al bovenwatergeluid aanwezig doordat het onderzoeksgebied vlak naast de Rotterdamse haven gelegen is. Naar verwachting zal het bovenwatergeluid dat zeer tijdelijk (tien dagen) door één schip geproduceerd wordt er niet voor zorgen dat het geluidsniveau in de omgeving met grote mate wordt verhoogd. Vleermuizen zullen naar aanleiding van het huidige scheepsverkeer het gebied al mijden, óf mogelijk ervaren ze er geen last van omdat er gewenning op is getreden. Significant negatieve effecten als gevolg van bovenwatergeluid kunnen voor vleermuizen op voorhand uitgesloten worden.

3.4.1.2 Onderwatergeluid

Onder water verplaatst geluid zich 4,5 keer sneller dan in lucht: circa 1.500 m/s in water tegen circa 340 m/s in lucht (Dol & Ainslie, 2012). Ook verschilt de geluidsintensiteit in water en lucht; geluidsmetingen in lucht en water moeten daarom worden gecorrigeerd. Een meting van geluid uit een geluidsbron zal onder water ongeveer 62 dB hoger zijn dan een meting in lucht (Cummings & Brandon, 2004). De voortplanting van geluid onderwater is onder andere afhankelijk van de waterdiepte en zeebodemsamenstelling, de watertemperatuur en het zoutgehalte.

De ecologische effecten van onderwatergeluid hangen af van het type geluid en van de gevoeligheid van specifieke soorten. Twee typen onderwatergeluid kunnen organismen beïnvloeden:

- Continu geluid zoals afkomstig van baggeren, scheepvaart en energie-installaties. Vissen zijn in het algemeen gevoelig voor laagfrequent continu geluid. Bronnen van continu onderwatergeluid binnen het onderhavig project zijn afkomstig van de scheepsbewegingen.
- Impulsief geluid (korte duur) is met name afkomstig van het UXO-onderzoek en heiwerkzaamheden. Voor impulsgeluiden zijn zeezoogdieren en sommige duikende vogels met name gevoelig.

3.4.1.2.1 Continu geluid van scheepvaart

Schepen veroorzaken een continu geluid dat voornamelijk door de schroef en de machinekamer wordt geproduceerd. De mate van geluid hangt af van de snelheid, de belading en of er gemanoeuvreerd wordt. Onderwater ligt het geluidsniveau, geproduceerd door grote (container)schepen op een afstand van één meter, tussen de 180–190 dB re 1 µPA (World Organisation of Dredging Associations, 2013). Omdat er altijd schepen varen in de Noordzee wordt het onderwatergeluid van schepen als achtergrondgeluid (ambient sound) geclassificeerd. Onderwatergeluid dat wordt geproduceerd door schepen heeft mogelijk negatieve effecten op aanwezige zeezoogdieren, vogels, vissen en bodemdieren.

Effecten op zeezoogdieren
Zeezoogdieren zijn over het algemeen gevoeliger voor impulsgeluiden dan voor continue geluid, maar er zijn ook studies die aangeven dat onderwatergeluid dat geproduceerd wordt door schepen (continugeluid) een negatief effect kan hebben op het foerageergedrag van bruinvissen (Wisniewska et al., 2018). Een studie door Benhemma-Le Gall et al. (2021) heeft aangetoond dat scheepsgeluid kan leiden tot een verstoringsafstand van vier km voor bruinvissen. Het is echter onzeker in hoeverre effecten te merken zijn op populatieniveau en de instandhoudingsdoelstellingen. Naar verwachting wordt een deel van de

kennisleemtes in de komende twee tot drie jaar ingevuld (onderzoeken via Wozep[7], APELAFICO[8] en JOMOPANS[9]).

Het navigeren van het onderzoeksschip buiten bestaande scheepvaartroutes is beperkt. Het onderzoek duurt circa tien dagen en is daarmee van beperkte duur en vindt plaats in druk bevaren gebied. Op basis hiervan is het onwaarschijnlijk dat het onderwatergeluid een effect zal hebben op zeezoogdieren.

Conclusie zeezoogdieren
Door de beperkte aanvoer van schepen en geringe navigatie buiten bestaande scheepvaartroutes is het onwaarschijnlijk dat dit een groot negatief effect zal hebben op zeezoogdieren. Significant negatieve effecten van continu onderwatergeluid door scheepvaart op zeezoogdieren kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Effecten op vogels
Verschillende vogelsoorten vangen hun prooi door onderwater te duiken, sommige soorten zwemmen hierbij achter de prooi aan. Duikende vogelsoorten die verwacht kunnen worden op of nabij de onderzoekslocatie zijn roodkeelduiker, jan-van-gent, zeekoet, alk, visdief en grote stern. Deze soorten worden mogelijk blootgesteld aan het onderwatergeluid van de scheepvaart die noodzakelijk is voor het UXO-onderzoek. Gezien het beperkte aantal extra scheepvaartbewegingen, die grotendeels in bestaande scheepvaartroutes zullen plaatsvinden, en de ruime mogelijkheid voor vogels om uit te wijken naar alternatief gebied, kunnen effecten van onderwatergeluid door scheepvaart op deze vogelsoorten op voorhand worden uitgesloten. Er wordt ook geen effect verwacht op de niet-duikende vogelsoorten die zich mogelijk in het plangebied begeven: drieteenmeeuw, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, dwergmeeuw, noordse stormvogel, grote mantelmeeuw en grote jager.

Conclusie vogels
Niet-duikende vogelsoorten zullen zeer beperkte tot geen effecten ondervinden van onderwatergeluid. Duikende vogelsoorten kunnen wel blootgesteld worden aan onderwatergeluid maar gezien de zeer beperkte toename van scheepvaartbewegingen in grotendeels bestaande vaarroutes en de ruime mogelijkheid om uit te wijken naar alternatief gebied, worden effecten van onderwatergeluid tot het minimum beperkt. Significant negatieve effecten van continue onderwatergeluid door scheepvaart op vogels kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Effecten op bodemdieren en vissen
Drukbezochte plekken zoals havens zijn in de praktijk voor vele soorten een geschikt habitat, terwijl de geluidsniveaus daar hoog zijn door de aanwezigheid van schepen. Vaak kan op enkele meters afstand van vrachtschepen een geluidsniveau tot wel 180 dB re 1 µPa^{2}s worden waargenomen door bodemdieren. Er zijn studies die hebben aangetoond dat er bij sommige soorten gewenning op kan treden (Carroll et al., 2017; Day et al., 2020). Desalniettemin is er nog weinig bekend over de effecten van continu onderwatergeluid op bodemdieren (Dannheim et al., 2020; Wang et al., 2022).

Voor vissen geldt dat deze geluid vaak op grote afstand al waar kunnen nemen, en daarbij ook gevoelig zijn voor geluidsverstoring (Alterra, n.d.). Een groot deel van de mariene vissen kan een geluidsfrequentie van 30 - 5.000 Hz waarnemen (Slabbekoorn et al., 2010). Deze geluidsfrequentie overlapt met het geluidsbereik van scheepsschroeven (10 - 12.000 Hz) (Cruz et al., 2022). Met name verstoringscontouren met een geluidsniveau vanaf 120 dB re 1 µPa^{2}s kunnen worden waargenomen door verschillende soorten demersale (e.g. tong en kabeljauw) en pelagische soorten (e.g. haring) (Wahlberg & Westerberg, 2005).

[7] *https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/wind-zee-ecologisch-programma-wozep/*
[8] *https://www.nwo.nl/projecten/nwa123618004*
[9] *https://northsearegion.eu/jomopans/about/*

Voor vissen geldt in het kader van gedragsverandering (het mijden van een gebied) een geluiddrukniveau van 150 dB re 1 µPa (NOAA, 2023).

De toename van het aantal scheepvaartbewegingen is gering ten opzichte van het huidige verkeersbeeld en is van korte duur. Het schip maakt zoveel mogelijk gebruik van de scheepvaartroutes en wijkt enkel af voor het onderzoek waarbij het in transecten vaart. Het extra onderwatergeluid binnen de scheepvaartroute is daardoor verwaarloosbaar ten opzichte van het al aanwezige geluid. Significant negatieve effecten van onderwatergeluid op vissen, afkomstig van scheepvaart, kunnen daarmee op voorhand worden uitgesloten.

Conclusie bodemdieren en vissen
Omdat het hier gaat om een beperkte toename van schepen, is het niet te verwachten dat de voorgenomen activiteit een wezenlijk effect heeft op bodemdieren en vissen in het projectgebied. Significant negatieve effecten van continue onderwatergeluid door scheepvaart op bodemdieren en vissen kunnen op voorhand worden uitgesloten.

3.4.1.2.2 Impulsgeluid door het UXO-onderzoek

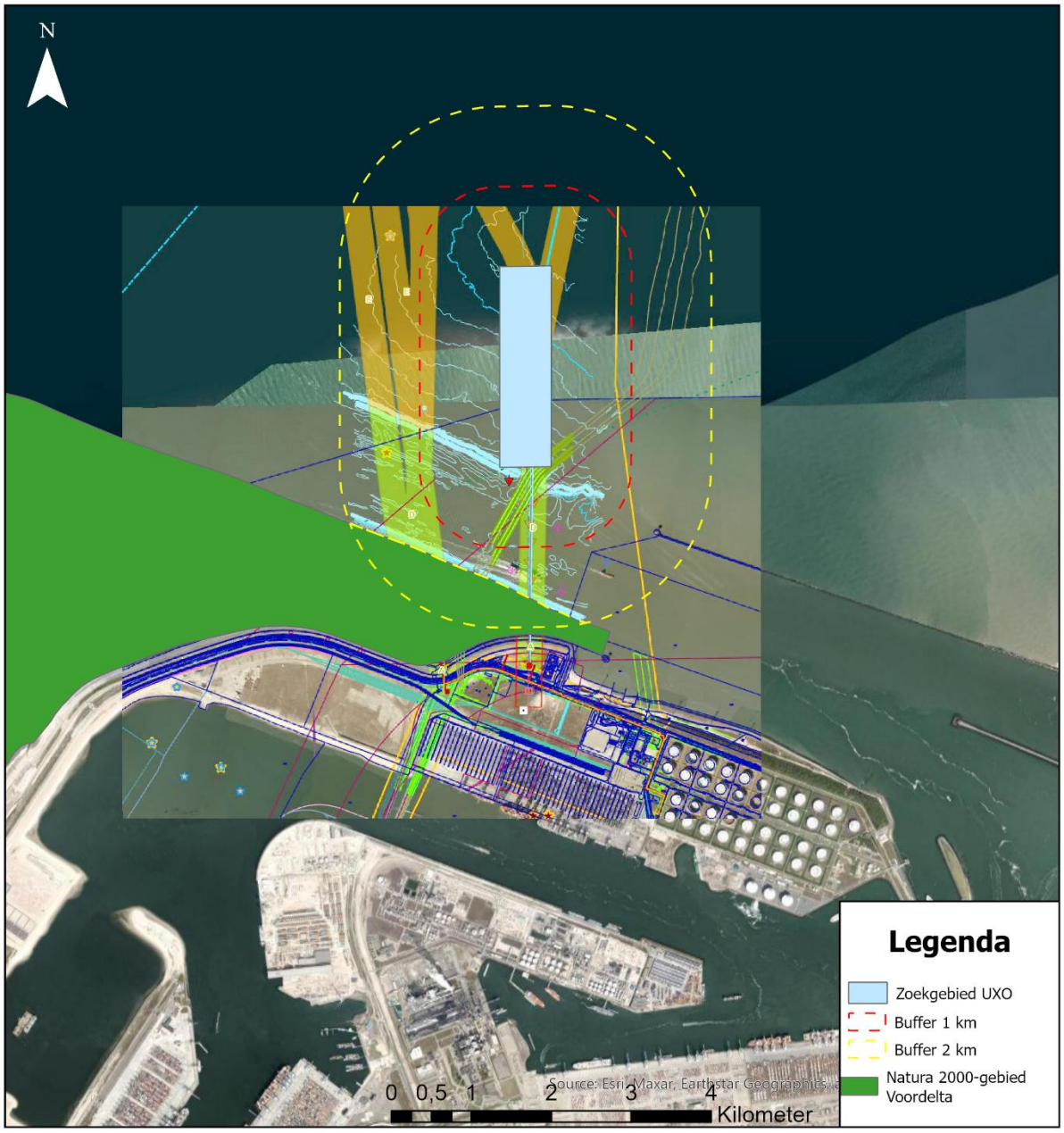
In geofysische surveys wordt doorgaans gebruik gemaakt van verschillende akoestische bronnen, zoals *multi-beam* en *sidescan sonars*, *sub-bottom profilers* en *sparkers*. Van deze genoemde methodes zijn alleen *sub-bottom profiler*s en sparkers hoorbaar voor zeezoogdieren en kunnen daardoor mogelijk een effect hebben (zie Appendix G in Heinis et al., 2022). Bij de voorgenomen activiteit wordt gebruik gemaakt van een *multi-beam echosounder* (MBES) en een *sub-bottom profiler* (SBP). De specificaties (Tabel 3-3) van deze apparatuur is soortgelijk aan de apparatuur gemeten in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022).

Tabel 3-4. Overzicht van de apparatuur die ingezet wordt voor het UXO-onderzoek, met bijbehorende frequentie en geluidsdruk.

Sensoren en apparatuur	Geluidsbelasting (dB SEL)	Frequentie
Multibeam Echosounder (MBES)	227 dB (max.)	300-400 kHz
Sub-bottom profiler (SBP)	230 dB (max.)	2-24 kHz

De bronsterkte, -frequentie en het bereik van het geproduceerde onderwatergeluid in surveys is heel anders dan dat van heigeluid. Een *sub-bottom profiler*, genereert laagfrequent geluid (~10 kHz) door meerdere tegelijk uit te zenden hoogfrequente (~100 kHz) geluiden. Hierdoor ontstaat een luchtbel, die een breedbandimpulsgeluid genereert, meestal met hogere frequenties dan het geluid van de *airguns* die vaak worden gebruikt voor diep penetrerende seismische onderzoeken. In het onderhavige project is het gebruik van een SBP voor *shallow geophysical survey* aan de orde.

Onderwatergeluid dat wordt geproduceerd door geofysisch onderzoek heeft mogelijk negatieve effecten op aanwezige zeezoogdieren, vogels, bodemdieren en vissen. In Figuur 3-4 is een kaartje opgenomen met het onderzoeksgebied en de *worst case* verstoringscontour voor bruinvissen. Deze verstoringscontour overlapt voor een klein deel (0,16%) met Natura 2000-gebied Voordelta.



Figuur 3-4. Verstoringscontour van het UXO-onderzoek op zee. De 2 km verstoringscontour (gele stippellijn) overlapt met 0,16% van het Natura 2000-gebied Voordelta.

Effecten op zeezoogdieren

Zeezoogdieren foerageren en communiceren voor een belangrijk deel door middel van geluid. Mede door dit mechanisme zijn zeezoogdieren gevoelig voor impulsgeluiden. Door het impulsgeluid dat vrijkomt, kan namelijk verstoring van het foerageren en communiceren optreden. Daarnaast is er kans op mogelijke fysieke of fysiologische effecten, bestaande uit tijdelijke- of permanente gehoordrempelverschuiving en in het ergste geval verwondingen. Hoe dichter zeezoogdieren zich bevinden bij de geluidsbron, hoe groter de verstoring zal zijn, waarbij permanente gehoorschade (PTS = Permanent Threshold Shift) het meest ingrijpende effect is. Iets minder ingrijpende effecten zijn een tijdelijke gehoordrempelverschuiving (TTS = Temporary Threshold Shift) en vermijding en gedragsverandering. Deze drempelwaarden zijn in Tabel 3-5 opgenomen.

Tabel 3-5. Drempelwaarden en zwemsnelheden voor mijding van onderwatergeluid door bruinvissen en zeehonden.

	Bruinvis	Zeehond
Mijding/verstoring	SEL_{SS} > 140 dB re 1 µPa^{2}s	$SEL_{SS,W}$ > 145 dB re 1 µPa^{2}s
TTS-onset	SEL_{CUM} > 164 dB re 1 µPa^{2}s	SEL_{CUM} > 171 dB re 1 µPa^{2}s
TTS (1 uur)	SEL_{CUM} > 169 dB re 1 µPa^{2}s	SEL_{CUM} > 176 dB re 1 µPa^{2}s
PTS-onset	SEL_{CUM} > 179 dB re 1 µPa^{2}s	$SEL_{CUM,W}$ > 186 dB re 1 µPa^{2}s
Vluchtsnelheid	3,4 m/s (12,2 km/u)	4,9 m/s (17,6 km/u)

PTS en TTS kunnen redelijk eenvoudig voorkomen worden door maatregelen toe te passen, zoals door de inzet van een Acoustic Deterrent Device (ADD). Dit betekent niet dat hiermee effecten zijn uitgesloten; er kunnen nog effecten van verstoring optreden, met name vermijding van het gebied (met verlies van habitat als gevolg). In Nederland wordt volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie uitgegaan van een vermijdingsgrenswaarde van SEL_1 = 140 dB re 1 µPa^{2}s voor bruinvissen en 145 dB voor zeehonden (Heinis et al., 2019). Als het geluidsniveau onder de 140 dB komt, wordt geen vermijdend gedrag meer waargenomen.

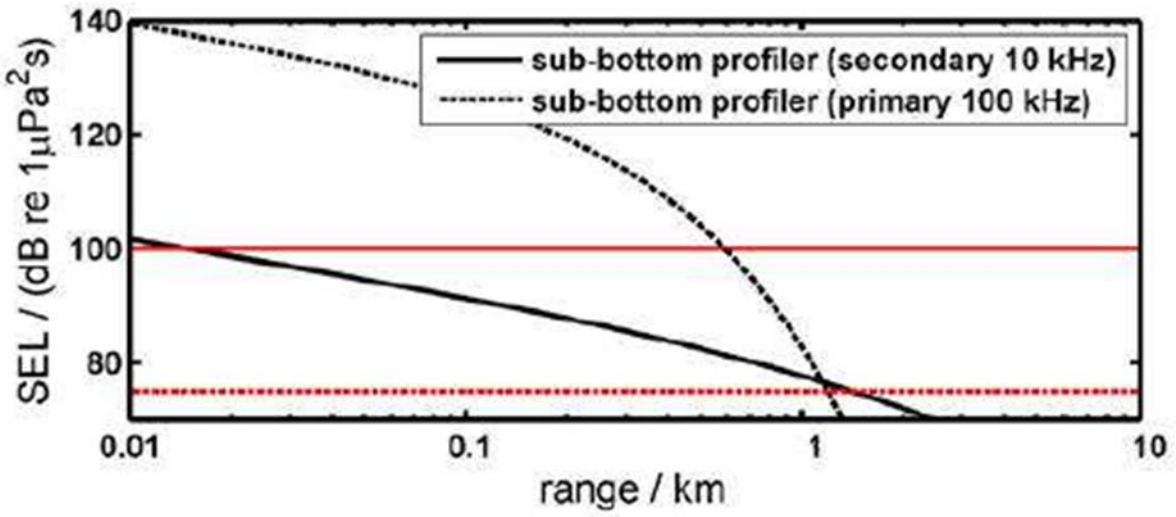
De metingen met de MBES worden uitgevoerd met behulp van geluidsgolven op hoge frequenties. De frequenties waarop de geluidsgolven geproduceerd worden door deze apparatuur liggen tussen de 300 en 600 kHz. Uit literatuur blijkt dat bruinvissen tot maximaal 150 kHz kunnen horen (Kastelein et al., 2015). Zeehonden horen tot maximaal 75-100 kHz onder water (Kastelein et al., 2009). De geproduceerde geluiden van de MBES zijn onhoorbaar voor bruinvis en zeehond en leiden zodoende niet tot verwonding (gehoorschade), doding (bijv. stranding van bruinvissen) of verstoring en mijdingsgedrag. Geconcludeerd wordt dat effecten op zeezoogdieren als gevolg van geluiden van de MBES niet aan de orde zijn

Inzet van de SBP kan wel tot effecten op zeezoogdieren leiden. Inzet van dit apparaat kan leiden tot verstoring, aangezien de geluidspulsen van dit apparaat in het gehoorbereik van de bruinvis en zeehonden liggen. Tabel 3-5 geeft de SEL_{SS}-drempelwaarden om effectafstanden in te schatten voor bruinvissen en zeehonden door geofysische geluidsbronnen op verschillende frequenties (de Jong & von Benda-Beckmann, 2018).

Tabel 3-6. SELss-drempelwaarden van bruinvis en zeehond voor geofysische geluidsbronnen bij verschillende frequenties (de Jong & von Benda-Beckmann, 2018).

Frequentie (kHz)	SELss (dB re 1 µPa^{2}s)	
	Bruinvis	Zeehond
1	130	130
10	100	100
100	75	75

Op basis van de gehoordrempels in Tabel 3-5 is de verstoringsafstand te herleiden. In Figuur 3-5 is de enkele puls SEL als functie van de afstand tot de bron voor een parameter sub-bottom profiler met de primaire frequentie (stippellijn) en secundaire frequentie (black line). De rode lijnen geven de frequentieafhankelijke storingsdrempels weer. Verkregen uit Heinis et al. (2022). Zoals is af te leiden uit Figuur 3-5 is de maximale verstoringscontour gelegen op 1.100 m van het surveygebied.



Figuur 3-5. Enkele puls SEL als functie van de afstand tot de bron. Verkregen uit Heinis et al. (2022).

De vermijdingsdrempel van bruinvis ligt op 140 dB. Om de effecten van het UXO-onderzoek op bruinvissen te bepalen, wordt het aantal mogelijk verstoorde zeezoogdieren berekend door het verstoringsoppervlak (26,8 km^2) te vermenigvuldigen met de dichtheden van aanwezige zeezoogdieren. Voor de bruinvis is de kaart gebruikt met bruinvisdichtheden in de zomerperiode uit Gilles et al. (2020), deze komt neer op een verwachte bruinvisdichtheid van 0,81 dieren per km^2 (*worst-case*). In het ergste geval resulteert dit in een verstoring van 22 bruinvissen per dag (Tabel 3-6).

De vermijdingsdrempel van zeehond ligt op 145 dB. Voor zeehond is het verstoringsoppervlak daarom ook kleiner (11,1 km^2). In het surveygebied is de populatiedichtheid van zowel de gewone als de grijze zeehond maximaal 0,5 individuen per km^2 (Heinis et al., 2022). Voor beide soorten is uitgegaan van de distributiemodellen van Aarts (2021) zoals beschreven in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022). Hierdoor wordt ervan uitgegaan dat door het UXO-onderzoek per dag circa 6 gewone zeehonden en 6 grijze zeehonden worden verstoord (Tabel 3-6).

Tabel 3-7. Aantal verstoorde zeezoogdieren per dag door het uitgevoerde UXO-onderzoek (zonder mitigatie).

Verstoringsoppervlakte	Bruinvissen	Gewone zeehonden	Grijze zeehonden
	22	6	

Conclusie zeezoogdieren

Het onderwatergeluid geproduceerd door de *sub-bottom profiler* en bijbehorende standaardvoorzieningen (ADD) hebben invloed op aanwezige zeezoogdieren. Significant negatieve effecten van impulsgeluid onderwater zijn daarmee niet op voorhand uit te sluiten voor zeezoogdieren en worden nader beoordeeld in paragraaf 2.3 en 2.4.

Effecten op vogels

Een aantal vogelsoorten (zoals sterns en alken) jaagt onder water, waarbij vaak tot grote dieptes wordt gedoken. Vogels die zich voor geruime tijd onderwater bevinden om te foerageren, kunnen mogelijk hinder ondervinden van onderwatergeluid (Crowell, 2016). Dit kan bijvoorbeeld leiden tot een verandering in gedrag en daarbij een verlies in foerageertijd. Soorten die mogelijk worden blootgesteld aan de toename van impulsgeluid onderwater door het UXO-onderzoek zijn roodkeelduiker, jan-van-gent, zeekoet, alk, visdief en grote stern.

Roodkeelduiker kan duiken naar een diepte van 15 tot 25 meter[10]. Onderzoek naar het duikgedrag en de effecten van onderwatergeluid op deze soort is nog summier. Een tweetal onderzoeken (Polak & Ciach, 2007); (Robbins et al., 2014) wijst uit dat deze soort ongeveer 68% van de tijd onder water doorbrengt, echter staat dit in contrast met visuele observaties in de Voordelta waarbij 14% is berekend (Verdaat, 2006). Crowell, (2016) heeft onderzoek gedaan naar de effecten van onderwatergeluid op vogels. Daarin lag de gehoorsensitiviteit van tien vogelsoorten, waaronder roodkeelduiker, tussen de 1.500 en 3.000 Hz, wat erop kan wijzen dat de frequenties van de airguns niet als zodanig verstorend worden ervaren. De gebruikte methode in het onderzoek geeft echter niets aan over het aantal dB dat is gebruikt om de experimenten mee uit te voeren. Roodkeelduikers zijn schuw, naar verwachting zal de menselijke activiteit worden vermeden. Er worden bij het seismisch onderzoek ook standaard maatregelen genomen, hierdoor zullen er geen roodkeelduikers voorkomen binnen de contouren waarbij PTS zal optreden. Significant negatieve effecten van impulsgeluid op roodkeelduiker kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Er kunnen jan-van-genten in het onderzoeksgebied foerageren. Voor deze soort geldt ook dat er een gebrek is aan onderzoek over de effecten en verstoring door seismisch onderwatergeluid. Door toepassing van de standaardmaatregelen wordt aangenomen dat jan-van-gent uit het gebied vertrekt voordat dusdanig nadelige effecten kunnen optreden. Significante negatieve effecten van impulsgeluid op jan-van-gent kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Ook zeekoet duikt onderwater naar vis. Een studie naar de effecten van onderwatergeluid op zeekoeten heeft aangetoond dat zeekoeten reageren op onderwatergeluid in een range van 110 tot 137 dB (re 1 1Pa) (Anderson Hansen et al., 2020). Dit suggereert dat zeekoeten gevoelig kunnen zijn voor onderwatergeluid op een vergelijkbaar niveau als bijvoorbeeld bruinvissen. Door het nemen van standaard maatregelen wordt fysieke schade (TTS en PTS) uitgesloten. Volwassen mannetjes zeekoeten trekken met hun niet-vliegvlugge jongen in juli – oktober richting het Friese Front om te ruien. Hierdoor kan ervan uit gegaan worden dat ten tijde van het UXO-onderzoek in september hoogstens zeer incidenteel een zeekoet in het onderzoeksgebied aanwezig zal zijn. Significante negatieve effecten van impulsgeluid op zeekoet kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Alk brengt een deel van de tijd duikend naar voedsel door (8-18%) (Fijn et al.,2020). Tussen september en februari kan alk voorkomen in de buurt van het onderzoeksgebied. Er is voor zover bekend weinig onderzoek gedaan naar de effecten van impulsgeluid onderwater op alken. Onderzoek naar het gehoor onder water waarin alken zijn meegenomen wijst erop dat bij amfibische soorten het middenoor is aangepast om beter onder water te kunnen horen (Zeyl et al., 2022), maar gehoordrempels zijn nog niet bekend.

Bij een studie naar marmeralken (SAIC, 2011) is een grenswaarde van 202 dB re 1 µPa2s SEL (cumulatief) vastgesteld. Deze waarde is geprojecteerd op diverse vogelsoorten in een environmental impact assessment naar de effecten van seismisch onderzoek boven Schotland (Genesis, 2016) waarbij gerekend is met een airgun van 5.000 inch^3. De rui-periode van alken is in augustus-oktober (Wanless & Harris, 1986), dan is deze soort minder mobiel en kan moeilijk wegvliegen. Vanaf september is de alk aanwezig op het Nederlands Continentaal Plat. Volgends de verspreidingskaarten zou het mogelijk zijn dat er zich enkele tot tientallen alken in het onderzoeksgebied bevinden tijdens het onderzoek. Aangezien het onderzoeksgebied zich vlak naast een druk bevaren vaargeul begeeft, is het niet aannemelijk dat alken dit als rustgebied gebruiken. Het scheepsverkeer kan er hoogstens voor zorgen dat de alken zich verplaatsen naar een rustiger gebied. Het gebied is ook niet aangewezen als beschermd of essentieel gebied voor de alk. Er wordt niet verwacht dat er ruiende alken worden verstoord tijdens het seismisch onderzoek. Significante effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten.

[10] *https://pub.sovon.nl/pub/publicatie/21109*

Sterns zoals visdief en grote stern kunnen ook aanwezig zijn in het onderzoeksgebied. Beide soorten vangen hun prooi door duikvluchten te maken. Sterns blijven met name in de buurt van de kust, maar worden soms ook op open zee waargenomen. Visdief en grote stern zijn met name van april tot augustus in het onderzoeksgebied te verwachten. Visdief komt in augustus in zeer grote aantallen voor nabij de onderzoekslocatie. De verwachting is dus dat tijdens het UXO-onderzoek in september visdief ook nog aanwezig kan zijn. Aangezien het onderzoeksgebied zich vlak naast een druk bevaren vaargeul begeeft, is het niet aannemelijk dat sterns dit als rust of foerageergebied gebruiken. Significante effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Conclusie vogels
De survey vindt plaats nabij het Natura 2000-gebied de Voordelta en een klein deel van de verstoringscontour overlapt met het Natura 2000-gebied. Dit gebied is aangewezen voor duikende vogelsoorten zoals roodkeelduiker, grote stern en visdief. Het geproduceerde onderwatergeluid door de *sub-bottom profiler* kan effect hebben op aanwezige duikende vogelsoorten in het onderzoeksgebied. Omdat de onderzoekslocatie zich nabij een druk bevaren scheepsroute bevindt, is het niet waarschijnlijk dat de onderzoekslocatie essentieel rust- of foerageergebied is voor de duikende vogelsoorten. Significant negatieve effecten van impulsgeluid onderwater op vogels op kunnen voorhand worden uitgesloten.

Effecten op bodemdieren en vissen
De bodemdierengemeenschap in het projectgebied is samengesteld uit algemene soorten kniksprietkreeften, slangsterren en schelpdieren. Deze soorten zijn voor zover bekend niet zo sterk afhankelijk van geluid om te foerageren en te communiceren als zeezoogdieren en vissen dat zijn (Putland et al., 2019; Tougaard et al., 2015). Er is echter weinig bekend over significante impact van antropogeen onderwatergeluid op bodemdieren.

Vissen hebben geen extern gehoororgaan. Geluid, in de vorm van drukverschillen onder water, kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen et al., 2006). Er wordt onderscheid gemaakt in gehoorspecialisten en gehoorgeneralisten. Gehoorspecialisten hebben een relatief lage gehoordrempel en een hoge gevoeligheid voor (impuls)geluid en gehoorgeneralisten hebben geen zwemblaas of speciale structuren voor een efficiënte geluidsoverdracht. Vissen zoals kabeljauw (*Gadus morhua*) kunnen afstand nemen tijdens bijvoorbeeld de slow start van de survey. Het is denkbaar dat soorten zoals tong (*Solea solea*) het gebied niet zullen verlaten maar zich in de grond zullen verschuilen. Vanwege het ontbreken van een zwemblaas bij deze soorten treedt schade pas bij zeer hoge geluidsniveaus op. De kans dat er schade optreedt is klein, maar er is mogelijk wel sprake van verstoring.

In het plangebied komen daarnaast mogelijk beschermde vissoorten zoals steur, houting, rivierprik, zeeprik en fint voor. Deze vissen kunnen negatieve effecten ondervinden van het onderwatergeluid dat door het UXO-onderzoek wordt geproduceerd.

In verschillende studies zijn de effecten van heien op vissen beschreven, maar er zijn geen of nauwelijks gegevens beschikbaar van seismisch onderzoek. In een studie naar onderwaterheien in Zuid-Californië werden effecten op vissen in een experimentele opstelling onderzocht door vissen op verschillende afstanden bloot te stellen aan het door heiactiviteiten veroorzaakte geluid (Hastings & Popper, 2005). Op afstanden tot 12 m van de bron resulteerde dat in de onmiddellijke dood van de vissen. Tot op 1 km afstand werden vissen aangetroffen met dusdanige verwondingen dat ze daaraan op korte termijn zouden doodgaan. Uit publicaties blijkt echter dat vissen na blootstelling aan zeer hoge niveaus met aan heiklappen overeenkomend pulsgeluid geen of weinig schade oplopen (Bolle et al., 2012; Debusschere et al., 2014; Halvorsen et al., 2012a, 2012b).

De beschermde vissoorten (steur, houting, rivierprik, zeeprik en fint) worden slechts incidenteel op de onderzoekslocatie waargenomen en worden in staat geacht de onderzoekslocatie te verlaten als het geluid te verstorend is. Daarnaast kan ook apparatuur ingezet worden dat specifiek ontworpen is om vissen op veilige afstand te houden zodat PTS en TTS kunnen worden uitgesloten. De vissen worden hierdoor echter wel verstoord, ze kunnen in de periode van het UXO-onderzoek niet in het onderzoeksgebied zwemmen en foerageren. Het gaat daarbij om een korte periode (10 dagen) en een relatief klein gebied (maximaal 26,6 km^2) dat geen primair of beschermd habitat voor vissen. Daarnaast zijn er voldoende uitwijkmogelijkheden voor vissen. Significant negatieve effecten van impulsgeluid kunnen voor bodemdieren en vissen op voorhand worden uitgesloten.

Conclusie bodemdieren en vissen
Er bestaat een kennisleemte omtrent het gehoorvermogen van bodemdieren. Vermoedelijk zijn zij niet sterk afhankelijk van gehoor. Daarnaast zijn er in het onderzoek geen specifieke bodemdiervoorkomens die als voedselbron dienen voor vogels. Vissoorten, met name gehoorspecialisten, zijn wel gevoelig voor impulsgeluid. Door het nemen van standaardmaatregelen zoals een soft-start kunnen PTS en TTS voorkomen worden. Daarnaast is het onderzoek van korte duur en beïnvloedt het een klein oppervlak en bestaat er voldoende uitwijkmogelijkheid voor vissen. Significant negatieve effecten van impulsgeluid kunnen voor bodemdieren en vissen op voorhand worden uitgesloten.

3.4.2 Verstoring door aanwezigheid en licht

De aanwezigheid van schepen, machines en mensen kunnen tot verstoring leiden. De effecten hiervan zijn over het algemeen onder te verdelen in verstoring door beweging (ook wel optische verstoring genoemd) en verstoring door licht. Tijdens het seismisch onderzoek zal er één schip in het onderzoeksgebied varen. Het onderzoekschip zal dag en nacht onderzoek uitvoeren. De onderzoekslocatie ligt dicht bij een drukbevaren scheepsroute, er zullen dus al veel antropogene bewegings-, licht- en geluidsbronnen aanwezig zijn. Er is geen aanvullende verlichting aanwezig op de schepen. Het schip zal ongeveer twaalf dagen aanwezig zijn op de onderzoekslocatie. Hiervan zijn drie dagen ingecalculeerd voor uitloop door ongunstige weersomstandigheden.

Effecten op zeezoogdieren
Als zeezoogdieren verstoord worden door aanwezigheid van schepen, zal de oorzaak zeer waarschijnlijk eerder het geproduceerde geluid zijn en niet de beweging of aanwezigheid zelf. De effecten van bovenwater geluid zijn beoordeeld in paragraaf 2.2.1.1 en voor onderwater geluid in paragraaf 2.2.1.2. Significant negatieve effecten van beweging en aanwezigheid op zeezoogdieren kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Effecten op vogels
Vogels kunnen hinder ondervinden door bewegingen, licht en aanwezigheid van schepen en daardoor worden verstoord. Garthe & Hüppop (2004) deden onderzoek naar het vlucht- en vermijdgedrag van verschillende zeevogels bij verstoring door scheepvaart- en helikopterverkeer. In totaal kregen 26 vogelsoorten een score toebedeeld op basis van extensief onderzoek vanaf boten op zee tussen de 0 (nauwelijks vlucht- en vermijdgedrag waarneembaar/zeer korte vluchtafstand) en 5 (sterk waarneembaar vlucht- en vermijdgedrag/ grote vluchtafstand). Vooral duikende soorten zoals de roodkeelduiker (score 4) blijken zeer gevoelig voor verstoring door schepen en helikopters. Dit beeld is vergelijkbaar met het onderzoek van Fliessbach et al. (2019) naar de response van 26 zeevogels in de Duitse Noordzee en Baltische Zee op verstoring door schepen. Op basis van de indicatoren ‘soorten schuwheid’, ‘energiekosten voor vluchten’, ‘potentieel voor uitwijken’ werd als onderdeel van het onderzoek een Disturbance Vulnerability Index (Verstoringsgevoeligheidsindex; DVI) berekend. Een score dichtbij 0 betekent dat de vogel niet gevoelig is voor verstoring door schepen, terwijl een score van 100 een grote gevoeligheid weergeeft. De aalscholver (DVI 24,2) en roodkeelduiker (DVI 77,8) zijn de twee soorten die

van de vogelsoorten die worden beoordeeld het meest gevoelig zijn voor optische verstoring door scheepvaart. De grote stern (score 2), kleine mantelmeeuw (score 2), visdief (score 2) en dwergmeeuw (score 1) zijn minder gevoelig voor verstoring door schepen en helikopters (Garthe & Hüppop, 2004; Fliessbach et al. 2019).

De roodkeelduiker is met name in de winter en het voorjaar aanwezig in de kustzone en het Friese Front. In augustus is roodkeelduiker niet waargenomen op de Noordzee. Roodkeelduiker komt dus mogelijk in september slechts incidenteel voor op de onderzoekslocatie. Gezien de verspreiding is het dus niet aannemelijk dat dit een groot deel van de populatie betreft.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode van zomer- naar winterkleed kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren. Van alk en zeekoet is bekend dat ze in de periode juli-oktober ruien en hiervoor naar het Friese Front trekken. Tijdens het onderzoek in september zijn alk en zeekoet dan ook in hoge dichtheden aanwezig in het Friese Front en dus niet op de onderzoekslocatie nabij de Voordelta. Ook voor alk en zeekoet wordt verwacht dat door de nabijheid van de druk bevaren scheepsvaartroute de onderzoekslocatie niet als essentieel rust- of foerageergebied fungeert.

Het seismisch onderzoek zal circa tien dagen duren. Door de beperkte aanwezigheid en de relatief korte duur van het onderzoek en het feit dat het onderzoeksgebied geen belangrijke functie heeft voor vogels kunnen significante negatieve effecten van beweging en aanwezigheid op vogels op voorhand worden uitgesloten.

Effecten op bodemdieren
Bodemdieren zullen de aanwezigheid van de onderzoeksschepen niet zodanig ervaren dat er verstoring of schade door kan ontstaan. Daardoor wordt niet verwacht dat de aanwezigheid van het onderzoekschip en de supportschepen additionele verstoring zal veroorzaken. Significant negatieve effecten van beweging en aanwezigheid kunnen voor bodemdieren op voorhand worden uitgesloten.

Effecten op vissen
De toename van scheepsverkeer ten opzichte van het heersende verkeersbeeld is zeer klein (slechts één schip). Daarbij komt dat als vissen verstoord worden door de aanwezigheid van schepen, de oorzaak zeer waarschijnlijk eerder het geproduceerde geluid zal zijn en niet de beweging of de aanwezigheid zelf. De effecten van bovenwater geluid zijn beoordeeld in paragraaf 2.2.1.1 en voor onderwater geluid in paragraaf 2.2.1.2. Significant negatieve effecten van aanwezigheid van het schip kunnen voor vissen op voorhand worden uitgesloten.

Effecten op vleermuizen
Er is al scheepvaart aanwezig in het onderzoeksgebied en daarmee is er ook sprake van verstoring door licht. Hierdoor wordt niet verwacht dat de aanwezigheid van het extra schip additionele verstoring zal veroorzaken. Significant negatieve effecten van de aanwezigheid van het schip kunnen voor vleermuizen op voorhand worden uitgesloten.

Conclusie
De extra scheepvaartbewegingen die voor dit onderzoek nodig zijn, zullen plaatsvinden nabij een bestaande scheepvaartroute. Het is de verwachting dat de onderzoekslocatie door soorten vermeden zal worden, of dat er gewenning is opgetreden waardoor de verstorende effecten kleiner zijn. Er zullen mogelijk vogels verplaatsen door de aanwezigheid, maar de aantallen worden als dusdanig klein ingeschat dat significante effecten door aanwezigheid en licht op alle soortgroepen op voorhand kunnen worden uitgesloten

3.4.3 Emissies naar de lucht en stikstofdepositie

Er is geen sprake van verontreiniging naar de waterkolom want er vinden geen lozingen vanaf de schepen plaats. Emissies van verontreiniging naar de lucht betreffen emissies van o.a. scheepsmotoren van schepen. Hier is voornamelijk sprake van CO_2, VOS, NO_x en SO_2. Van deze stoffen heeft NO_x mogelijk een negatief effect op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Voor het onderzoek zijn AERIUS-berekeningen gedaan omdat in de huidige AERIUS Calculator een maximale afstandsgrens van 25 km tussen bron en gevoelige gebieden wordt gehanteerd. De onderzoekslocatie ligt binnen 25 km afstand van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebied de Voordelta.

Uit de AERIUS-berekening is geconcludeerd dat gedurende circa 10 dagen voor zowel de land- als zee-activiteiten samen maximaal 0,03 mol/ha NOx-depositie optreedt. Deze stikstofdepositie treedt niet gelijktijdig op met andere stikstofdepositie ten gevolge van Aramis. De effecten van deze stikstofdepositie zijn beoordeeld in adMER_bijlage 5a en 5b.

Conclusie
Omdat er geen sprake is van lozingen zijn significant negatieve effecten van verontreinigingen van gevoelige Natura 2000-gebieden op voorhand uitgesloten. De onderzoekslocatie bevindt zich binnen 25 km van gevoelige Natura 2000-gebieden. Er wordt circa tien dagen lang maximaal 0,03 mol/ha NOx gedeponeerd. Dit leidt niet tot significante aantasting van de instandhoudingsdoelstelling van stikstofgevoelige habitattypen.

3.4.4 Samenvatting Voortoets

In de voorgaande paragrafen is een beschrijving opgenomen van de mogelijke effecten van het seismisch onderzoek en is aangegeven of significant negatieve effecten op voorhand kunnen worden uitgesloten of nader beoordeeld dienen te worden. Tabel 3-7 geeft weer of significante effecten van de verstoringsfactoren op de relevante natuurwaarde (soortgroep of Natura 2000-gebied) op voorhand kunnen worden uitgesloten (-) of niet (✓). Ook is aangegeven (●) of de mogelijke significante effecten nader beoordeeld moeten worden in de Effectbeoordeling Natura 2000 (§2.4) of in de Effectbeoordeling Flora en Fauna (§2.5). De cumulatieve effecten worden beoordeeld in §2.6.

Tabel 3-8. Overzicht van relevante storingsfactoren per soortgroep. Hierbij is onderscheid gemaakt in of significante effecten op de relevante natuurwaarde op voorhand uitgesloten kan worden (-) of niet (✓). In de laatste twee kolommen is aangegeven (●) dat significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en dat de effecten nader beoordeeld worden in de Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling) (§2.4) of Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets) (§2.5).

	Vissen	Zeezoogdieren	Vogels	Vleermuizen	Bodemdieren	Voordelta	Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)	Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)
Verstoring door geluid en trillingen								
Bovenwater geluid					-			
Onderwater geluid				-	-			

	Vissen	Zeezoogdieren	Vogels	Vleermuizen	Bodemdieren	Voordelta	Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)	Effectbeoordeling Flora & Fauna (Soortentoets)
Verstoring door aanwezigheid								
Verstoring door beweging	-	-	-	-	-	-	-	-
Verstoring door licht	-	-	-	-	-	-	-	-

3.5 Effectbeoordeling Natura 2000 (Passende Beoordeling)

3.5.1 Inleiding en methodiek

Deze effectbeoordeling Natura 2000 is opgesteld om te beoordelen of en in welke mate er sprake is van significant negatieve gevolgen van het UXO-onderzoek voor het Aramis-initiatief en de daarbij behorende activiteiten. De mogelijke effecten op de instandhoudingsdoelstellingen zijn zoveel mogelijk kwantitatief voorspeld.
De effectbeoordeling Natura 2000 wordt uitgevoerd voor het Natura 2000-gebied Voordelta, omdat het projectgebied zich vlak naast dit Natura 2000-gebied bevindt. Van boven watergeluid en verstoring door aanwezigheid is in §2.3.2 geconcludeerd dat er geen of zeer marginale effecten optreden. Effecten zijn voor deze verstoringsfactoren daarom op voorhand uitgesloten.

In deze effectbeoordeling Natura 2000 worden de effecten van onderwatergeluid op bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond nader beoordeeld.

Wanneer in de beoordeling wordt geconcludeerd dat het optreden van een significant negatief effect niet kan worden uitgesloten, worden er mitigerende maatregelen beschreven en wordt bepaald of het significant negatieve effect met uitvoering van de maatregelen kan worden voorkomen.

3.5.2 Voordelta

Het Natura 2000-gebied Voordelta is aangewezen als Habitat- en Vogelrichtlijngebied. Het Natura 2000-gebied Voordelta omhelst het ondiepe zeegedeelte van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Kust. Kenmerkend aan het gebied is het gevarieerde en dynamisch milieu van kustwateren, intergetijdengebied en stranden. De Voordelta heeft een oppervlakte van 835 km2.

De Voordelta bestaat voornamelijk uit het habitattype ‘permanent met zeewater overstroomde zandbanken’ (H1110) dat maximaal 20 meter diep ligt.

De Voordelta is aangewezen vanwege het voorkomen van 10 habitattypen, 7 habitatrichtlijnsoorten (waarvan 4 vissoorten en 3 zeezoogdiersoorten) en 30 niet-broedvogelsoorten. Deze vogels, zeezoogdieren en vissen hebben verspreidingsgebieden die tot in het plangebied kunnen reiken. De instandhoudingsdoelstellingen per soort zijn te vinden in Appendix 1. Voor deze Effectbeoordeling Natura 2000 wordt alleen ingegaan op de 3 zeezoogdiersoorten (bruinvis, grijze en gewone zeehond) omdat in

de Voortoets is geconcludeerd dat significant negatieve effecten van onderwater geluid voor deze soortgroep niet op voorhand uitgesloten kunnen worden.

De instandhoudingsdoelstelling van bruinvis is gericht op behoud van omvang en verbetering van kwaliteit van het leefgebied voor behoud van de populatie. Voor de grijze zeehond is deze gericht op behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor behoud van de populatie. Voor de gewone zeehond is deze gericht op behoud van omvang en verbetering van kwaliteit van het leefgebied voor uitbreiding van de populatie ten behoeve van een regionale populatie van tenminste 200 exemplaren in het Deltagebied (dus inclusief de Ooster- en Westerschelde). De landelijke staat van instandhouding voor de zeezoogdieren is gunstig.

3.5.2.1 Verstoring door onderwatergeluid

In deze paragraaf zijn de effecten van verstoring door onderwatergeluid op zeezoogdieren beoordeeld.

Bruinvis

De bruinvis is gevoelig voor verstoring door onderwatergeluid, met name impulsgeluid. Tijdens het UXO-onderzoek wordt impulsgeluid geproduceerd door de inzet van airguns. Voorafgaand aan het UXO-onderzoek wordt een ADD ingezet om zeezoogdieren op een veilige afstand te brengen. Door de inzet van deze maatregel worden bruinvissen wel verstoord, maar kan permanente en/of tijdelijke gehoorschade (PTS/TTS) voor de bruinvis worden voorkomen.

Om te kunnen bepalen hoe groot het effect is van verstoring op de populatie, is het aantal bruinvisverstoringsdagen berekend. Het totale aantal bruinvisverstoringsdagen is berekend door het aantal verstoorde dieren per dag (zie paragraaf 2.2.1.2) te vermenigvuldigen met het aantal verstoringsdagen (Heinis et al., 2022).

Het aantal mogelijk verstoorde bruinvissen is berekend door het verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met de lokale bruinvisdichtheid voor het seizoen waarin de heiwerkzaamheden kunnen plaatsvinden. Gebaseerd op de studie van Gilles et al. (2020), wordt de dichtheid van 0,81 bruinvissen per km^2 gebruikt voor de berekening. Door deze dichtheid te vermenigvuldigen met het berekende verstoringsoppervlak (26,6 km^2), wordt geschat dat per dag 22 bruinvissen verstoord worden.

Het onderzoek neemt in een *worst-case* scenario circa 12 dagen in beslag. Hiervan zijn drie dagen ingecalculeerd in geval van slechte weersomstandigheden. Daarnaast duurt het ongeveer één dag voordat bruinvissen weer terugkeren na het stoppen van het heien (TNO, 2015). Op basis van deze informatie wordt uitgegaan van 13 verstoringsdagen voor het UXO-onderzoek. Het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen voor het onderzoek is terug te vinden in Tabel 3-9.

Noot bij de rekenmethodiek voor populatie-effecten (pers. comm. Heinis, 2022)
In het KEC 4.0 wordt een kanttekening geplaatst bij de rekenmethodiek voor de populatiereductie van bruinvissen. In de huidige formule wordt uitgegaan van het plaatsen van windturbines (monopiles), waarbij de duur van de heiwerkzaamheden gelijk staat aan vier uur. In het huidige project wordt uitgegaan van max. 12 uur heien ten behoeve van een productieboring waarbij de hei-energie vele malen lager ligt. Daarmee is het berekende effect op de populatie mogelijk niet geheel representatief voor de voorgenomen activiteit. Daarnaast is de gebruikte formule gebaseerd op aannames met betrekking tot een stabiele populatie en moet voor correct gebruik van het model een kwetsbare subpopulatie worden gedefinieerd, waarvan de gegevens nog niet beschikbaar zijn (Heinis et al., 2022, bijlage F). Op het moment van schrijven is er nog geen maatwerkaanpak ontwikkeld om de populatiereductie te beoordelen. Deze aanpak zal worden geadviseerd in het proces van verdere vergunningaanvraag.

Tabel 3-9. Aantal bruinvisverstoringsdagen, berekend uit aantal verstoorde bruinvissen per dag maal het aantal verstoringsdagen.

Werkzaamheden	Aantal verstoorde dieren	Aantal verstoringsdagen	Aantal bruinvisverstoringsdagen
UXO-onderzoek	22	13	286

Volgens het KEC (Heinis et al., 2022) wordt een schatting van een maximale populatiereductie, die met een 95% zekerheid niet zal worden overschreden, bepaald met behulp van de volgende benaderingsformule:

$$Populatiereductie = 1{,}06\ x\ 10^{-4}\ x\ bvvd^{\,1{,}17}$$

De populatiereductie is daarbij uitgedrukt in het aantal individuen en $bvvd$ staat voor het aantal bruinvis verstoringsdagen (Tabel 3-10). In het KEC wordt ook een kanttekening geplaatst bij het berekenen van de populatiereductie, aangezien berekeningen met het Interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model (Harwood et al., 2014) een grote onzekerheid met zich meebrengen. Toch is hier een berekening uitgevoerd op basis van de verstoringscontour in het TNO-rapport[11] voor de platforms, om een beeld te geven van de mogelijke effecten.

Tabel 3-10. Populatiereductie bruinvissen in individuen en als percentage van de bruinvispopulatie op het NCP.

Werkzaamheden	Populatiereductie bruinvissen	Populatiereductie (%) t.o.v. gehele populatie bruinvissen
UXO-onderzoek	0,079	

Deze populatiereductie kan niet worden toegeschreven aan directe mortaliteit ten gevolge van het UXO-onderzoek. De benaderingsformule is afgeleid uit resultaten van berekeningen met het iPCoD model (Harwood et al., 2014), waarin de populatiereductie indirect volgt uit de invloed van langdurige geluidsverstoring op 'vital rates' van de bruinvissen, met name de kans op reproductie en de overlevingskans van jonge dieren. De verstoring die optreedt als gevolg van het UXO-onderzoek leidt conform de formule in Heinis et al. (2022) tot een populatiereductie van circa 0,079 bruinvis. Ten opzichte van de gehele populatie bruinvissen (62.771) komt dit neer op een populatiereductie van 0,00013%. In het KEC 4.0 wordt een maximaal ecologisch toelaatbare reductie van 5% van de populatie gehanteerd (Heinis et al., 2022), wat betekent dat de berekende populatiereductie onder deze maximumwaarde ligt. Deze populatiereductie neemt echter niet weg dat door de voorgenomen activiteit 22 bruinvissen (tijdelijk) verstoord worden.

Conclusie bruinvis

De tijdelijke verstoring die optreedt als gevolg van het UXO-onderzoek leidt tot een maximale directe populatie reductie van 0,00013%. Dit is beneden de 5% grens die is gesteld in het KEC 4.0 en kan daarom als niet significant worden beschouwd (ook niet in cumulatie, zie § 3.7). De staat van instandhouding van bruinvis is gunstig. De activiteit staat het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen niet in de weg. Significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten.

Gewone zeehond en grijze zeehond

Voor de gewone en grijze zeehond is geen populatiemodel beschikbaar. Om toch een idee te krijgen van de ernst van het aantal verstoorde zeehonden, is het aantal zeehonden dat zich in het verstoringsgebied van het onderzoek bevindt (bij gebruik van een standaard airgun) afgezet tegen de totale populatie Nederlandse zeehonden in Tabel 3-11. De Nederlandse populatie gewone zeehonden wordt geschat op 9.680 individuen. Op basis van een *worst case* dag met het gebruik van een standaard airgun, is berekend dat er 6 gewone zeehonden verstoord worden tijdens het onderzoek in september. Dit is 0,06% van de totale populatie gewone zeehonden op het NCP.

De Nederlandse populatie grijze zeehonden wordt geschat op 9.081 individuen. Op basis van een *worst case* dag met het gebruik van een standaard airgun, is berekend dat er 6 grijze zeehonden verstoord worden tijdens het onderzoek in september. Dit is 0,07% van de totale populatie grijze zeehonden op het NCP.

[11] *Het memorandum TNO 2020 M10542A 'Onderwatergeluidsberekeningen voor gasboringsproject ONE-Dyas' d.d. 23 september 2020 (verder genoemd de TNO-rapportage) is richtinggevend voor de te verwachten geluidsemissies onderwater door het plaatsen van conductorpijpen.*

Tabel 3-11. Overzicht van het aantal gewone en grijze zeehonden dat verstoord wordt door het onderzoek bij het gebruik van een standaard airgun en welk percentage dat van de populatie op het NCP is.

Soort	Verstoord aantal dieren per onderzoeksdag	Gemiddeld aantal dieren op het NCP	Percentage verstoorde dieren op het NCP per dag
Gewone zeehond	6	9.680	0,06%
Grijze zeehond	6	9.081	0,07%

Het effect is tijdelijk en per zeehondensoort is het percentage verstoorde dieren ten opzichte van de gehele populatie op het NCP gering. Daarnaast wordt er voorafgaand aan het onderzoek een ADD ingezet om PTS en TTS te voorkomen. Het onderzoek vindt niet plaats gedurende de voortplantingsperiode van de grijze zeehond (winter) en de gewone zeehond (zomer). De staat van instandhouding van beide soorten is gunstig. De activiteit staat het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen niet in de weg. Significant negatieve effecten van onderwatergeluid op de instandhoudingsdoelstellingen van gewone en grijze zeehond kunnen worden uitgesloten.

Conclusie zeehonden
Gewone en grijze zeehond komen gedurende het UXO-onderzoek in lage dichtheden voor op de onderzoekslocatie. Het leefgebied van gewone en grijze zeehond in de Voordelta neemt niet af. Daarnaast is het onderzoek van zeer korte duur en wordt er een ADD ingezet om PTS en TTS te voorkomen. Op basis hiervan kunnen significant negatieve effecten van onderwatergeluid op de instandhoudingsdoelstellingen van gewone en grijze zeehond uitgesloten worden.

3.5.3 Conclusie Natura 2000 (Passende Beoordeling)

3.5.3.1 Voordelta

Het Natura 2000-gebied Voordelta is aangewezen als Habitat- en Vogelrichtlijngebied vanwege het voorkomen van 10 habitattypen, 7 habitatrichtlijnsoorten (waarvan 4 vissoorten en 3 zeezoogdiersoorten) en 30 niet-broedvogelsoorten. In de Effectbeoordeling Natura 2000 zijn de effecten van onderwatergeluid op de zeezoogdiersoorten bruinvis, gewone en grijze zeehond beoordeeld.

Uit de Effectbeoordeling Natura 2000 blijkt dat significant negatieve effecten van onderwatergeluid op de instandhoudingsdoelstellingen van bruinvis, gewone en grijze zeehond uitgesloten kunnen worden.

Er behoeft geen Omgevingsvergunning voor een Natura 2000-activiteit aangevraagd te worden.

3.6 Effectbeoordeling Flora en Fauna (Soortentoets)

3.6.1 Methode

In de Effectbeoordeling Flora en Fauna in het kader van de Ow wordt beoordeeld of bij de voorgenomen activiteit werkzaamheden sprake is van schadelijke handelingen zoals beschreven in de Ow het Bal en of daardoor de gunstige staat van instandhouding van een soort in het geding is.

Uit de effectbeschrijving (Voortoets) in paragraaf 3.3 blijkt dat voor zeezoogdieren effecten van onderwater geluid niet op voorhand uitgesloten kunnen worden. In de volgende paragrafen wordt nader onderzocht of de staat van instandhouding van bruinvis, gewone en grijze zeehond en overige walvisachtigen (dwergvinvis, tuimelaar, witsnuitdolfijn) in het geding komt en of er sprake is van schadelijke handelingen.

Wanneer in de effectbeoordeling wordt geconcludeerd dat er sprake is van schadelijke handelingen en dat de gunstige staat van instandhouding van soorten in het geding is, wordt eerst onderzocht of het effect kan worden vermeden, en als dat niet mogelijk is, wordt nagegaan of het effect door mitigerende maatregelen kan worden beperkt.

3.6.2 Zeezoogdieren

Alle walvisachtigen zijn beschermd onder artikel 11.46 van de Ow het Bal en zeehonden onder artikel 11.54 van de Ow het Bal. De bruinvis komt wijdverspreid over de Noordzee voor om te foerageren. Zeehonden komen vooral voor in de kustzone. Overige zeezoogdieren, waaronder dwergvinvis, witsnuitdolfijn, tuimelaar en bultrug kunnen zeer sporadisch voorkomen op de onderzoekslocatie. De onderzoekslocatie is geen belangrijke rust- of voortplantingsplaats voor deze soorten..

In Tabel 3-12 is het aantal verstoorde zeezoogdieren per dag aangegeven, zie voor een gedetailleerde beschrijving §3.4.3.

Tabel 3-12. Aantal verstoorde zeezoogdieren per dag door het uitgevoerde UXO-onderzoek (zonder mitigatie).

Verstoringsoppervlakte	Bruinvissen	Gewone zeehonden	Grijze zeehonden	Dwergvinvis	Witsnuitdolfijn	Tuimelaar
Bruinvis: 26,8 km^2 Zeehond: 11,1 km^2 Overige walvisachtigen: 26,8 km^2	22	6	6	0,41	0,06	0,04

Bruinvissen
Het UXO-onderzoek leidt tot een verstoring van circa 22 bruinvissen binnen de verstoringscontouren van de *worst case* dag. Dit is op basis van de 140 dB contour (zie Tabel 3-12). Er wordt als standaardmaatregel een ADD ingezet om PTS en TTS te voorkomen hierdoor is er sprake van opzettelijke verstoring van bruinvissen. Dit is een schadelijke handeling zoals beschreven in artikel 11.46 1b van het Bal van de Ow.

Een klein aantal bruinvissen wordt dus verstoord, dit heeft een effect op de individuele bruinvissen, maar er wordt niet verwacht dat hierdoor de staat van instandhouding op populatieniveau wezenlijk wordt beïnvloed, omdat:

- Het effect tijdelijk is (maximaal 12 dagen);
- Er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn in de directe omgeving om te foerageren;

- Er een toename is van de aantallen van de bruinvis in het zuidelijke deel van de Noordzee, terwijl al jarenlang seismisch onderzoek plaatsvindt;
- Het seismisch onderzoek plaatsvind buiten de gevoelige periode van de bruinvis;
- Er sprake is van een *worst case* inschatting.

Conclusie
Er is sprake van een opzettelijke verstoring van bruinvissen door het gebruik van ADD, hierdoor is er sprake van een schadelijke handeling (artikel 11.46 1b van de Ow het Bal). Er wordt geen wezenlijke invloed verwacht op de staat van instandhouding van de bruinvispopulatie op het NCP. Desalniettemin, dient er een Omgevingsvergunning voor een Flora & Fauna-activiteit aangevraagd te worden.

Overige walvisachtigen
Voor overige walvisachtigen zoals dwergvinvis, witsnuitdolfijn en tuimelaar is weinig bekend over vermijdingsdrempels en bestaat geen populatiemodel. Daarom wordt dezelfde vermijdingsdrempel (en verstoringsoppervlak) aangehouden als voor bruinvissen. Ondanks dat deze soorten zeezoogdieren dwaalgasten in het NCP zijn en dus geen eigen populatie hebben, weten we op basis van tellingen hoeveel van deze dieren er gemiddeld in het NCP voorkomen. Om toch een idee te krijgen van de ernst van het aantal verstoorde dwergvinvissen, witsnuitdolfijn en tuimelaar, zijn de populatiedichtheden (respectievelijk: 0,0153, 0,0023 en 0,0014 individuen/km^2) vermenigvuldigd met het verstoorde oppervlak om de aantallen verstoorde dieren die in het gebied kunnen voorkomen te berekenen (Tabel 3-12). Het gaat om zeer lage aantallen waardoor er geen sprake is van verstoring.

Conclusie
De aanwezigheid van overige walvisachtigen is erg klein, waardoor er geen verstoring wordt verwacht. Er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

Zeehonden
Het UXO-onderzoek leidt tot een verstoring van circa 6 gewone zeehonden en 6 grijze zeehonden binnen de verstoringscontouren van de *worst-case* dag. Dit is op basis van de 145 dB contour. Hierbij is geen rekening gehouden met de standaard maatregelen, zoals de inzet van een ADD. Door de inzet van de ADD worden PTS en TTS zeer voorkomen.Ook worden er door het onderzoek geen zeehonden opzettelijk gedood of gevangen en worden er geen vaste voortplantings- of rustplaatsen beschadigd of vernield.

Conclusie
Er is geen sprake van een schadelijke handeling (artikel 11.46 1b van de Ow het Bal). Er wordt geen wezenlijke invloed verwacht op de staat van instandhouding van de gewone en grijze zeehond populaties op het NCP. Er behoeft dus geen Omgevingsvergunning voor een Flora & Fauna-activiteit aangevraagd te worden.

3.6.3 Conclusie soortentoets

Tabel 3-13. Overzicht van de te verwachten beschermde soorten.

Soortgroep	Soorten	Vervolgstappen
Zeezoogdieren	Bruinvis	Er is sprake van een opzettelijke verstoring van bruinvissen, dit is een schadelijke handeling (artikel 11.46 1b Ow Bal). **Hiervoor dient een Omgevingsvergunning voor een flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.**

	Gewone zeehond	Er is geen sprake van schadelijke handelingen. Er hoeft geen Omgevingsvergunning voor een flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.
	Grijze zeehond	Er is geen sprake van een schadelijke handeling. Er hoeft geen Omgevingsvergunning voor een flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.
	Overige walvisachtigen (dwergvinvis, witsnuitdolfijn, tuimelaar)	Er is geen sprake van een schadelijke handeling. Er hoeft geen Omgevingsvergunning voor een flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.

3.7 Cumulatie

In de Omgevingswet wordt op twee manieren rekening gehouden met cumulatie. Enerzijds op grond van de mogelijke gevolgen voor Natura 2000-gebieden en anderzijds door te toetsen aan een gunstige staat van instandhouding van een soort. In de tekst van de Ow, onderdeel soorten en de toelichting daarop, wordt echter niet gesproken over het onderwerp cumulatie. Er worden ook geen eisen gesteld aan wat wel of niet dient te worden meegenomen in de cumulatieve effectbeoordeling. Echter, omdat getoetst moet worden aan de gunstige staat van instandhouding, zal elke activiteit die een negatief effect hierop kan hebben, in de beoordeling meegenomen moeten worden, tenzij die al geacht mag worden verwerkt te zijn in de gehanteerde inschatting van de staat van instandhouding (Rijkswaterstaat, 2015c). Bij mobiele soorten die zich over landgrenzen heen-bewegen en niet gebonden zijn aan beschermde gebieden zoals zeezoogdieren, grote vissoorten en zeevogels, moet de borging van de instandhouding feitelijk op biogeografisch populatieniveau plaatsvinden.

Om de effecten op de staat van instandhouding goed te kunnen beoordelen is het noodzakelijk om te kijken naar de cumulatieve effecten van andere projecten die gelijktijdig worden uitgevoerd.
De volgende projecten worden meegenomen in de cumulatietoets:

- Projecten waar een vergunning in het kader van de Ow voor is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd of die ten dele zijn uitgevoerd (bron: Vergunningenbank ministerie van LNV);
- Projecten die van 2025 tot 2026 zijn of worden uitgevoerd;
- Projecten die effecten hebben op beschermde soorten waarvan in het huidige project negatieve effecten op beschermde soorten niet uit zijn te sluiten.

De volgende projecten/activiteiten worden niet meegenomen in de cumulatietoets:
Onzekere toekomstige gebeurtenissen;

- Projecten die na 2025 starten;
- Projecten die reeds zijn uitgevoerd, dan wel bestaande activiteiten, waar geen Omgevingsvergunning of ontheffing voor benodigd was. Deze projecten maken deel uit van de bestaande situatie en zijn al verwerkt in de staat van instandhouding, of hebben geen of nauwelijks effecten.

Op basis van deze criteria worden de volgende projecten meegenomen:

- Offshore gas- en olieactiviteiten op andere locaties
- Net op Zee
- Wind op Zee

De projecten die in deze cumulatietoets worden beschouwd conform puc.overheid.nl en de Wind op Zee routekaart zijn beschreven in de volgende paragrafen. In de cumulatietoets worden alleen negatieve effecten die niet significant zijn meegenomen.

3.7.1 Relevante projecten

3.7.1.1 Seismisch onderzoek Shell P&O mijnbouwblokken

Shell wil een 3D seismisch onderzoek (survey) uitvoeren op de Noordzee (in de zogeheten P & O mijnbouwblokken) om te onderzoeken of CO2 opgeslagen kan worden in ondergrondse aquifers. Dit valt onder de noemer Carbon Capture and Storage (CCS). Voor het onderzoek zal in totaal 51 dagen worden gevaren waarvan 25 dagen daadwerkelijk seismisch onderzoek wordt uitgevoerd. Het voorgestelde onderzoeksgebied ligt ten westen van de kust van de provincie Zuid-Holland tussen de Maasvlakte en Zandvoort. Op het dichtstbijzijnde punt bevindt het onderzoeksgebied zich ongeveer 10 km van de Nederlandse kustlijn bij de Maasvlakte. Westwaarts strekt het onderzoek zich uit tot de grens tussen de Exclusieve Economische Zone (EEZ) Nederland en het Verenigd Koningrijk (VK). Het voorgestelde

onderzoeksgebied zal een oppervlakte van bijna 1.500 km2 beslaan. Inclusief de vaarlijnen beslaat het werkgebied bijna 2.300 km2. Het seismisch onderzoek overlapt met circa 85 km2 het Natura 2000-gebied Bruine Bank en nadert het Natura 2000-gebied Voordelta tot op een afstand van 6,5 km.
Effecten die optreden zijn verstoring van zeezoogdieren door onderwatergeluid en verstoring van vogels en zeezoogdieren door licht, beweging en optiek en stikstofdepositie (Royal HaskoningDHV, 2024).
Er is een Wnb vergunning afgegeven die geldig is tot april 2026. Volgens de passende beoordeling wordt het project uitgevoerd in 2024. Mogelijk treden er cumulatieve effecten op, dit wordt nader onderzocht in de cumulatietoets.

3.7.1.2 Q10- Orion Olie en Gaswinning ten westen van IJmuiden

Kistos is voornemens om vanaf het bestaande platform Q10-A vier extra productieputten te boren en deze vervolgens in productie te nemen voor de winning van olie. Het platform Q10-A ligt ruim 20 km vanaf de kust, ten westen van IJmuiden in de nabijheid van de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone, Bruine Bank, Voordelta, Kennemerland-Zuid en Noordhollands Duinreservaat. Er wordt een tijdelijk mobiel boorplatform geplaatst. Er zullen maximaal vier conductors in de zeebodem worden geheid door middel van een hydraulische hamer. Er worden vier putten geboord en aangesloten op platform Q10-A. Vervolgens wordt de olie gezamenlijk met het geproduceerde gas en condensaat via de bestaande pijpleiding naar platform P15 gepompt, vanwaar de olie van Q10-A samen met de overige oliestromen van P15-C/D naar de haven van Rotterdam wordt gepompt. Het Q10-A platform wordt aangepast door het plaatsen van zes microgasturbines ten behoeve van een nieuwe stroomvoorziening.
De relevante beoordeelde effecten betreffen stikstofdepositie, verstoring door geluid, verstoring door licht en aanwezigheid.

De werkzaamheden worden uitgevoerd in de periode medio 2024 tot eind 2025. Oliewinning zal vervolgens plaatsvinden tot uiterlijk 31 december 2040. Mogelijk treden er cumulatieve effecten op, dit wordt nader onderzocht in de cumulatietoets.

3.7.1.3 Net op Zee IJmuiden ver Alfa

Vanaf 1 maart 2024 staan aanlegwerkzaamheden van Net op Zee IJmuiden Ver Alpha gepland. LNV heeft hier een vergunning voor afgegeven in januari 2021. Dit project omvat een aanlegfase waarbij een ondergronds kabelsysteem wordt aangelegd voor het transport van gelijkstroom vanuit het platform op zee (IJmuiden Ver Alpha), bestaande uit vier kabels die naar land lopen. Voor het aanleggen van het kabelsysteem wordt Horizontal Directional Drilling (HDD) uitgevoerd. Voor het plaatsen van het platform zal in een worst-case scenario maximaal 16 dagen geheid worden voor de installatie van een jacket. Mogelijke ecologische effecten kunnen in de aanlegfase optreden op de Natura 2000-gebieden Voordelta, het Veerse Meer en de Bruine Bank. De kabellijn loopt door de Voordelta en de Bruine Bank ligt nabij, ten westen van de kabels (Figuur 3-5). Ecologische effecten die optreden betreffen: vertroebeling en sedimentatie, verstoring als gevolg van continu en impulsgeluid onderwater, verstoring boven water door geluid, licht en visuele verstoring (van het platform), habitataantasting.



Figuur 3-6. Net en Wind op zee planning Nederland

De aanleg van het platform zal plaatsvinden vanaf 2026. In 2024 vinden mogelijk geofysische survey's plaats en zal de kabelaanleg vervolgens starten (Arcadis, Pondera, 2021b). Mogelijk treden er cumulatieve effecten op, dit wordt nader onderzocht in de cumulatietoets.

3.7.1.4 Net op Zee - Nederwiek 1, 2 en 3

Volgens de tijdlijn gepubliceerd op RVO9 in diverse informatiepagina's is de realisatie van Net op Zee Nederwiek 1 gepland vanaf 2024 en Nederwiek 2 staat gepland vanaf 2025. Het definitief projectbesluit en de vergunningen staan gepland voor de zomer van 2026. De start van de uitvoering van Nederwiek 3 staat gepland voor 2027.

Het project Net op Zee Nederwiek 1 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525 kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé op zee en door het Veerse Meer voor het transport van 525 kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé op land voor het transport van 525 kV-gelijkstroom naar het converterstation;
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom, dat geschikt is voor het landelijk hoogspanningsnet (Ministerie van LNV, 2023a).

Het project Nederwiek 2 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het om zetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabeltracé op zee voor het transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé op land voor het transport van 525kV-gelijkstroom naar het converterstation op land (de aanlanding);
- Een converterstation op land voor het om zetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom;
- Een ondergronds kabeltracé op land voor het transport van 380 kV-wisselstroom van het converterstation naar een nieuw te bouwen 380kV-hoogspanningsstation voor de aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet (Ministerie van LNV, 2023b).

Ecologische effecten die optreden zijn: vertroebeling en sedimentatie, verstoring als gevolg van continu en impulsgeluid onderwater, verstoring boven water door geluid, licht en visuele verstoring, habitataantasting op zee door mechanische effecten en elektromagnetische straling afkomstig van de kabel. Voor Net op Zee Nederwiek 3 zijn de ecologsiche effecten nog niet in beeld gebracht, met deze reden wordt dit project niet meegenomen in de cumulatietoets. Nederwiek 1 en 2 worden meegenomen in de cumulatietoets.

3.7.1.5 Wind op zee Nederland (Hollandse kust west)

In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn windenergiegebieden aangewezen waar de komende jaren windparken ontwikkeld worden. De planning conform website van de rijksoverheid (10 juni 2022) voor de ingebruikname van windparken is als volgt:

- Hollandse Kust West kavels VI en VII – 2024 – 2026
- IJmuiden Ver Beta – 2028
- IJmuiden Ver Alpha – 2029
- IJmuiden Ver kavels V en VI – 2029
- Nederwiek kavels I en II – 2030
- Nederwiek kavel III – 2031
- Hollandse Kust West kavel VIII – nader te bepalen
- Ten Noorden van de Waddeneilanden kavel I – 2031
- Doordewind kavels I en II - 2031

Omdat in het Kader Ecologie Cumulatie (KEC) naar cumulatie van onderwatergeluid is gekeken voor alle windparken is deze als basis gebruikt voor deze verstoringsfactor.
Er is sprake van effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren, vogelslachtoffers door aanvaringen en habitatverlies, verstoring van vogels en zeezoogdieren door licht, beweging en optiek en stikstofdepositie. Volgens de planning is de aanleg van Hollandse Kust West VII relevant. Mogelijk treden er cumulatieve effecten op, dit wordt nader onderzocht in de cumulatietoets.

3.7.2 Overzicht projecten in cumulatietoets

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de projecten die wel en niet worden meegenomen in de cumulatietoets, met een tijdsplanning en de relevante effecten.

Project	Planning	Meegenomen in Cumulatie toets?	Relevante effecten	Bron
UXO-onderzoek Aramis	September 2025	ja	Onderwatergeluid verstoring door aanwezigheid en licht	Het voorliggende document
Seismisch onderzoek Shell P&O mijnbouw blokken	Jan-April 2025 of Jan - April 2026	nee	Effecten buiten relevante tijdsperiode	Natuurtoets seismisch onderzoek P&O mijnbouwblokken Shell
Q10 Orion Olie en gaswinning	medio 2024 tot eind 2025	ja	Onderwatergeluid en verstoring door aanwezigheid en licht	Ontwerpbesluit Wet natuurbescherming: Q10 Orion – boring en oliewinning ten Westen van IJmuiden
Net op Zee IJmuiden ver Alfa	2024 – 2027	ja	Vertroebeling en sedimentatie, onderwaterluid, bovenwatergeluid, licht en visuele verstoring, habitataantasting, elektromagnetische straling	• Net op zee IJmuiden Ver Alpha • Bijlage VII-A Passende Beoordeling planMER en Inpassingsplan
Net op Zee Nederwiek 1 en 2	2025-2023	ja	Vertroebeling en sedimentatie, onderwaterluid, bovenwatergeluid, licht en visuele verstoring, habitataantasting, elektromagnetische straling	• Ontwerp vergunning wnb Nederwiek 1, • Ontwerp vergunning wnb Nederwiek 2
Hollandse kust west	2024-2031	ja	Onderwatergeluid, verstoring door licht en beweging/optiek, stikstofdepositie	Windenergiegebied Hollandse kust (west)

3.7.3 Effecten

3.7.3.1 Onderwatergeluid

UXO-onderzoek Aramis
Bij het UXO-onderzoek van Aramis wordt gebruik gemaakt van airguns, dit produceert onderwatergeluid dat kan leiden tot verstoring.

Bruinvissen
Het aantal dierverstoringsdagen dat optreedt als het onderzoek in september wordt uitgevoerd is 286. Het UXO- onderzoek leidt tot een populatie reductie van 0,079 bruinvissen. De maximale lange termijn afname van de populatie bruinvissen door dit project is berekend op $1,3^{*10-4}$.

Zeehonden
Het aantal gewone zeehonden dat op een worst case dag verstoord wordt als het onderzoek in september wordt uitgevoerd is 6 Voor de Nederlandse populatie gewone zeehonden is berekend dat het percentage van de totale populatie gewone zeehonden dat binnen het mijdingsgebied van het onderzoek kan voorkomen 0,06% is in september. Voor de Nederlandse populatie grijze zeehonden is berekend dat op een worst case dag met er 6 dieren verstoord worden. Daarmee is het percentage grijze zeehonden dat binnen het mijdingsgebied van het UXO-onderzoek kan voorkomen 0,07% van de Nederlandse grijze zeehonden populatie.

Net op Zee IJmuiden Ver Alpha
Bij de Net op Zee projecten is er sprake van continu onderwatergeluid door scheepvaart en van impulsgeluid door het heien van verankeringspalen van platforms.

Bruinvissen
Continu onderwatergeluid door scheepvaart
In de Voordelta is het gebied dat verstoord wordt door continu onderwatergeluid in theorie ca. 23.000 ha (circa 28% van het totaaloppervlak). Doordat dit nagenoeg volledig in bestaande vaarwegen plaatsvindt, met eenzelfde verstoringscontour, is het daadwerkelijk additioneel verstoorde oppervlak minimaal.

Plaatsen van funderingspalen
De totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 1022 km2. Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er worst-case 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal zestien palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal zestien heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringsdagen daarmee respectievelijk op 11.414 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (16 * 1022 * 0,698).

Geofysische surveys
In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km2. De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dag van 2,01 km2 met een verstoringsoppervlak van 24 km2 per dag. Wanneer met deze aannames een worst-case berekening per seizoen wordt gemaakt voor de tweede ronde (“gedetailleerde”) surveys van de kabeltracés komt dat neer op 2.342 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt (281 / 2,01 * 24 * 0,698).

Zeehonden
Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform. De werklocatie is geen

veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade. Effecten op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking op instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze- en/of gewone zeehond van omliggende Natura 2000-gebieden, zoals de Voordelta, kunnen daarmee worden uitgesloten (Arcadis, Pondera, 2021a, 2021b, 2022; Ministerie van LNV, 2023a, 2023b).

Wind op zee Nederland (Hollandse kust west VII)

Bruinvissen

Cumulatieve effecten Wind op zee op het NCP (2016 – 2030).

Voor het KEC 3.0 zijn voor de periode 2016 – 2030 de cumulatieve effecten van impulsief geluid op de bruinvispopulatie op het NCP berekend van de constructie van windparken op zee. Er is daarbij ook rekening gehouden met de aanleg van de TenneT-platforms en het uitvoeren van het benodigde seismische onderzoek. Voor de windparken uit het Energieakkoord is ervan uitgegaan dat de in de (ontwerp)kavelbesluiten vastgelegde, naar seizoen en aantal turbines gedifferentieerde geluidsnormen worden toegepast. Voor de windparken van de routekaart windenergie op zee 2030 is uitgegaan van één universele geluidsnorm van SELss (750 m) = 168 dB re 1 µPa2 s. Het aanleggen van alle geplande windparken van 2016 tot 2030 leidt tot een scenario van in het totaal 807.969 bruinvisverstoringsdagen. Dit leidt tot een kans van 5% op een reductie van de bruinvispopulatie na 2030 van 865 dieren (= ca. 1,7% van de bruinvissen op het NCP).

Voor deze cumulatietoets is alleen de bouw van windpark Hollandse kust West VII van toepassing aangezien deze aanleg in het relevante tijdsbestek overlapt. De bouw van dit windpark leidt tot 59.892 bruinvisverstoringsdagen.

Zeehonden

Uit de resultaten in het KEC 4.0 blijkt dat op basis van de gehanteerde uitgangspunten een versnelde uitrol van wind op zee in de periode 2016 – 2030 geen negatieve effecten op de populaties van gewone en grijze zeehonden zal hebben, zelfs als het totaalaantal dierverstoringsdagen als gevolg van het uitvoeren van geofysisch onderzoek zou verdubbelen. Er worden in deze berekeningen waarschijnlijk geen cumulatieve effecten gevonden, omdat de kans dat een zeehond gedurende meerdere dagen wordt verstoord heel klein is. Dit is een gevolg van het feit dat op de locaties waar windparken zijn voorzien, de dichtheid van zeehonden heel laag is en daarmee de kans dat een zeehond meerdere dagen wordt verstoord ook. Hierbij wordt aangetekend dat er in de berekeningen van is uitgegaan dat de kans dat een individuele zeehond wordt verstoord voor alle individuen uit de populatie gelijk is. Als er worst case van wordt uitgegaan dat een veel kleiner deel van de populatie kan worden verstoord en er sprake is van dieren die steeds naar dezelfde locatie toegaan (grote mate van plaatstrouw), neemt de kans dat een zeehond meerdere malen wordt verstoord toe. Omdat het in een dergelijke situatie om een verwaarloosbaar aandeel van de totale populatie gaat, is het effect op de populatie als geheel nog steeds nihil.

Q10 Orion – boring en oliewinning ten Westen van IJmuiden

Continu onderwatergeluid door scheepvaart

Het plangebied is gelegen nabij een drukbevaren scheepvaartroute en de aanvoer van schepen is gering. Met deze redenen is het onwaarschijnlijk dat dit een dusdanig negatief effect zal hebben op zeezoogdieren.

Heiwerkzaamheden

Bruinvissen
Het heien is de belangrijkste bron van verstoring door geluid en trillingen binnen dit project. Het impulsgeluid heeft een lagefrequentie van 10 – 1000 Hz. Het heien van een conductor gebeurt binnen één dag en duurt maximaal 12 uur bij een frequentie van maximaal 50 slagen per minuut. Het bruinvisverstoringsdagen dat optreedt door het heien van de conductor is 3.520. Dit leidt tot een populatiereductie van 1,50 individuen. Er treedt een maximale populatiereductie van 0,0024% op.

Zeehonden
Er worden geen hoge dichtheden van zeehonden verwacht in het plangebied. Gezien de lage dichtheden, de standaardmaatregelen die worden genomen, en de korte duur van de werkzaamheden worden grote gevolgen uitgesloten.

3.7.3.1.1 Cumulatie

Van de projecten die onderwatergeluid produceren is de populatiereductie van bruinvissen berekend (zie Tabel 3-14), onderaan is de totale bruinvispopulatie reductie te zien van projecten die in dezelfde regio en periode plaatsvinden. Hieruit komt een populatie reductie aantal welke je met het totaal aantal bruinvissen op het NCP (62.771) deelt, hieruit volgt dan het populatie reductiepercentage. Er vindt een bruinvispopulatie reductie plaats van 0,0985%, dit getal is berekend door de dierverstoringsdagen bij elkaar op te tellen en vervolgens de iPCOD-formule toe toepassen zoals ook in hoofdstuk 3 is gedaan. Volgens het KEC moet dit percentage voor alle cumulatieve werkzaamheden op het NCP van 2020 tot 2030 onder de 5% om de bruinvispopulatie niet in gevaar te brengen. Dit is het geval, er is geen sprake van een cumulatief significant effect door onderwatergeluid.

Tabel 3-14. Bruinvisverstoringsdagen per project

project	Aantal dierverstoringsdagen	Populatiereductie (aantal dieren)
UXO-onderzoek Aramis	286	0,079
Q10 Orion Olie en Gaswinning	3.520	1,50
Net op zee IJmuiden ver Alfa plaatsing van funderingspalen	Optie Zomer: 11.414	6,13
Net op zee IJmuiden ver Alfa geofysische surveys	Optie Zomer: 2.342	0,96
Net op Zee – Nederwiek 1,2 en 3	6.986 + extra overschrijdingen	9,61
Wind op Zee (Hollandse kust West VII)	59.892	41,19
Totaal	**84.721**	**61,81**

Onderwatergeluid zeehonden
De verspreiding van zeehonden beperkt zich met name tot de kustzone, het Deltagebied en de Waddenzee. Er is geen sprake van verstoring van ligplaatsen. Effecten op zeehonden van de projecten

samen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een ander foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Er zal geen populatiereductie optreden. Significante effecten op grijze en gewone zeehond kunnen worden uitgesloten.

3.7.3.2 Verstoring door aanwezigheid en licht

3.7.3.2.1 UXO-onderzoek Aramis

Het onderzoeksgebied ligt deels in en nabij een drukbevaren scheepvaartroute, waardoor het aannemelijk is dat soorten gewend zijn aan de aanwezigheid van schepen of gevoelige soorten niet aanwezig zijn. Het onderzoek zal maximaal 12,5 dagen duren. Door de effecten van gewenning, beperkte aanwezigheid en de relatief korte duur van het onderzoek zijn significante effecten van beweging en aanwezigheid op zeezoogdieren uitgesloten maar kunnen er wel negatieve effecten optreden.

Net op Zee IJmuiden Ver Alpha

Bij de aanleg van de kabels voor IJmuiden Ver en Nederwiek vindt er verstoring plaats in de Voordelta en nabij de Bruine Bank. Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten.

Wind op Zee Nederland (Hollandse kust west en IJmuiden ver Alfa)

In de Kavelbesluiten voor Hollandse Kust West kavels VII en IJmuiden Ver Alpha en Beta is een aantal voorwaarden opgenomen met betrekking tot scheepvaartbewegingen:

- De (onderhouds)schepen van de vergunninghouder zullen bij hun vaarbewegingen rekening houden met de maatregelen ten aanzien van scheepvaart die zijn opgenomen in de beheerplannen van de Natura 2000-gebieden Voordelta, Deltawateren, Noordzeekustzone en Waddenzee.
- In de Voordelta zal gedurende de winter een afstand van 1.500 meter aangehouden moeten worden (vanwege de aangewezen rustgebieden zoals opgenomen in het beheerplan Voordelta).
- In de Waddenzee zullen (onderhouds)schepen minimaal 1.500 meter afstand houden tot rust- en zoogplaatsen van zeehonden en minimaal 500 meter afstand houden van vogelconcentraties van topper en eider;
- In de Deltawateren mogen rust- en foerageergebieden voor zeehonden en vogels niet te dicht benaderd worden indien buiten de vaargeul wordt gevaren. Om negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen te beperken, dient ervoor te worden gezorgd dat (onderhouds)schepen een minimale afstand van 500 meter ten opzichte van foeragerende vogels en 1.200 meter van op de plaats rustende zeehonden wordt aangehouden;
- In de Noordzeekustzone moeten onderhoudsschepen minimaal 500 meter afstand houden van vogelconcentraties van topper, eidereend en zwarte zee-eend alsmede 1.200 meter van het deel van de zandplaat(platen) waarop zich grijze of gewone zeehonden bevinden.

Wanneer deze maatregelen in acht worden genomen is er geen sprake van negatieve effecten op de genoemde soorten.

Q10 Orion – boring en oliewinning ten Westen van IJmuiden

Er wordt voornamelijk gewerkt vanaf het bestaande platform 10-A, waardoor additionele bronnen van verlichting beperkt zijn tot de tijdelijke plaatsing van het boorplatform en transportbewegingen van

schepen en helikopters. Het gebied is snel weer beschikbaar en er zal naar verwachting geen negatief optreden op de instandhoudingsdoelen van vogelsoorten.

Cumulatie
Projecten meegenomen in deze cumulatietoets zijn van korte duur, nemen maatregelen om de verstoring te beperken en/of bevinden zich nabij scheepvaartroutes waardoor er verwacht wordt dat er gewenning optreedt. Daardoor treden er geen grote effecten als gevolg van verstoring door licht en beweging/optiek op. Significante effecten van licht en beweging kunnen worden uitgesloten.

3.7.4 Conclusie cumulatietoets

De effecten van het UXO-onderzoek die de grootste kans hebben om in cumulatie met andere projecten significante gevolgen te hebben zijn onderwatergeluid en verstoring door licht en beweging/optiek.
In cumulatie met andere projecten blijft de populatiereductie van bruinvissen ten gevolge van onderwatergeluid onder de wettelijk toegestane 5%. Voor zeehonden treedt geen populatiereductie op. Hiermee zijn significante effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren in cumulatie uitgesloten.

Er zijn in de cumulatietoets geen grote verstoringen door licht en beweging/optiek bij andere projecten gevonden. Gezien de kleine mate van verstoring en de beperkte duur van het onderzoek, wordt niet verwacht dat er cumulatie van effecten op zal treden. Significante effecten door licht en beweging/optiek in cumulatie met andere projecten is hiermee uitgesloten.

3.8 Conclusie Ecologische effectenbeoordeling

3.8.1 Effectbeoordeling Flora en Fauna op land (Soortentoets)

In de Effectbeoordeling Flora en Fauna is geconcludeerd dat bij twee onderdelen van de voorgenomen activiteit sprake is van een schadelijke handeling omdat daardoor glad biggenkruid in zijn natuurlijke verspreidingsgebied vernield kan worden:

- de inzet van een truck op onverhard terrein waar glad biggenkruid gevestigd is;
- het geschikt maken van de onderzoekslocatie voor het UXO-onderzoek.

Er dient daarom een aanvulling bij de Omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit te worden toegevoegd voor de volgende soorten:

Soortgroep	Soorten	Vervolgstappen
Vaatplanten	Glad biggenkruid	Er is sprake van opzettelijke vernieling van glad biggenkruid in zijn natuurlijke verspreidingsgebied. Daarmee is er sprake van een schadelijke handeling (artikel 11.54 1c van de Ow het Bal). **Hiervoor dient een Omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.**

3.8.2 Effectbeoordeling Natura-2000 op zee (Passende Beoordeling)

Significant negatieve effecten van onderwatergeluid door de inzet van airguns voor het UXO-onderzoek op de instandhoudingsdoelstellingen van bruinvis, gewone en grijze zeehond kunnen worden uitgesloten.

Er behoeft daarom geen aanvulling op de Omgevingsvergunning Natura 2000-activiteit te worden toegevoegd.

3.8.3 Effectbeoordeling Flora en Fauna op zee (Soortentoets)

In de Effectbeoordeling Flora en Fauna is geconcludeerd dat door de inzet van een ADD voorafgaand aan het UXO-onderzoek sprake is van een schadelijke handeling omdat hierdoor opzettelijk bruinvis verstoord wordt.

Er dient daarom een aanvulling op de Omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit te worden toegevoegd voor de volgende soorten:

Soortgroep	Soorten	Vervolgstappen
Zeezoogdieren	Bruinvis	Er is sprake van een opzettelijke verstoring van bruinvis. Daarmee is er sprake van een schadelijke handeling (artikel 11.46 1b van de Ow het Bal). **Hiervoor dient een Omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit aangevraagd te worden.**

4 Referenties

Aarts, G. (2021). *Memo "Estimated distribution of grey and harbour seals" for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.

Allen, L. C., Hristov, N. I., Rubin, J. J., Lightsey, J. T., & Barber, J. R. (2021). Noise distracts foraging bats. *Proceedings of the Royal Society B*, *288*(1944), 20202689.

Alterra. (n.d.). *Effectenindicator Synbiosys*.

Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (Uria aalge), an auk seabird, reacts to underwater sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *147*(6), 4069–4074.

Arcadis, Pondera. (2021a). *Deel-A-MER-fase-2-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Beta.pdf*. https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Deel-A-MER-fase-2-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Beta.pdf

Arcadis, Pondera. (2021b). *Net op zee IJmuiden Ver Alpha Bijlage VII-A Passende Beoordeling planMER en Inpassingsplan*.

Arcadis, Pondera. (2022). *MER-Deel_A-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Gamma.pdf*. https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/010695_3568_MER-Deel_A-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Gamma.pdf

Benhemma-Le Gall, A., Graham, I. M., Merchant, N. D., & Thompson, P. M. (2021). Broad-scale responses of harbor porpoises to pile-driving and vessel activities during offshore windfarm construction. *Frontiers in Marine Science*, *8*, 664724.

Bolle, L., De Jong, C., Bierman, S., Van beek, P., van Keeken, O. A., Wessles, P., van Damme, C., Winter, H. V., de Haan, D., & Dekeling, R. (2012). Common Sole Larvae Survive High Levels of Pile-Driving Sound in Controlled Exposure Experiments. PlosOne (2012) 7(3):1-12. *PlosOne (2012) 7(3):1-12.*

Carroll, A., Przeslawski, R., Duncan, A., Gunning, M., & Bruce, B. (2017). A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish & invertebrates. *Marine Pollution Bulletin*, *114*(1), 9–24. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.038

Crowell, S. C. (2016). *Measuring In-Air and Underwater Hearing in Seabirds. Effects of Noise on Aquatic Life II. Edited by A. N. Popper and A. D. Hawkins. Springer-Verlag, New York: 1155-1160.*

Cruz, E., Lloyd, T., Lafeber, F. H., Bosschers, J., Vaz, G., & Djavidnia, S. (2022). *The SOUNDS project: Towards effective mitigation of underwater noise from shipping in Europe*. *47*(1), 070021.

Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S. N. R., Brzana, R., Boon, A. R., Coolen, J. W. P., Dauvin, J.-C., De Mesel, I., Derweduwen, J., Gill, A. B., Hutchison, Z. L., Jackson, A. C., Janas, U., Martin, G., Raoux, A., Reubens, J., Rostin, L., Vanaverbeke, J., Wilding, T. A., … Degraer, S. (2020). Benthic effects of offshore renewables: Identification of knowledge gaps and urgently needed research. *ICES Journal of Marine Science*, *77*(3), 1092–1108. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz018

Day, R. D., Fitzgibbon, Q. P., McCauley, R. D., Hartmann, K., & Semmens, J. M. (2020). Lobsters with pre-existing damage to their mechanosensory statocyst organs do not incur further damage from exposure to seismic air gun signals. *Environmental Pollution*, *267*, 115478.

de Jong, C., & von Benda-Beckmann, S. (2018). *Wozep underwater sound: Frequency sensitivity of porpoises and seals* (11238; p. 53). TNO.

Debusschere, E., De Coensel, B., Bajek, A., Botteldooren, D., HOstens, K., Vanaverbeke, J., Vandendriessche, S., Van Ginderdeuren, K., Vincx, M., & Degraer, S. (2014). *In Situ Mortality Experiments with Juvenile Sea Bass (Dicentrarchus labrax) in Relation to Impulsive Sound Levels Caused by Pile Driving of Windmill Foundations. PLoS ONE, 9(10), e109280.*

Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, *6*, 192.

Furness, R., & Wade, H. (2012). Vulnerability of Scottish seabirds to offshore wind turbines. *MacArthur Green, Glasgow*.

Garthe, S., & Hüppop, O. (2004). Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology*, *41*(4), 724–734.

Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*. Institute for Terrestrial and Aquatic Wildlife (ITAW).

Gilles, A., Viquerat, S., Becker, E., Forney, K., Geelhoed, S. C. V., Haelters, J., Nabe-Nielsen, J., Scheidat, M., Siebert, U., Sveegaard, S., Van Beest, F., van Bemmelen, R., & Aarts, G. (2016).

Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere 7(6):E01367. 10.1002/Ecs2.1367.*

Halvorsen, M., Casper, B., Matthews, F., Carlson, T., & Popper, A. (2012b). Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proc. R. Soc. B Rspb20121544.*

Halvorsen, M., Casper, B., Woodley, C., Carlson, T., & Popper, A. (2012a). Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds. *PLoS ONE 7: E38968*.

Hastings, M. C., & Popper, A. N. (2005). Effects of Sound on Fish. *Available from URL: Http://Www.Dot.ca.Gov/Hq/Env/Bio/Files/Effects_of_Sound_on_Fish23Aug05.Pdf.*, *California Department of Transportation Con-tract 43A0139, Task Order 1.*

Heinis, F., De Jong, C., Von Benda-Beckmann, A., & Water, S. (2022). *Framework for Assessing Ecological and Cumulative Effects 2021 (KEC 4.0)–marine mammals.*

Heinis, F., De Jong, C., Von Benda-Beckmann, S., & Binnerts, S. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.*

Kastelein, R. A., Schop, J., Hoek, L., & Covi, J. (2015). Hearing thresholds of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) for narrow-band sweeps. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *138*(4), 2508–2512. https://doi.org/10.1121/1.4932024

Kastelein, R. A., Wensveen, P. J., Hoek, L., Verboom, W. C., & Terhune, J. M. (2009). Underwater detection of tonal signals between 0.125 and 100kHz by harbor seals (Phoca vitulina). *The Journal of the Acoustical Society of America*, *125*(2), 1222–1229. https://doi.org/10.1121/1.3050283

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & van der Winden, J. (2022). Verstoring van vogels door recreatie. *Literatuurstudie van Verstoringsgevoeligheid En Overzicht van Maatregelen. Deel*, *1*.

Lieske, D. J., Tranquilla, L. M., Ronconi, R., & Abbott, S. (2019). Synthesizing expert opinion to assess the at-sea risks to seabirds in the western North Atlantic. *Biological Conservation*, *233*, 41–50.

Myczko, Ł., Sparks, T. H., Skórka, P., Rosin, Z. M., Kwieciński, Z., Górecki, M. T., & Tryjanowski, P. (2017). Effects of local roads and car traffic on the occurrence pattern and foraging behaviour of bats. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *56*, 222–228. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.08.011

NOAA. (2023). *National Marine Fisheries Service: Summary of Endangered Species Act Acoustic Thresholds*. National Marine Fisheries Service. https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2023-02/ESA%20all%20species%20threshold%20summary_508_OPR1.pdf

Polak, M., & Ciach, M. (2007). Behaviour of black-throated diver Gavia arctica and red-throated diver Gavia stellata during autumn migration stopover. *Ornis Svecica*, *17*(2), 90–94.

Putland, R. L., Montgomery, J. C., & Radford, C. A. (2019). Ecology of fish hearing. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 39–52.

Reijnders, P. J. H., Brasseur, S. M., & Brinkman, A. G. (2000). *Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied*. Alterra.

Robbins, A., Thaxter, C., Cook, A., Furness, R., Daunt, F., & Masden, E. (2014). *A review of marine bird diving behaviour: Assessing underwater collision risk with tidal turbines*. 2nd International Conference on Environmental Interactions of Marine Renewable Energy Technologies (EIMR2014), Stornoway, Isle of Lewis, Outer Hebrides, Scotland.

Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: The impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution, 25(7), 419-427..*

Tamis, J. E., Karman, C. C., de Vries, P., Jak, R G, & Klok, C. (2011). *Offshore olie-en gasactivitetiten en Natura 2000. Inventarisatie van mogelijke gevolgen voor de instandhoudingsdoelen van de Noordzee*.

Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., & Piper, W. (2006). *Effects of Offshore Wind Farm Noise on Marine Mammals and Fish*.

TNO. (2015). *Cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeezoogdieren* (R10335; p. 85).

Tougaard, J., Wright, A. J., & Madsen, P. T. (2015). Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. *Marine Pollution Bulletin*, *90*(1–2), 196–208.

van der Kolk, H.-J. (2021, June 15). *Vliegverkeer verstoort scholeksters, maar heeft meestal geen effect op hun overleving*. https://www.ru.nl/onderzoek/onderzoeksnieuws/vliegverkeer-verstoort-scholeksters-maar-heeft-meestal-geen-effect-op-hun-overleving

Verdaat, J. (2006). Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (Gavia stellata) in de Voordelta. *Afstudeerproject Ter Ondersteuning van de Nulmeting in Het Kader van Het Monitoring En Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam PMR-MEP MV2. Rapport*, 06–144.

Vogelbescherming. (n.d.). *Witte kwikstaart, White Wagtail, Motacilla alba—Kwikstaarten (Motacillidae)*. Retrieved February 26, 2025, from https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/witte-kwikstaart

Wahlberg, M., & Westerberg, H. (2005). Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. *Marine Ecology Progress Series*, *288*, 295–309.

Wang, S. V., Wrede, A., Tremblay, N., & Beermann, J. (2022). Low-frequency noise pollution impairs burrowing activities of marine benthic invertebrates. *Environmental Pollution*, *310*, 119899. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119899

Wisniewska, D. M., Johnson, M., Teilmann, J., Siebert, U., Galatius, A., Dietz, R., & Madsen, P. T. (2018). High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (Phocoena phocoena). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *285*(1872), 20172314.

World Organisation of Dredging Associations. (2013). *Technical Guidance on: Underwater Sound in Relation to Dredging.*

Zeyl, J. N., Snelling, E. P., Connan, M., Basille, M., Clay, T. A., Joo, R., Patrick, S. C., Phillips, R. A., Pistorius, P. A., & Ryan, P. G. (2022). Aquatic birds have middle ears adapted to amphibious lifestyles. *Scientific Reports*, *12*(1), 5251.

Zoogdiervereniging. (n.d.). *Bruinvis—Zeezoogdieren Walvisachtigen*. https://www.zoogdiervereniging.nl/zoogdiersoorten/bruinvis#:~:text=De%20bruinvis%20moet%20boven%20water,minuten%20onder%20water%20te%20verdwijnen.

Bijlagen

A1 Instandhoudingsdoelstelling Voordelta

Figuur 4-1. Instandhoudingsdoelstellingen aangewezen soorten Voordelta. Landelijke staat van instandhouding (SVI): + is gunstig, - is matig ongunstig, -- is zeer ongunstig. Doelstellingen: = is behoud, > is uitbreiding/verbetering (Ministerie LNV, 2018).

	Landelijke SVI	Doelst. oppervlak	Doelst. kwaliteit	Doelst. populatie
Habitattypen				
H1110A Permanent overstroomde zandbanken		=	=	
H1110B Permanent overstroomde zandbanken		=	=	
H1140A Slik- en zandplaten		=	=	
H1140B Slik- en zandplaten		=	=	
H1310A Zilte pionierbegroeiingen		=	=	
H1310B Zilte pionierbegroeiingen		=	=	
H1320 Slijkgrasvelden		=	=	
H1330A Schorren en zilte graslanden		=	=	
H2110 Embryonale duinen		=	=	
H2120 Witte duinen		=	=	
Habitatsoorten				
H1095 - Zeeprik	--	=	=	>
H1099 - Rivierprik	-	=	=	>
H1102 - Elft	--	=	=	>
H1103 - Fint	--	=	=	>
H1351 - Bruinvis	+	=	>	=
H1364 - Grijze zeehond	+	=	=	=
H1365 - Gewone zeehond	+	=	>	>
Niet-broedvogelsoorten				
A001 - Roodkeelduiker	-	=	=	Behoud
A005 - Fuut	-	=	=	280
A007 - Kuifduiker	+	=	=	6
A017 - Aalscholver	+	=	=	480
A034 – Lepelaar	+	=	=	10
A043 – Grauwe Gans	+	=	=	70
A048 - Bergeend	+	=	=	360
A050 – Smient	+	=	=	380
A051 – Krakeend	+	=	=	90
A052 – Wintertaling		=	=	210

A054 – Pijlstaart		=	=	250
A056 – Slobeend	+	=	=	90
A062 - Toppereend	--	=	=	80
A063 - Eider	--	=	=	2.500
A065 - Zwarte zee-eend	-	=	=	9.700
A067 –Brilduiker	+	=	=	330
A069 – Middelste Zaagbek	+	=	=	120
A130 – Scholekster	--	=	=	2.500
A132 – Kluut	-	=	=	150
A137 – Bontbekplevier	+	=	=	70
A141 – Zilverplevier	+	=	=	210
A144 - Drieteenstrandloper	-	=	=	350
A149 - Bonte strandloper	+	=	=	620
A157 - Rosse grutto	+	=	=	190
A160 - Wulp	+	=	=	980
A162 – Tureluur	-	=	=	460
A169 - Steenloper	--	=	=	70
A177 - Dwergmeeuw	-	=	=	Behoud
A191 – Grote stern		=	=	Behoud
A193 – Visdief		=	=	Behoud

Literatuur 1

Achtergronddocument Luchtkwaliteitonderzoek MER Zandmotor

DHV B.V., januari 2010

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Achtergronddocument Luchtkwaliteitonderzoek MER Zandmotor

DHV B.V.

Provincie Zuid-Holland
I.s.m. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, i.s.m. Gemeente Den Haag, Gemeente Westland, Hoogheemraadschap van Delfland, Milieufederatie Zuid-Holland
januari 2010

Achtergronddocument Luchtkwaliteitonderzoek MER Zandmotor

DHV B.V.

dossier : C6158.01.001
registratienummer : WA-WN20090195

Provincie Zuid-Holland
I.s.m. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, i.s.m. Gemeente Den Haag, Gemeente Westland, Hoogheemraadschap van Delfland, Milieufederatie Zuid-Holland
januari 2010

© DHV B.V. Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUD

		BLAD
1	INTRODUCTIE	2
2	WETTELIJK KADER LUCHTKWALITEIT	3
2.1	Wettelijk kader stikstofdepositie	4
3	AANPAK	5
4	UITGANGSPUNTEN	6
4.1	Onderzoeksgebied en rekenpunten	6
4.2	Zichtjaar	7
4.3	Beschouwde bronbijdragen	7
4.4	Rekenmethodiek en modeltoepassing	8
4.5	Meteorologische gegevens	8
4.6	Achtergrondconcentratie	9
4.7	Zeezoutcorrectie	9
4.8	Depositie	9
4.8.1	Achtergronddepositie	9
4.8.2	Depositiebijdrageberekening	9
5	RESULTATEN CONCENTRATIEBEREKENINGEN	11
5.1	Resultaten variant 1 “Rechtstreeks”	11
5.1.1	Concentraties NO2	11
5.1.2	Concentraties PM_{10}	12
5.2	Resultaten variant 2 “Hoek van Holland”	12
5.2.1	Concentraties NO2	12
5.2.2	Concentraties PM_{10}	13
6	RESULTATEN DEPOSITIEBEREKENINGEN	15
6.1	Resultaten stikstofdepositie variant 1 Rechtstreeks	15
6.2	Resultaten stikstofdepositie variant 2 Hoek van Holland	15
7	CONCLUSIES	16
7.1	Conclusies luchtkwaliteitberekeningen	16
7.2	Conclusies stikstofdepositieberekeningen	16
8	COLOFON	18

1 INTRODUCTIE

In het kader van het onderhoud van de Delflandse kust, heeft de provincie Zuid-Holland het voornemen om een pilot uit te voeren voor een megasuppletie ter hoogte van Ter Heijde. Met de pilot wordt een zogenaamde Zandmotor aangelegd, door middel van strandsuppletie, vooroeversuppletie en ophoging van duinen. Daarbij is sprake van zowel zand- als landaanwinning.
De aanleg van de Zandmotor is m.e.r.-plichtig. In het kader van het MER dienen de effecten op de luchtkwaliteit in beeld gebracht te worden. Daartoe is een onderzoek naar de luchtkwaliteit uitgevoerd, met als doel het vaststellen of de aanleg van de Zandmotor in overeenstemming is met de luchtkwaliteitseisen uit de Wet milieubeheer. Een ander aandachtspunt in het onderzoek is de bijdrage van de activiteiten aan de stikstofdepositie op de natuurgebieden in de directe omgeving van de Zandmotor. Het betreft hier met name het Natura 2000 gebied Solleveld.
In het onderzoek zijn op basis van de bronbijdragen van het in te zetten materieel de concentraties stikstofdioxide (NO_2) en fijnstof (PM_{10}) berekend gedurende de aanleg van de Zandmotor. De berekende NO_2 en PM_{10} concentraties zijn getoetst aan de grenswaarden uit de Wet milieubeheer. Er is één aanlegsituatie (alternatief Haak-Noord) doorgerekend. Haak-Noord ligt op een voor fijnstof en luchtkwaliteit kritische locatie. De conclusies voor Haak-Noord zullen wordt door vertaald naar de andere aanlegalternatieven (*Referentiealternatief BKL en KF, Onderwatersuppletie, Eiland, en Haak-Zuid*). Voor een uitgebreide beschrijving van deze alternatieven zie MER Aanleg en zandwinning Zandmotor Delflandse kust (DHV, 2010). Daarnaast zijn twee uitvoeringsvarianten doorgerekend. De eerste betreft de variant waarbij de schepen naar de locatie ter hoogte van Ter Heijde varen en daar het zand lossen (variant 1 *Rechtstreeks)*. In de tweede variant varen de schepen naar een loslocatie ter hoogte van Hoek van Holland. Vanuit daar wordt het zand via een persleiding naar Ter Heijde getransporteerd (variant 2 *Hoek van Holland)*. Variant 2 is alleen relevant in combinatie met aanlegalternatieven Haak-Noord en Haak-Zuid. De stikstofdepositie als gevolg van de activiteiten is berekend op basis van de berekende jaargemiddelde NO_2-concentraties.
In de voorliggende notitie zijn de resultaten van het luchtkwaliteitonderzoek opgenomen. Eerst wordt het wettelijk kader ten aanzien van luchtkwaliteit weergegeven en wordt beschreven in welk kader stikstofdepositieberekeningen worden uitgevoerd. Het volgende hoofdstuk wordt de gehanteerde aanpak bij de berekeningen beschreven. Vervolgens zijn de uitgangspunten bij de berekeningen opgenomen, waarna de resultaten van het onderzoek besproken worden. Tenslotte zijn de conclusies opgenomen.

2 WETTELIJK KADER LUCHTKWALITEIT

De Nederlandse wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit in de buitenlucht vloeit voort uit titel 5.2 van de Wet milieubeheer (Wm) (StB. 2007, 434). Deze wet is op 15 november 2007 in werking getreden en is de Nederlandse implementatie van de EU-richtlijn voor luchtkwaliteit. Per 1 augustus 2009 is de Wet tot wijziging van de Wet milieubeheer (implementatie en derogatie luchtkwaliteitseisen) (StB 158, 2009) in werking getreden. In de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl 2007) zijn regels opgenomen met betrekking tot het beoordelen van de luchtkwaliteit.

In de Wm zijn grenswaarden en richtwaarden opgenomen voor concentraties van stoffen in de buitenlucht. Voor grenswaarden geldt dat het voorgeschreven kwaliteitsniveau moet zijn bereikt en vervolgens in stand moet worden gehouden. De concentraties van stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10}) zijn in de Nederlandse situatie het meest kritisch ten opzichte van de normen. Voor deze stoffen zijn in dit onderzoek berekeningen uitgevoerd. Het toetsen van de concentraties stikstofoxiden is in het kader van dit onderzoek niet relevant[1]. De overige stoffen uit de Wm[2] zijn in Nederland niet kritisch ten aanzien van de normen[3]. Deze stoffen zijn in dit onderzoek kwalitatief beschouwd.
De grenswaarden voor uit de Wm voor NO_2 en PM_{10} zijn in tabel 2-1 opgenomen.

Tabel 2-1. Grenswaarden uit de Wm.

Stof	Grenswaarde	Toetsingsperiode
NO_2 (stikstofdioxide)	40 µg/m³	Jaargemiddelde
	200 µg/m³	Uurgemiddelden, mag max. 18 maal per kalenderjaar overschreden worden
PM_{10} (fijn stof)	40 µg/m³	Jaargemiddelde
	50 µg/m³	24 uurgemiddelden, mag maximaal 35 maal per kalenderjaar overschreden worden.

In de Wm en in de Rbl 2007 zijn voorschriften opgenomen ten aanzien van de locaties waar de luchtkwaliteit berekend en getoetst dient te worden. Locaties die zich bevinden in gebieden waartoe leden van het publiek geen toegang hebben en waar geen vaste bewoning is, zijn uitgezonderd van toetsing. Verder dient de luchtkwaliteit beoordeeld te worden op punten waar de hoogste concentraties voorkomen waaraan de bevolking rechtstreeks of onrechtstreeks kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de betreffende grenswaarde significant is

Derogatie en tijdelijke grenswaarden NO_2 en PM_{10}
Op 7 april 2009 heeft Nederland van de Commissie van de Europese Gemeenschappen derogatie verkregen voor het voldoen aan de normen voor NO_2 en PM_{10}. De Commissie heeft Nederland voor PM_{10} derogatie verleend tot 11 juni 2011 en voor NO_2 – met uitzondering van de agglomeratie

[1] Voor stikstofoxiden (NO_x) is conform de Wm toetsing alleen relevant voor specifieke ecosystemen. Op de onderzoekslocaties van dit onderzoek is dit niet van toepassing.

[2] Zwaveldioxide, koolmonoxide, benzeen, lood, ozon, arseen, cadmium, nikkel, benzo(a)pyreen.

[3] TNO (2008), Bijlagen bij de luchtkwaliteitberekeningen in het kader van de ZSM/Spoedwet; TNO rapport 2008-U-R0919/B, Apeldoorn, september 2008.

Heerlen/Kerkrade – tot 1 januari 2015. Dit betekent dat in Nederland uiterlijk vanaf die data aan de grenswaarden voor NO_2 en PM_{10} voldaan moet worden.
Voor de etmaalgemiddelde PM_{10} concentraties geldt tot en met de inwerkingtreding van de Europese grenswaarden per 11 juni 2011, een tijdelijke grenswaarde van 75 µg/m^3, welk maximaal 35 keer overtreden mag worden. Voor de jaargemiddelde PM_{10} concentraties geldt voor de zone midden en de agglomeraties Amsterdam/Haarlem, Rotterdam/Dordrecht en Utrecht tot 11 juni 2011 een tijdelijke grenswaarde van 48 µg/m^3. Op de rest van Nederland is geen tijdelijke grenswaarde voor de jaargemiddelde PM_{10} concentraties van toepassing.
Voor de concentraties NO_2 gelden – met uitzondering van de agglomeratie Heerlen/Kerkrade – tot 1 januari 2015 de volgende tijdelijke grenswaarden:

- NO_2: 60 µg/m^3 als grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie;
- NO_2: 300 µg/m^3 als grenswaarde voor de uurgemiddelde concentratie; deze mag maximaal 18 keer per jaar overschreden worden.

Voor de agglomeratie Heerlen/Kerkrade loopt de derogatieperiode tot 1 januari 2013. Binnen deze agglomeratie zijn de bovenstaande tijdelijke grenswaarden van kracht tot 1 januari 2013. Vanaf die datum moet aan de Europese grenswaarden voldaan worden.

2.1 Wettelijk kader stikstofdepositie

De leidende wetgeving met betrekking tot stikstofdepositie is de Natuurbeschermingswet 1998 (hierna NBW 1998). In de NBW 1998 zijn enkele artikelen opgenomen die onder meer betrekking hebben op de bescherming van Natura 2000-gebieden. Zo staat in artikel 19d beschreven dat het verboden is projecten te realiseren die de kwaliteit van de Natura 2000 gebieden kunnen verslechteren. Een van de oorzaken die de kwaliteit van de natuurgebieden negatief kunnen beïnvloeden is overmatige stikstofdepositie. Voor een habitattype is er sprake van overmatige stikstofdepositie wanneer de kritische depositiewaarde[4] horende bij die habitattype wordt overschreden.
In veel gebieden in Nederland wordt de kritische depositiewaarde overschreden. Stikstofdepositie wordt veroorzaakt door meerdere bronnen. Een van die bronnen is scheepvaart en andere processen waarbij verbranding plaatsvindt (zoals verkeer en werktuigen).

In de NWB 1998 zijn geen voorschriften opgenomen ten aanzien van de bepaling van depositie. Ook is de wetgeving (en jurisprudentie) niet scherp in de gebiedsafbakening en toetsjaren. In het voorliggende rapport is gebruik van een methodiek die ook wordt toegepast bij verkeersprojecten en wordt inzichtelijk gemaakt wat de voorgenomen activiteiten voor effecten hebben op de stikstofdepositie.

[4] Kritische depositie is gedefinieerd als de depositie waar beneden de kwaliteit van de natuur niet significant wordt aangetast (Haan, de B. J., J. Kros , R. Bobbink, J.A. van Jaarsveld, W. de Vries, H. Noordijk, Ammoniak in Nederland, publ.nr. 500125003, PBL, juni 2008.).

3 AANPAK

Het effect van de activiteiten tijdens de aanleg van de Zandmotor op de luchtkwaliteit is berekend met het verspreidingsmodel PluimPLUS versie 3.8. Als eerste stap in de berekeningen zijn de activiteiten geïnventariseerd, waarbij uitstoot van luchtverontreinigende stoffen plaatsvindt. Vervolgens is van de geïnventariseerde activiteiten vastgesteld hoeveel de uitstoot per tijdseenheid is. Hierbij is gebruik gemaakt van de inschatting ten aanzien van de inzet van het materieel, het verbruik van brandstoffen, de locatie waar het materieel wordt ingezet etc. Het combineren van de gegevens leverde inzicht in de te verwachten uitstoot per activiteit en per locatie.

Ondanks dat diverse bronnen een diffuus karakter hebben, dat wil zeggen de uitstoot is verspreid over een groter gebied en niet beperkt tot één punt, is er in de modelberekeningen wel voor gekozen om alle bronnen als puntbronnen te modelleren. Modelmatig is het werkzamer om voor puntbronnen te kiezen dan voor oppervlaktebronnen, aangezien dat wat meer modelleringsvrijheden met zich mee brengt. In de berekeningen is of de precieze locatie van de emissiebron gekozen (bij min of meer stationaire bronnen) of er is het midden van het gebied als emissiepunt gekozen (bij bronnen die zich in het gebied verplaatsen).

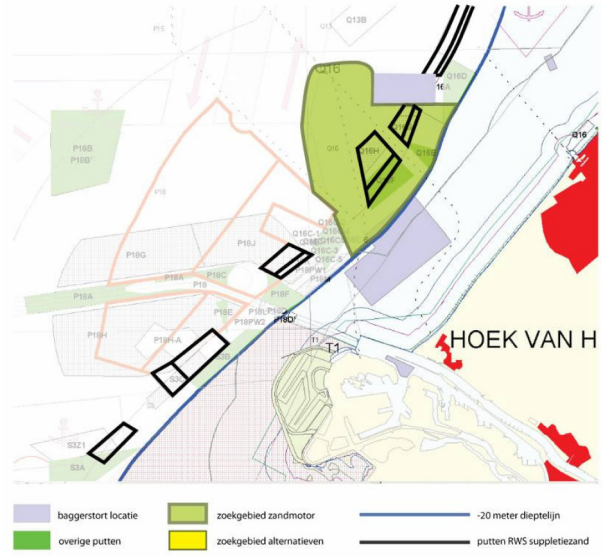
De concentratieberekeningen zijn uitgevoerd voor een groot aantal punten langs de kust tussen Hoek van Holland en Ter Heijde met een onderlinge afstand van ca. 500 meter. De berekende concentratiebijdrage als gevolg van de activiteiten zijn gesommeerd met de heersende achtergrondconcentratie (dit is de concentratie die in het studiegebied aanwezig is zonder de lokale bronnen, de luchtverontreinigende stoffen zijn afkomstig van andere bronnen in binnen- en buitenland, zie ook paragraaf 4.5). De verkregen totale concentraties zijn getoetst aan de grenswaarden uit de Wm.

De stikstofdepositie is, voor dezelfde punten als waarvoor de concentraties zijn berekend, berekend op basis van de jaargemiddelde NO_2-concentratie. Een uitgebreidere beschrijving van de wijze waarop de stikstofdepositie is berekend staat beschreven in paragraaf 4.8.

4 UITGANGSPUNTEN

4.1 Onderzoeksgebied en rekenpunten

De werkzaamheden worden uitgevoerd voor de Delflandse kust over een lengte van ca. 5 km., ter hoogte van Ter Heijde (zie Figuur 4-1). De concentraties NO_2 en PM_{10} zijn langs deze kuststrook berekend met een overlengte van ca. 1 km., voor de periode dat de Zandmotor aangelegd wordt. Conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 zijn locaties waar leden van het publiek geen toegang hebben en waar geen vaste bewoning is, uitgezonderd van toetsing. Verder dient de luchtkwaliteit beoordeeld te worden op punten waar de hoogste concentraties voorkomen waaraan de bevolking rechtstreeks of onrechtstreeks kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de betreffende grenswaarde significant is. De concentraties zijn daarom berekend op punten die gelegen zijn op het land en niet boven zee. De concentraties zijn berekend vanaf de kustlijn tot max. 500 m. uit de kust. Hoe groter de afstand van de bron tot het rekenpunt, hoe lager de bronbijdrage aan de luchtkwaliteit. De berekende concentraties binnen een afstand van 500 m. uit de kust, zijn daarmee de maximale bijdragen aan de luchtkwaliteit.



Figuur 4-1: Locatie zandwinning

Zoals in de inleiding aangegeven zijn 2 uitvoeringsvarianten onderscheiden. In de eerste variant varen de schepen naar Ter Heijde en lossen daar het zand (variant *Rechtstreeks*). Op het strand worden het zand door middel van grondverzet machines verwerkt. In de tweede variant lossen de schepen ter hoogte van Hoek van Holland en wordt het zand via een persleiding naar Ter Heijde getransporteerd (variant *Hoek van Holland*). Ook dan wordt het zand door grondverzet machines verwerkt. In variant 2 *Hoek van Holland* is de inzet van de grondverzetmachines groter dan in de eerste variant. Om het zand via een pijplijn te transporteren worden in totaal drie boosters ingezet om voldoende druk op de persleiding te houden. De uitstoot van deze boosters zijn meegenomen in de luchtkwaliteitberekeningen. De schepen die het zand naar Hoek van Holland transporteren zijn groter en hoeven daardoor minder vaak heen en weer te varen. De totale hoeveelheid zand, die aangevoerd en verwerkt moet worden, is in beide alternatieven gelijk. De locaties waar de emissiebronnen zijn gesitueerd zijn weergegeven in de figuren in bijlage 1.

4.2 Zichtjaar

De aanlegperiode van de Zandmotor beslaat 1 jaar en is voorzien in het 2e half jaar van 2010 en het eerste halfjaar van 2011. De berekening is gebaseerd op de worstcase-situatie dat de gehele uitvoering in 2010 plaatsvindt. Dit is een conservatieve benadering, aangezien de prognoses voor de achtergrondconcentraties in de tijd gezien afnemen.

4.3 Beschouwde bronbijdragen

Bij de aanleg van de Zandmotor wordt gebruik gemaakt van hoppers (baggerschepen) voor het winnen, transporteren en lossen van zand en een stortploeg met dieselwerktuigen (bulldozers, hydraulische kraan, tractor, dieselauto's, aggregaat) voor de verwerking van het zand in de kustzone. De totale productie in het jaar bedraagt maximaal 18,5 Mm^3. Het aantal scheepsbewegingen en de inzet van de werktuigen is hierop afgestemd.

VARIANT 1 (*Rechtstreeks*)

Bronbijdrage hoppers

Er wordt gebruik gemaakt van maximaal 6 hoppers. Het gaat om 2 kleine hoppers (capaciteit 3.000 m^3), 3 medium hoppers (capaciteit 5.000 m^3) en 1 grote hopper (capaciteit 10.000 m^3). In de berekeningen is uitgegaan van de worstcase-situatie dat de emissie van de kleine hoppers gelijk is aan de emissie van de medium hoppers.

Het zand wordt gewonnen op 10 km. uit de kust en vervolgens door de hoppers getransporteerd naar de kust, waar het zand gelost wordt door middel van rainbowen, persen en klappen. De cyclus van laden, transporteren en lossen beslaat de volgende tijd: 0,5 uur laden, 1 uur transporteren (varen), 0,5 uur lossen (rainbowen, persen, klappen) en 1 uur terugvaren. De totale cyclustijd is 3 uur. Tijdens dit proces komen er emissies vrij ten gevolge van de brandstofmotoren van de hoppers[5]. In de berekeningen is voor het laden en lossen van de hoppers het emissiepunt op de laad- en stortlocatie geprojecteerd. De totale emissie van de hoppers dat tijdens het transport vrijkomt, is op het emissiepunt in het midden van de vaarroute geprojecteerd (halverwege de laad- en stortlocatie, 5 km. uit de kust).

In bijlage 1 zijn de gebruikte emissiegegevens van de hoppers opgenomen.

Bronbijdrage stortploeg

Op het land is een stortploeg aanwezig bestaande uit 2 bulldozers, 1 hydraulische kraan (pijpverlegger), 1 tractor, 2 dieselauto's (t.b.v. directievoering) en een 1 aggregaat (t.b.v. stroomopwekking voor bouwlampen).

In de berekeningen is de totale emissie ten gevolge van de stortploeg op een emissiepunt op de kust ter hoogte van de Zandmotor geprojecteerd. Daarbij is er vanuit gegaan dat de stortploeg over een periode van 7 maanden, gedurende 35 procent van de tijd actief is .

In bijlage 1 zijn de gebruikte emissiegegevens van de stortploeg opgenomen.

[5] Het lossen van het zand geschiedt in natte toestand, waardoor er geen emissie van fijnstof optreedt, als gevolg van verwaaiing van zand.

VARIANT 2 (*Hoek van Holland*)

Bronbijdrage hoppers

Er wordt gebruik gemaakt van 2 grote hoppers met een capaciteit van elk 16.000 m^3.
Het zand wordt gewonnen op 10 km. uit de kust en vervolgens door de hoppers circa 30 km getransporteerd naar een ponton bij de Hoek van Holland. Hier wordt het zand geperst door een leiding tot aan de Delflandse kust (cica 9,5 km). Op 3 plekken 1/3, 2/3 en vlak voor de locatie van de leiding is een boosterstation aanwezig.
De cyclus van laden, transporteren en lossen beslaat ca. 6 uur: 1 uur laden, 2 uur varen, 1 uur lossen (persen) en 2 uur varen. Tijdens dit proces komen er emissies vrij ten gevolge van de brandstofmotoren van de hoppers[6]. In de berekeningen is voor het laden en lossen van de hoppers het emissiepunt op de laad- en stortlocatie geprojecteerd. De totale emissie van de hoppers dat tijdens het transport vrijkomt, is op twee punten op de vaarroute geprojecteerd (op ca. 10 en ca. 20km van het winpunt.

In bijlage 1 zijn de gebruikte emissiegegevens van de hoppers opgenomen.

Bronbijdrage boosters

De drie boosterstations met een vermogen per station van 1000KW werken gelijktijdig 1 uur wanneer zand door de leiding wordt geperst.

Bronbijdrage stortploeg

Op het land is een stortploeg aanwezig van 3 bulldozers, 1 hydraulische kraan (pijpverlegger), 1 tractor, 2 dieselauto's (t.b.v. directievoering) en een 1 aggregaat (t.b.v. stroomopwekking voor bouwlampen).

Tijdens het persen van zand door de hoppers zijn 3 grote bulldozers actief. Tussen het persen door wordt de leiding verlegd: op dat moment zijn voornamelijk de pijpverlegger en tractor actief.

4.4 Rekenmethodiek en modeltoepassing

Het effect van de aanleg van de Zandmotor op de luchtkwaliteit is berekend met het door de Minister van VROM geaccrediteerde verspreidingsmodel PluimPLUS versie 3.8. PluimPLUS is een implementatie van standaardrekenmethode 3 uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. Dit programma berekent aan de hand van punt- of oppervlaktebronnen de verspreiding van stoffen in de atmosfeer. Het model berekent op uurlijkse basis de concentratiebijdrage ten gevolge van de gemodelleerde bronnen en de totale concentratie. Deze uurlijkse informatie wordt door het model vertaald naar onder andere jaargemiddelde concentraties. In het model kunnen diverse bronnen en een groot aan punten worden gedefinieerd waarvoor de concentratieberekeningen plaats moeten vinden.

4.5 Meteorologische gegevens

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de door de Minister van VROM ter beschikking gestelde meteodata. De berekende NO_2- en PM_{10}-concentraties zijn gebaseerd op meerjarige klimatologie (1995-2004), waarbij is gerekend met geïnterpoleerde meteodata van de meteostations Schiphol en Eindhoven.

[6] Het lossen van het zand geschiedt in natte toestand, waardoor er geen emissie van fijnstof optreedt, als gevolg van verwaaiing van zand.

4.6 Achtergrondconcentratie

De achtergrondconcentratie is de concentratie die in een gebied aanwezig is, exclusief de nader te beschouwen bronnen[7]. Achtergrondconcentraties zijn het gevolg van de emissies van internationale, nationale en lokale bronnen, zoals industrie, huishoudens; alle verkeer (auto's, schepen, vliegtuigen); natuurlijke emissies, etc. In dit onderzoek zijn de meest actuele door de Minister van VROM ter beschikking gestelde achtergrondconcentraties van maart 2009 toegepast. De prognoses voor de achtergrondconcentraties zijn gebaseerd op het BGE-scenario 2009.

4.7 Zeezoutcorrectie

Voor PM_{10} dat zich van nature in de lucht bevindt en niet schadelijk is voor de volksgezondheid, zijn de berekende concentraties conform de Rbl 2007 gecorrigeerd voor de zeezoutbijdrage. Het aandeel zeezout (aërosol) in PM_{10} is plaatsafhankelijk. De plaatsafhankelijke correctie is aan gemeenten gekoppeld. Voor de gemeenten Westland en 's Gravenhage bedraagt de correctie voor zeezoutaërosol 6 $\mu g/m^3$. Van de berekende totale jaargemiddelde PM_{10}-concentratie is daarom 6 $\mu g/m^3$ afgetrokken. De invloed van de in de buitenlucht aanwezige concentraties zeezout op het aantal dagen waarop de concentratie van PM_{10} de waarde van 50 $\mu g/m3$ overschrijdt, is in geheel Nederland nagenoeg gelijk. Uitgaande van een niet voor zeezout gecorrigeerde jaargemiddelde concentratie van PM_{10}, wordt een voor zeezout gecorrigeerde 24-uurgemiddelde concentratie verkregen door het op de gebruikelijke wijze bepaalde aantal overschrijdingsdagen met 6 te verminderen.

4.8 Depositie

4.8.1 Achtergronddepositie

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) berekent de totale stikstofdepositie voor Nederland op een 1x1 km schaal. In deze berekening zijn alle bekende nationale en internationale bronnen meegenomen. In bijlage 2 staat de stikstofdepositie voor het jaar 2010 voor het studiegebied weergegeven.

4.8.2 Depositiebijdrageberekening

Depositie is het proces waarbij luchtverontreiniging, in het geval van stikstofdepositie alle stoffen met een stikstofatoom, neerslaat op het oppervlak. De stikstofdepositie in Nederland wordt voor een groot deel bepaald door emissies van de landbouw, maar ook industrie en verkeer dragen bij aan de totale depositie. Bij de activiteiten in het kader van de Zandmotor komen emissies vrij die leiden tot een toename van de stikstofdepositie. Het betreft hier de uitstoot van NO_x door de schepen, werkvoertuigen op het land en de boosters.

[7] In het hier beschreven onderzoek zijn de nader te beschouwen bronnen het materieel dat wordt ingezet tijdens de uitvoering van de zandsuppletie.

Depositie kan berekend worden op basis van de concentratie en depositiesnelheid volgens de onderstaande formule:

$$F_{dep} = C \cdot V_{d-eff} \cdot fac \quad (1)$$

F_{dep}: depositie [mol N/ha/jaar]
C: concentratie in de atmosfeer [µg/m^3]
$V_{d\text{-}eff}$: effectieve depositiesnelheid[8] [m/s]
fac: omrekeningsfactor naar mol N/ha/jaar (*fac* NO_2: 6860)

De uitstoot van NO_x heeft een effect op de NO en NO_2 concentraties in de buitenlucht. De bijdrage van NO aan de stikstofdepositie is verwaarloosbaar ten opzichte van de bijdrage door NO_2. In het voorliggende onderzoek is de bijdrage aan de stikstofdepositie daarom alleen bepaald aan de hand van de NO_2-concentratie. Dep

De depositiesnelheid is afhankelijk van het landgebruik en wordt uitgedrukt in m/s. De effectieve depositiesnelheid van NO_2 voor duingebied bedraagt 0.0025 m/s. De stikstofdepositiebijdrage als gevolg van NO_2-concentratie kan daarop berekend worden door de jaargemiddelde NO_2-concentratiebijdrage te vermenigvuldigen met de factor 17.15.

[8] Met 'effectieve depositiesnelheid' wordt de totale depositieflux als gevolg van natte en droge depositie van de geïmiteerde stoffen als ook de in de atmosfeer gevormde stoffen (secundaire producten) bedoeld.

5 RESULTATEN CONCENTRATIEBEREKENINGEN

In bijlage 3 zijn de resultaten van de concentratieberekeningen in kaarten opgenomen. Onderstaand worden de resultaten besproken.

5.1 Resultaten variant 1 “Rechtstreeks”

5.1.1 Concentraties NO2

In Tabel 5-1 is de berekende maximale jaargemiddelde NO_2 concentratie in 2010 opgenomen.

Tabel 5-1. Maximale jaargemiddelde NO_2 concentraties in 2010 en maximale bijdrage.

	Jaargemiddelde NO_2 concentratie [$\mu g/m^3$]
Grenswaarde	*40*
Achtergrondconcentratie	25,9
Bijdrage schepen en dieselwerktuigen	0,3
Totale concentratie	26,2
maximale bijdrage	1,8*

* De achtergrondconcentratie op dit punt is 20,8 $\mu g/m^3$.

Tabel 5-1 toont aan dat de maximale NO_2 concentratie in 2010 26,2 $\mu g/m^3$ bedraagt. Daarmee vindt er in 2010 geen overschrijding plaats van de grenswaarde (40 $\mu g/m^3$) voor de jaargemiddelde NO_2 concentratie uit de Wm.

Merk op dat voor de jaargemiddelde NO_2 concentratie in 2010 een tijdelijke grenswaarde van kracht is van 60 $\mu g/m^3$. Omdat deze tijdelijke grenswaarde ruimer is dan de (definitieve) grenswaarde, wordt de tijdelijke grenswaarde in 2010 vanzelfsprekend ook niet overschreden.

In Tabel 5-2 is het aantal berekende maximale aantal overschrijdingen van de uurgemiddelde NO_2 grenswaarde in 2010 opgenomen.

Tabel 5-2. Maximale aantal overschrijdingen uurgemiddelde NO_2 grenswaarde in 2010.

	Aantal overschrijdingen uurgemiddelde NO_2 grenswaarde [#]
Grenswaarde	*18 (200 $\mu g/m^3$)*
Maximale aantal overschrijdingen	0

Tabel 5-2 toont aan dat er in 2010 geen overschrijding plaatsvindt van het aantal toegestane overschrijdingen van de uurgemiddelde NO_2 grenswaarde.

5.1.2 Concentraties PM_{10}

In Tabel 5-3 is de berekende maximale totale jaargemiddelde PM_{10} concentratie in 2010 opgenomen.

Tabel 5-3. Maximale jaargemiddelde PM_{10} concentraties in 2010 (na zeezoutcorrectie).

	Jaargemiddelde PM_{10} concentratie [$\mu g/m^3$]
Grenswaarde	*40*
Achtergrondconcentratie	21,8
Bijdrage schepen en dieselwerktuigen	0,7
Totale concentratie	22,5
maximale bijdrage	0,7*

* De achtergrondconcentratie op dit punt is 22,6 $\mu g/m^3$.

Tabel 5-3 toont aan dat de maximale jaargemiddelde PM_{10} concentratie in 2010 (na zeezoutcorrectie) 22,5 $\mu g/m^3$ bedraagt. Daarmee vindt er in 2010 geen overschrijding plaats van de grenswaarde (40 $\mu g/m^3$) voor de jaargemiddelde PM_{10} concentratie uit de Wm. Merk op dat voor de jaargemiddelde PM_{10} concentratie in 2010 een tijdelijke grenswaarde van kracht is van 48 $\mu g/m^3$. Omdat deze tijdelijke grenswaarde ruimer is dan de (definitieve) grenswaarde, wordt de tijdelijke grenswaarde in 2010 vanzelfsprekend ook niet overschreden.

In Tabel 5-4 is het aantal berekende maximale aantal overschrijdingen van de etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde in 2010 opgenomen.

Tabel 5-4. Maximaal aantal overschrijdingen etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde in 2010 (na zeezoutcorrectie).

	Aantal overschrijdingen etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde [#]
Grenswaarde	*35 (50 $\mu g/m^3$)*
Maximale aantal overschrijdingen	0

Tabel 5-4 toont aan dat er in 2010 geen overschrijdingen van de etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde optreden. Daarmee wordt het aantal toegestane overschrijdingen van de etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde niet overschreden.

5.2 Resultaten variant 2 “Hoek van Holland”

5.2.1 Concentraties NO2

In Tabel 5-1 is de berekende maximale jaargemiddelde NO_2 concentratie in 2010 opgenomen.

Tabel 5-5. Maximale jaargemiddelde NO_2 concentraties in 2010 en maximale bijdrage.

Tabel 5-1 toont aan dat de maximale NO_2 concentratie in 2010 26,7 µg/m^3 bedraagt. Daarmee vindt er in 2010 geen overschrijding plaats van de grenswaarde (40 µg/m^3) voor de jaargemiddelde NO_2 concentratie uit de Wm.

Merk op dat voor de jaargemiddelde NO_2 concentratie in 2010 een tijdelijke grenswaarde van kracht is van 60 µg/m^3. Omdat deze tijdelijke grenswaarde ruimer is dan de (definitieve) grenswaarde, wordt de tijdelijke grenswaarde in 2010 vanzelfsprekend ook niet overschreden.

In Tabel 5-2 is het aantal berekende maximale aantal overschrijdingen van de uurgemiddelde NO_2 grenswaarde in 2010 opgenomen.

	Aantal overschrijdingen uurgemiddelde NO_2 grenswaarde [#]
Maximale aantal overschrijdingen	0

Tabel 5-2 toont aan dat er in 2010 geen overschrijding plaatsvindt van het aantal toegestane overschrijdingen van de uurgemiddelde NO_2 grenswaarde.

5.2.2 Concentraties PM_{10}

In Tabel 5-3 is de berekende maximale totale jaargemiddelde PM_{10} concentratie in 2010 opgenomen.

Tabel 5-7. Maximale jaargemiddelde PM_{10} concentraties in 2010 (na zeezoutcorrectie).

	Jaargemiddelde PM_{10} concentratie [µg/m^3]
Grenswaarde	*40*
Achtergrondconcentratie	21,8
Bijdrage schepen en dieselwerktuigen*	0,8
Totale concentratie	22,6

* Dit is tevens het punt met de maximale bijdrage.

Tabel 5-3 toont aan dat de maximale jaargemiddelde PM_{10} concentratie in 2010 (na zeezoutcorrectie)

22,6 µg/m^3 bedraagt. Daarmee vindt er in 2010 geen overschrijding plaats van de grenswaarde (40 µg/m^3) voor de jaargemiddelde PM_{10} concentratie uit de Wm. Merk op dat voor de jaargemiddelde PM_{10} concentratie in 2010 een tijdelijke grenswaarde van kracht is van 48 µg/m^3. Omdat deze tijdelijke grenswaarde ruimer is dan de (definitieve) grenswaarde, wordt de tijdelijke grenswaarde in 2010 vanzelfsprekend ook niet overschreden.

In Tabel 5-4 is het aantal berekende maximale aantal overschrijdingen van de etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde in 2010 opgenomen.

Tabel 5-8. Maximaal aantal overschrijdingen etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde in 2010 (na zeezoutcorrectie).

	Aantal overschrijdingen etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde [#]
Grenswaarde	*35 (50 µg/m^3)*
Maximale aantal overschrijdingen	0

Tabel 5-4 toont aan dat er in 2010 geen overschrijdingen van de etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde optreden. Daarmee wordt het aantal toegestane overschrijdingen van de etmaalgemiddelde PM_{10} grenswaarde niet overschreden.

6 RESULTATEN DEPOSITIEBEREKENINGEN

In bijlage 4 zijn de resultaten van de depositieberekeningen in kaarten opgenomen. Onderstaand worden de resultaten besproken.

6.1 Resultaten stikstofdepositie variant 1 Rechtstreeks

De figuren bijlage 4 laten zien dat de stikstofdepositiebijdrage maximaal 30 mol N/ha/jaar bedraagt. Dit punt ligt nabij de locatie waar het zand door grondploeg wordt verwerkt. Op een afstand van ca 500 meter bedraagt de bijdrage in de orde van 15 mol N/ha/jaar. Naar mate de afstand groter wordt neemt de depositiebijdrage af.

6.2 Resultaten stikstofdepositie variant 2 Hoek van Holland

Omdat de emissies over een groter gebied verspreid zijn (ter hoogte van Hoek van Holland emissies door de hoppers, op het strand de bijdrage van de boosters en ter hoogte van Ter Heijde de emissies door de grondploeg) zijn de stikstofdepositiebijdragen ook verspreid. De hoogtes bijdragen doen zich voor op het strand. De maximum bijdrage is 19 mol N/ha/jaar. Deze bijdrage is lager dan in variant 1 omdat de emissies minder gebundeld plaatsvinden. De bijdrage aan de stikstofdepositie bedraagt gemiddeld in de orde van zo'n 10 mo N/ha/jaar.

7 CONCLUSIES

7.1 Conclusies luchtkwaliteitberekeningen

In het kader van de m.e.r. Zandmotor Delflandse Kust is een onderzoek naar de luchtkwaliteit uitgevoerd. De aanleg van de Zandmotor is voorzien in 2010. In het onderzoek zijn de emissies NO_x en PM_{10} van de in te zetten hoppers, bulldozers, hydraulische kraan en tractor gedurende de aanlegperiode berekend. In het onderzoek zijn twee uitvoeringsvarianten onderzocht. Variant 1 *Rechtstreeks* heeft betrekking op de lossen van het zand voor de kust ter hoogte van Ter Heijde. In de andere variant *Hoek van Holland* wordt het zand gelost nabij Hoek van Holland en wordt het zand daarna met een persleiding naar Ter Heijde getransporteerd.
Op basis van de berekende emissies zijn met het verspreidingsmodel PluimPLUS versie 3.8 de concentraties NO_2 en PM_{10} berekend op een groot aantal punten langs de kust tussen Hoek van Holland en Ter Heijde. De berekende concentraties NO_2 en PM_{10} zijn getoetst aan de grenswaarden uit de Wet milieubeheer (Wm). De overige stoffen uit de Wm[9] zijn in Nederland niet kritisch ten aanzien van de normen. Het onderzoek leidt, voor beide varianten, tot de volgende conclusies.

- Tijdens de aanleg van de Zandmotor worden de (definitieve) grenswaarden voor de uur- en jaargemiddelde NO_2 concentraties uit de Wm in 2010 niet overschreden.
- Tijdens de aanleg van de Zandmotor worden de (definitieve) grenswaarden voor de etmaal- en jaargemiddelde PM_{10} concentraties uit de Wm in 2010 niet overschreden.

Op grond van Wm art. 5.16 lid 1 sub a, is de aanleg van de Zandmotor conform de onderzochte uitvoeringsvarianten voor de Delflandse Kust tussen Hoek van Holland en Ter Heijde in overeenstemming met de luchtkwaliteitseisen uit de Wet milieubeheer.

Het alternatief *Haak-Noord* (waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd) ligt tegen de bestaande duinen aan en kan worden gezien als een megasuppletie die wat betreft fijn stof en NOx op een kritische locatie ligt. De positie van het alternatief *Haak-Zuid* is vergelijkbaar. De alternatieven *Eiland* en *Onderwatersuppletie* liggen verder van de kust. Echter aangezien de grenswaarden bij *Haak-Noord* niet worden overschreden, worden in geen van de alternatieven relevante effecten vanwege fijnstof of NOx verwacht.

7.2 Conclusies stikstofdepositieberekeningen

Omdat de NWB 1998 niet expliciet heeft aangegeven wanneer een plan significant negatieve effecten heeft op een natuurgebied wordt in de conclusies volstaan met een beschrijving van de toename van de stikstofdepositie. Of er sprake is van significant negatieve effecten wordt in de Passende Beoordeling Zandmotor Delflandse kust – Effecten aanleg Zandmotor (DHV, 2010).

De toename van de stikstofdepositie als gevolg van de activiteiten horende bij variant 1 (lossen van zand ter hoogte van Ter Heijde) bedraagt maximaal 30 mol N/ha/jaar. Dit punt ligt nabij de locatie waar het zand door grondploeg wordt verwerkt. Naar mate de afstand tot deze locatie toeneemt, wordt de bijdrage kleiner. Op ca. 500 meter afstand bedraagt de bijdrage ongeveer 15 mol N/ha/jaar.

[9] Zwaveldioxide, koolmonoxide, benzeen, lood, ozon, arseen, cadmium, nikkel, benzo(a)pyreen.

De maximale stikstofdepositiebijdrage in variant 2 *Hoek van Holland* (transport via een persleiding vanaf Hoek van Holland) is geringer dan in variant 1 *Rechtstreeks*(maximaal 19 mol N/ha/jaar. Wel is over een groter gebied sprake van een verhoogde toename van de stikstofdepositie.

8 COLOFON

Opdrachtgever	: Provincie Zuid-Holland
Project :	Achtergronddocument Luchtkwaliteitonderzoek MER Zandmotor
Dossier :	C6158.01.001
Omvang rapport	: 18 pagina's
Auteur :	Tijmen van de Poll, Sander Teeuwisse
Projectleider	: Jasper Fiselier
Projectmanager	: Teunis Louters
Datum :	25 januari 2010
Naam/Paraaf	:

DHV B.V.
Water
Laan 1914 nr. 35
3818 EX Amersfoort
Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
T (033) 468 20 00
F (033) 468 28 01
E info@dhv.com
www.dhv.nl

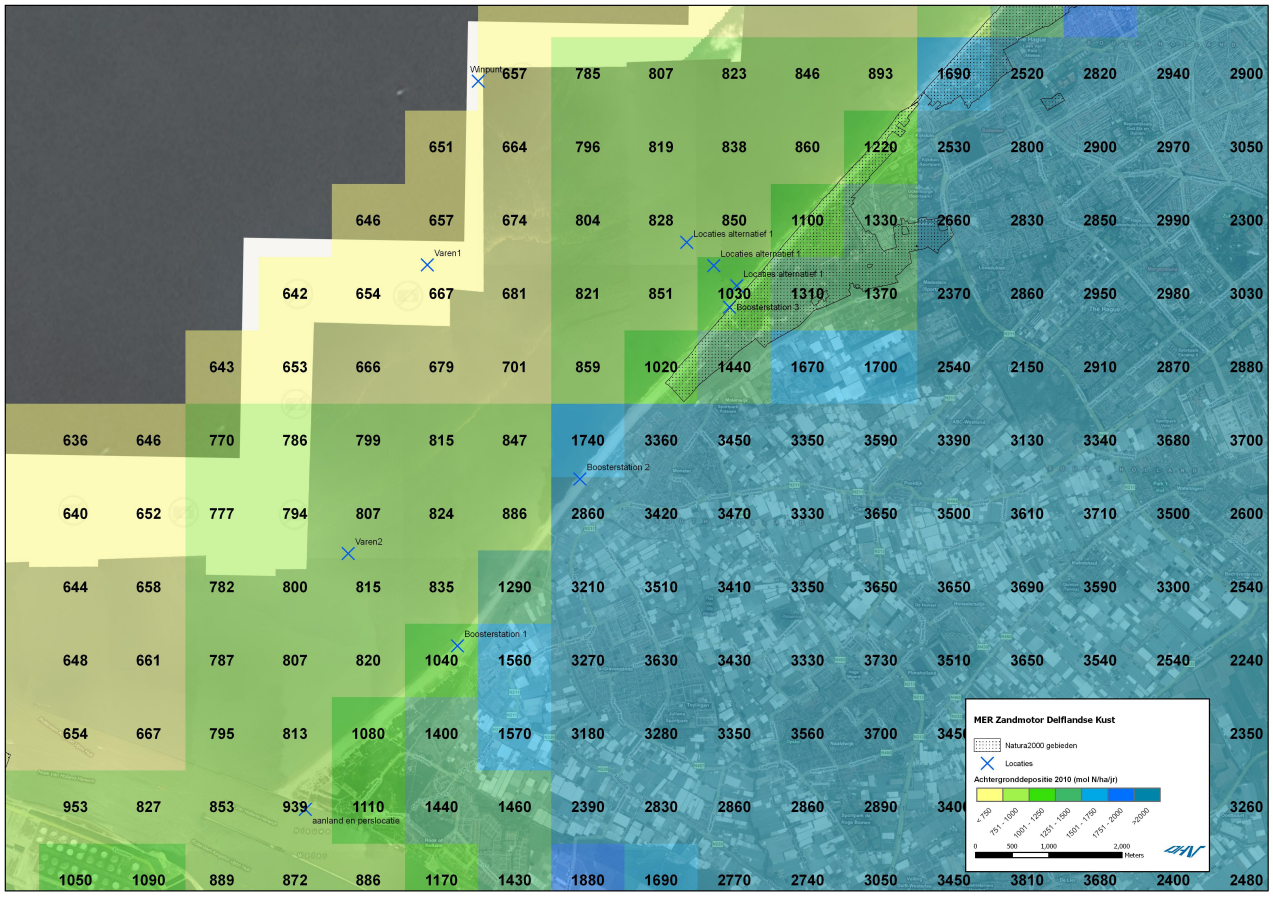
BIJLAGE 1 EMISSIEGEGEVENS HOPPERS EN LANDWERKTUIGEN

Tabel 1. Emissiegegevens hoppers en stortploeg.

Materieel	Uitgas temperatuur [K]	Hoogte schoorsteen [m]	Diameter schoorsteen [m]	Emissie NO_x [kg/uur]	Emissie PM_{10} [kg/uur]
Hopper groot (16.000m^3)*	430	27	0,93	204,00	6,80
Hopper groot (10.000 m^3)*	430	22	0,91	123,98	4,13
Hopper medium (5.000 m^3)*	343	18	0,85	62,5	2,08
Stortploeg**	400	2	0,10	4,0	0,27
Boosters	650	8	0,40	5,76	0,29

* De emissie van de hoppers gedurende het laden, transporteren en lossen is gelijk aan elkaar.
* De stortploeg bestaat uit 2 bulldozers, 1 hydraulische kraan, 1 tractor, 2 dieselauto's en 1 aggregaat.

BIJLAGE 2 Achtergronddepositie 2010



BIJLAGE 3 RESULTATEN CONCENTRATIEBEREKENINGEN

Figuur 1. Jaargemiddelde NO_2 concentraties 2010, noordelijk deel studiegebied.

Figuur 2. Jaargemiddelde NO_2 concentraties 2010, zuidelijk deel studiegebied.

Figuur 3. Jaargemiddelde PM_{10} concentraties 2010, noordelijk deel studiegebied.

Figuur 4. Jaargemiddelde PM_{10} concentraties 2010, zuidelijk deel studiegebied.


23.2423.35
23.2223.36
23.2723.37
23.2423.37
21.0921.1
23.323.38
22.3222.22
25.2725.28
22.3622.33
22.2922.36
22.3922.48
22.2822.43
21.09
21
22.322.27
21.1720.99
22.3122.19
21.4921
21.1320.89
Locaties alternatief 1
22.1321.65
21.6721.46
Locaties alternatief 1
22.621.83
21.8821.6
21.9121.48
Boosterstation 3
21.8821.69
21.4921.43
22.6122.51
21.9922.19
22.5122.45
21.9322.21
22.3622.43
21.8622.19
26.1726.71
23.6524.27
26.1126.67
23.624.41
26.126.69
Scheveningen
The Hague
Kijkduin
Kijkduin (Sportpark)
Golfclub Ockenburgh
Ockenburgh (Sportpark)
Begraafplaats Westduin
Loosduinen
Madestein (Sportpark)
Molenwijk
Sportpark Polanen
Monster
Jaargemiddelde NO2 concentraties 2010
MER Zandmotor Delflandse Kust
Legenda
NO2 alternatief 1
NO2 alternatief 2
Locaties
0
215
430
860
Meters

23.624.41
26.126.69
Boosterstation 2
24.2525.05
24.2925.12
24.225.22
24.2624.99
24.2224.75
20.4921.2
Varen2
21.321.95
24.7725.26
21.2721.97
21.3122.16
21.2822.04
21.322.11
21.2921.96
20.3721.4
Boosterstation 1
21.8722.74
20.3421.19
20.3321.19
20.3621.07
20.3220.96
20.3221.09
19.9120.4
20.921.61
19.8920.53
20.921.56
19.8920.56
19.920.28
19.2919.73
19.8820.42
19.920.52
20.7821.42
20.4720.74
20.4820.81
20.7821.61
22.5723.28
20.4820.62
aanland en perslocatie
20.7721.53
20.7821.25
20.4820.9
20.7721.47
22.5723.06
20.7621.56
20.7821.29
20.8621.67
Rotterdam
Rotterdam
Nieuwe Water
Hook of Holland

Jaargemiddelde NO2 concentraties 2010

MER Zandmotor Delflandse Kust

Legenda

- NO2 alternatief 1
- NO2 alternatief 2
- Locaties

0 215 430 860 Meters


25.68
25.67
25.68
25.67
25.68
25.67
25.68
25.67
23.52
23.52
25.68
25.67
23.83
23.84
25.38
25.37
23.84
23.84
23.84
23.83
23.85
23.84
23.84
23.83
23.44
23.43
23.74
23.73
23.43
23.44
23.73
23.73
Locaties alternatief 1
23.43
23.45
23.43
23.43
Locaties alternatief 1
23.44
23.46
23.43
23.43
Locaties alternatief 1
23.29
23.33
23.44
23.45
Boosterstation 3
23.25
23.27
23.44
23.45
23.24
23.24
23.44
23.44
23.34
23.33
23.43
23.43
23.34
23.33
23.43
23.43
23.34
23.32
24.21
24.19
24.11
24.08
24.21
24.18
24.13
24.08
24.21
24.18
Jaargemiddelde PM10 concentraties 2010
MER Zandmotor Delflandse Kust
Legenda
PM10 alternatief 1
PM10 alternatief 2
Locaties
0
215
430
860
Meters

Varen2

Boosterstation 2

24.13
24.08

24.21
24.18

24.02
23.97

24.02
23.97

24.03
23.97

24.02
23.97

24
23.97

23.28
23.24

24.1
24.07

23.48
23.44

23.48
23.44

23.49
23.44

23.49
23.44

23.49
23.44

23.48
23.44

23.72
23.65

Boosterstation 1

23.39
23.34

23.7
23.65

23.7
23.65

23.69
23.65

23.69
23.65

23.69
23.65

24.19
24.16

23.8
23.75

24.21
24.16

23.79
23.75

24.24
24.16

24.19
24.16

23.81
23.75

24.21
24.16

24.21
24.16

25.65
25.6

25.02
24.98

25.03
24.98

25.69
25.6

25.04
24.98

24.99
24.98

aanland en perslocatie

25.69
25.6

25.64
25.6

25.06
24.98

Rotterdam

25.66
25.6

25.02
24.98

25.69
25.6

25.64
25.6

28.65
28.58

Nieuwe Water

Hook of Holland

Rotterdam

Jaargemiddelde PM10 concentraties 2010

MER Zandmotor Delflandse Kust

Legenda

- PM10 alternatief 1
- PM10 alternatief 2
- Locaties

0 215 430 860 Meters

BIJLAGE 4 RESULTATEN DEPOSITIEBEREKENINGEN



Stikstofdepositiebijdrage 2010 noordelijk deel



Stikstofdepositiebijdrage 2010 zuidelijk deel

Literatuur 2

Memo on the impact of a change in terminal layout

Marin, 12 juni 2024

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

MARIN

MEMO

To	:	[redacted]
From	:	[redacted]
CC	:	[redacted]
Date	:	**12 Juni 2024**
Project No.	:	**33932.601/v1**
Subject	:	**FINAL MEMO on the impact of a change in terminal layout for the CO_2NEXT terminal**

Contents

1 INTRODUCTION 2

2 STARTING POINTS - ASSESSMENT 3
- 2.1 Layout and expected ship sizes 3
- 2.2 Summary result four-jetty-layout 4
- 2.3 Comparison four and three-jetty layout 5
- 2.4 Assessment three-jetty-layout 7

3 SUMMARY AND CONCLUSION 8

1 INTRODUCTION

CO_2NEXT will develop a new mooring location for Liquid CO_2 (LCO_2) tankers at the Maasvlakte. The new mooring location will be located in front of GATE LNG terminal at the North bank of Yangtze Canal (Yangtzekanaal) (Figure 1-1).



Figure 1-1 The proposed CO_2 transhipment location (orange rectangle)

In the 2023 and 2024 a detailed collision risk study was conducted by MARIN [Ref 1.]. The objective of this study was to determine the probability of collisions of moored LCO2 barges, coaster and LNG bunker vessels with passing vessel traffic at the planned location of the terminal. Next to the collision frequencies also the impact of a collision resulting in an rupture of the cargo was determined for moored LCO2 barges and coasters. The calculations are performed for the year 2022 as baseline and future traffic projection in 2050.

This study was performed for a terminal layout with four jetties (see Figure 1-2). During the start of 2024 the proposed layout of the terminal has been changed from four jetties to a layout with three jetties (Figure 1-3).

This memo provides a qualitative assessment on the impact of the new layout on the collision risks based on the results of the extended study conducted for the layout with four jetties.

For the memo no new calculation were performed with SAMSON of MARCOL. The presented frequencies for the new terminal layout are based on and extrapolation of the detailed results for the four-jetty-layout ([Ref 1.]) and are therefore just indicative.

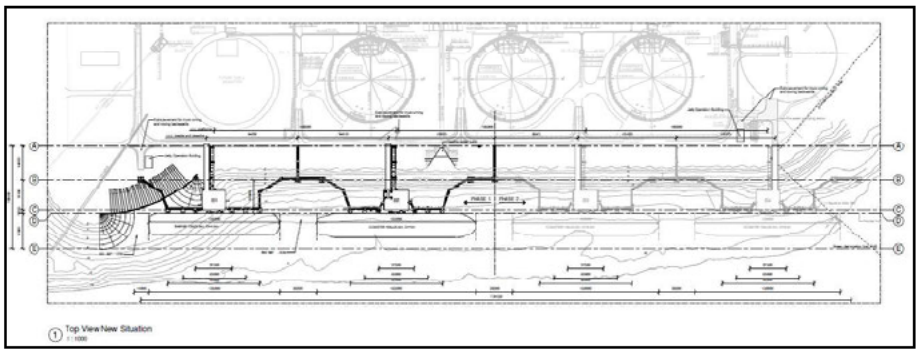


Figure 1-2 Overview of the original CO2Next terminal with four jetties (email client date 21 November 2023) – "old layout"

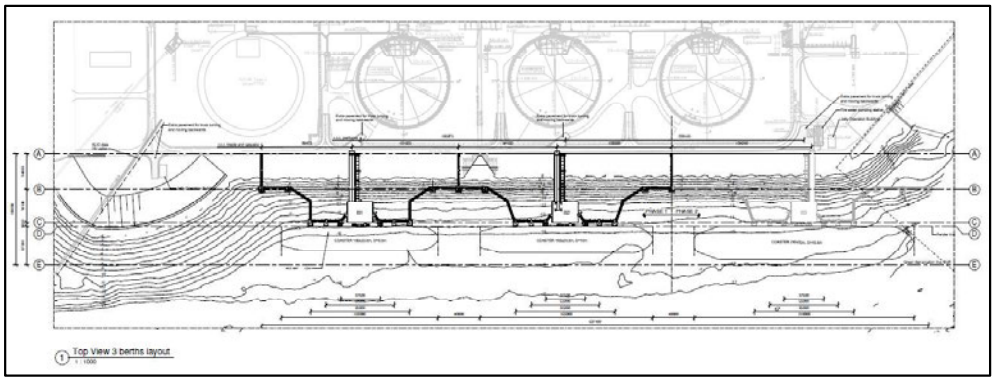


Figure 1-3 Overview of the updated CO2Next terminal with 3 jetties (email client date 22 Mai 2024) – "updated layout"

2 STARTING POINTS - ASSESSMENT

2.1 Layout and expected ship sizes

The collision risk in the extensive collision risk study for the four-jetty-layout ([Ref 1.]) was calculated for inland barges, coasters and LNG bunker barges at the location of all jetties as follows:

- Jetty 1 (most west side): inland barge (length = 135 m; width = 22.8 m; draft = 4.5 m)
- Jetty 2: coaster (length = 165 m; width = 25.5 m; draft = 10 m)
- Jetty 3 and Jetty 4: coaster (length = 150 m; width = 23.5 m; draft = 8.5 m)
- Jetty 1 to 4: LNG bunker barge (length = 85 m; width = 11.6 m)

For the new three-jetty-layout there are no "fixed" jetties for coasters or barges. The maximal dimensions for the three jetties are:

- Jetty B1: coaster and barge (max dimensions: length 150 m; width = 23.5 m; draft = 8.5 m)
- Jetty B2: coaster and barge (max dimensions: length 165 m; width = 25.5 m; draft = 10 m)
- Jetty B3: coaster and barge (max dimensions: length 210 m; width = 32 m; draft = 10.5 m)

2.2 Summary result four-jetty-layout

As a recap the main results for the four-jetty-layout are presented in Table 2-1 and Table 2-2 (teen from [Ref 1.]).

Table 2-1 Collision frequencies for the moored LCO2 carrier for present traffic conditions with 75% berth utilization for the four-jetty layout [Ref 1.]

Jetty number	Vessel	Collision probabilities with 75% of berth utilization (6570 hours per year). Mitigating measure: pilot , VTS and tugs			
		Present traffic		**Future traffic**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	Inland barge	6.69E-03	149	8.42E-03	119
Jetty 2	Coaster, length 165 m	7.14E-03	140	9.00E-03	111
Jetty 3	Coaster, length 150 m	6.65E-03	150	8.38E-03	119
Jetty 4	Coaster, length 150 m	6.56E-03	152	8.27E-03	121
Total four jetties (600m)		**2.70E-02**	**37**	**3.41E-02**	**29**

Table 2-2 Total frequency of a damage to the cargo tank as a result of a collision between a LCO2 carrier and other passing vessels for present traffic conditions for the four-jetty layout [Ref 1.]

Jetty number	Vessel	Total frequency of damage to the cargo tank per year 75% occupation rate Mitigating measure: pilot , VTS and tugs			
		Present traffic		**Future traffic**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	Inland barge	1.29E-05	77686	1.74E-05	57482
Jetty 2	Coaster, length 165 m	2.91E-05	34401	3.61E-05	27671
Jetty 3	Coaster, length 150 m	2.76E-05	36212	3.45E-05	28994
Jetty 4	Coaster, length 150 m	2.68E-05	37269	3.35E-05	29846
Total four jetties (600m)		**9.64E-05**	**10373**	**1.22E-04**	**8230**

2.3 Comparison four and three-jetty layout

Various parameters are affecting the initial expected collision frequencies. Nevertheless there are two main influencing parameters; the first is the location of the jetty compared to the main traffic route and the second one is the length of the vessel that is collided.

Location
The terminal with the three-jetty-layout is located at the same location in the port as analyzed four-jetty-layout, the only main difference is a relatively small re-location of the actual jetties. This means that the intensity of the passing traffic and the average distance to the passing traffic in the new three-jetty-layout is comparable to the four-jetty layout.
Looking at the results for the four-jetty layout it can be concluded that the actual collision frequency for the three coaster locations does not vary much. In Figure 2-1 the total collision frequency per year (based on 75% occupation rate and the present situation) is presented per jetty ([Ref 1.]).
Since the length of the assumed moored vessel influences the outcome of the calculation the average collision frequency per year per meter (ship length) is calculated and also presented in the picture and in the bar chart in Figure 2-2. Again, these numbers show that there is not much variation in collision frequency between the three (original) coaster locations.

However the average collision frequency per ship length (/yr/m) for the inland barge location is somewhat higher that the frequency for the coaster locations. This is probably the result of the angle the vessel coming from the Europa haven make compared to the location of the jetty 1.

In Figure 2-1 the new three-jetty-layout is presented below the four-jetty-layout. Comparing the two layouts is can be seen that in the new three-jetty-layout the jetties are more located at the east-side of the terminal, so the location, and thus the average collision frequency, is comparable to the three coaster locations in the four-jetty-layout.

Ship length
Next to a small re-location of the jetties the maximal expected length of the vessels will be different in the three-jetty-layout. Larger vessels have a larger expected collision frequency that smaller vessels. That means that the expected collision frequency for the individual jetties will be somewhat larger for the larger vessels in the three-jetty-layout. However the “total” ship length for the total terminal will be smaller; 600 m in the four-jetty-layout compared to maximal 525 in the three-jetty-layout (12.5% decrease).

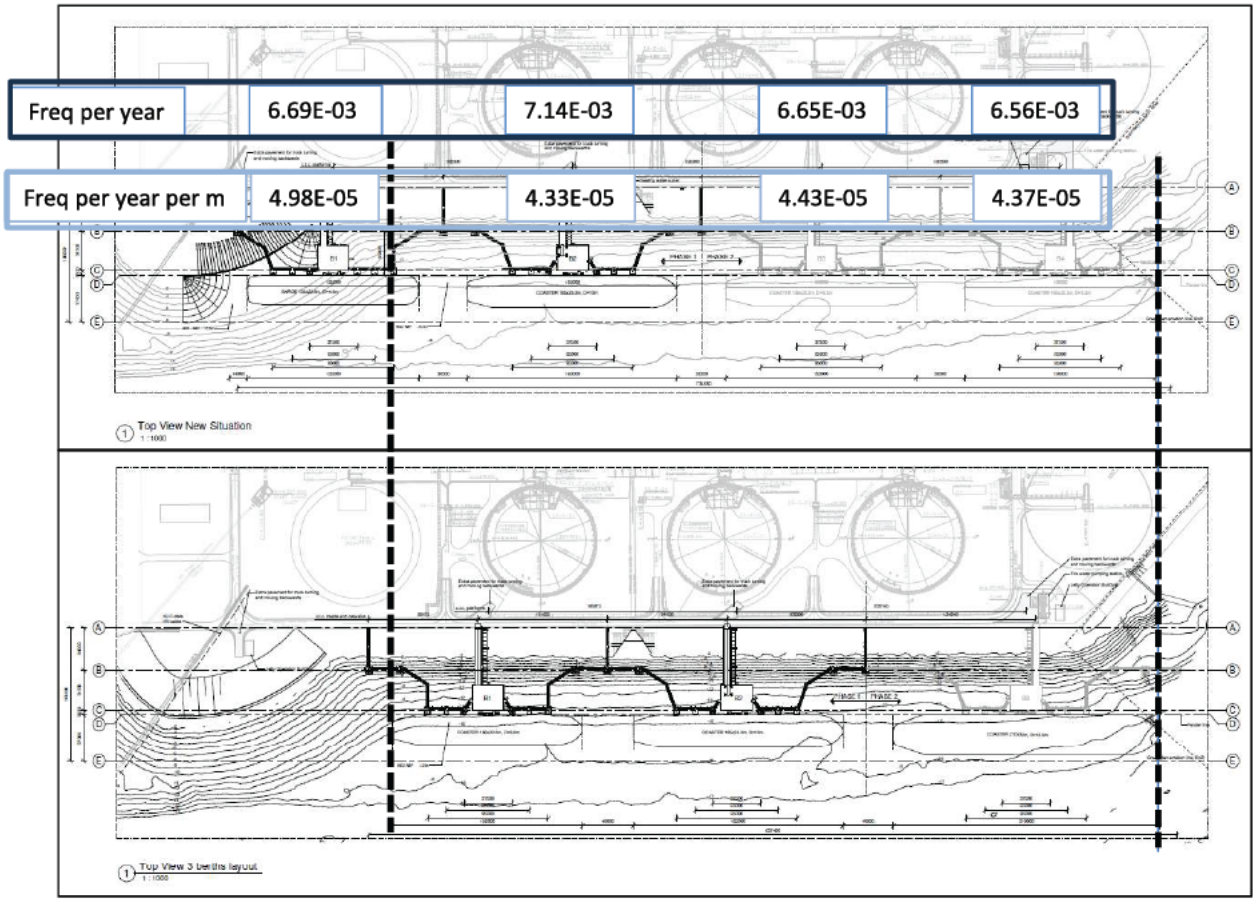


Figure 2-1 Top: four-jetty-layout with the collision frequencies per year and per year and per m ship length. Below: the new three-jetty-layout.

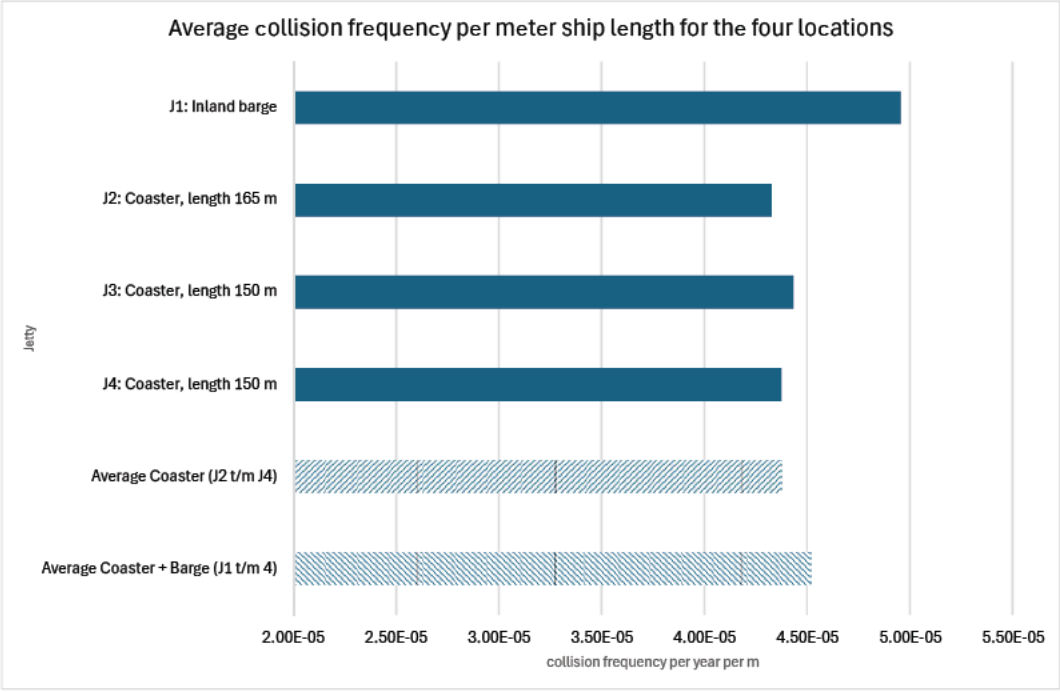


Figure 2-2 Average collision frequency per year per meter (ship length) for the four jetty locations

2.4 Assessment three-jetty-layout

Indication expected collision frequency
Based on the results of the four-jetty-layout ([Ref 1.]) an indication of the expected collision frequency can be made for the three-jetty-layout. The average collision frequency per year per ship length (m) for the three coaster position in the four-jetty-layout is 4.52E-05 in the present situation (see Figure 2-2). This average value is used to provide an indication of the expected collision frequency per jetty in the three-jetty-layout. These number are presented in Table 2-3. Since in the new layout there is not one specific jetty only for inland vessels an indication is provided in the table for the inland vessel separately.

Indication of the expected damage to the cargo tank.
A similar approach is followed to provide an indication of the expected frequency of damage to the cargo tank. Since the expected damage to a coaster is different as for an inland barge, an average damage frequency per ship length is determined for the coaster and the inland barge.
In Table 2-3 the overall indications of the expected damage frequencies is provided for the present and future situation.

Comparison three-jetty-layout and four-jetty-layout
The overall maximal expected collision frequency (indication) for the new layout is 2.30E-2 for the present traffic situation when only coasters are present. The total collision frequency for the four-jetty-layout is 2.70E-02. This means a reduction of 15% for the new layout compared to the old layout. This is comparable with the reduction in the total maximal combined length of the vessels mooring at the jetties; 600m in the four-jetty-layout and 525 in the three-jetty-layout (reduction of 12.5%).

Table 2-3 Indicative expected collision and damage frequencies for the three-jetty-layout (no new calculations!)

Jetty	Vessel	Indicative frequencies per year taken into account 75% occupation rate Mitigating measure: pilot , VTS and tugs			
		Present traffic		**Future traffic**	
		Collision frequency	Frequency of damage at the cargo tank	Collision frequency	Frequency of damage at the cargo tank
B1	Coaster, length 150 m	6.57E-03	2.70E-05	8.28E-03	3.36E-05
B2	Coaster, length 165 m	7.22E-03	2.96E-05	9.11E-03	3.70E-05
B3	Coaster, length 210 m	9.19E-03	3.77E-05	1.16E-02	4.70E-05
Total three jetties all coasters (525m)		**2.30E-02**	**9.43E-05**	**2.90E-02**	**1.18E-04**
B1/B2/B3	Inland Barge, length 135m	5.91E-03	1.29E-05	7.45E-03	1.74E-05

3 SUMMARY AND CONCLUSION

The main location of the terminal and the positioning of the different jetties in the new three-jetty-layout is very much comparable to the situation in analyzed the four-jetty-layout ([Ref 1.]). The variation in the main collision frequencies for the three coaster locations in the four-jetty-layout is relatively small. This means that a small relocation of the jetty will not influence this collision frequency much. Therefore the expected collision frequencies for the total terminal consisting of three jetties will be lower than when the terminal consist of four jetties.

However the length of the vessels also influences the collision frequency, larger vessels have (at the same location) an larger collision frequency than smaller vessels. Since the expected maximal length of the vessels (coasters) visiting the terminal will larger in the new layout, the expected collision frequency per jetty will increase.

Soly based on the existing results of the detailed analysis of the four-jetty-layout ([Ref 1.]), an average collision frequency per year per ship length [m] is determined. By combining this expected collision frequency per ship length and the expected maximal ship lengths in the new situation, an indication of the expected collision frequencies and damage frequencies is calculated. The total expected collision frequencies for the total terminal are presented in Table 3-1

Based on these numbers it can be concluded that the overall expected collision frequencies and damage frequencies for the total terminal will be lower in the adjusted layout with three jetties compared to the layout with four jetties.

Table 3-1 Summary results of the expected collision frequencies for the four-jetty and three-jetty-layout for the present traffic situation.

	Total maximal length [m] (sum of maximal ship length)	Collision frequencies with 75% of berth utilization (6570 hours per year). Mitigating measure: pilot , VTS and tugs		Total frequency of damage at the cargo tank per year 75% occupation rate Mitigating measure: pilot , VTS and tugs	
		Freq/year	Once every … year	Freq/year	Once every … year
Four-jetty-layout (coaster and inland)	600	2.70E-02	37	9.64E-05	10373
Three-jetty-layout (only coaster)[1]	525	2.30E-02	44	9.43E-05	10601
% growth three-jetty compared to four-jetty	-13%	-15%		-2%	

[1] Results are not based on detailed calculation, but is extrapolated from the results of the four-jetty-layout [Ref 1.]

REFERENCE

[Ref 1.] [redacted]
Collision Risk Assessment for CO2Next Terminal
MARIN, 33932-1-MO-rev.2.0, 24 April 2024

Literatuur 3

Collision risk assessment for CO2next terminal

Marin, 17 juni 2024

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

Collision Risk Assessment for CO_2NEXT Terminal

Report No.	:	33932 1 MO rev.2.2
Date	:	17 June 2024
Version	:	Final Report Rev.2.2

Collision Risk Assessment for CO2Next Terminal

Ordered by : CO_2NEXT

Reported by [redacted]

Signature Management :

Version	Date	Version description	Checked by
Rev.0	8 December 2023	First draft	[redacted]
Rev 1.1	3 April 2024	Second draft after additional MARCOL calculation	[redacted]
Rev 2.0	24 April 2024	Final version after comments client	[redacted]
Rev 2.1	12 June 2024	Final version – small typo errors removed	[redacted]
Rev. 2.2	17 June 2024	Final version – table title adapted	[redacted]

CONTENTS PAGE

1 INTRODUCTION 4
1.1 Objective 4
1.2 Structure of the report 5
2 NAUTICAL SAFETY STUDIES 6
2.1 General approach of a safety study 6
2.2 SAMSON 7
2.3 MARCOL 9
3 TRAFFIC ANALYSIS 10
3.1 Approach AIS analysis 10
3.2 AIS data and ship types 12
3.3 Traffic analysis 13
3.3.1 Ship movement from Europahaven 18
4 SETUP OF THE SAFETY ASSESSMENT 21
4.1 Design of the study 21
4.2 Used models 21
4.3 Model inputs 22
4.3.1 Layout 22
4.3.2 Moored vessels and contact model 22
4.3.3 Future projection 2050 23
4.3.4 Traffic database 24
4.4 Basic accident rates 25
4.5 Mitigating factors 26
5 PROBABILITY OF COLLISION - RESULTS SAMSON 27
5.1 Base case scenario 27
5.2 Future scenario 28
6 PROBABILITY OF DAMAGE- RESULTS MARCOL 30
6.1 Introduction 30
6.2 MARCOL calculation parameters 30
6.3 Damage evaluation procedure 33
6.4 Finite element analysis of internal LCO2 tank 35
6.5 Probability of penetration of the cargo tank as a result of a collisions 37
7 SUMMARY 39
APPENDICES: 43
APPENDIX A: ANALYSIS ON RECENT ACCIDENT STATISTICS IN THE PORT OF ROTTERDAM 44
APPENDIX B: DESCRIPTION OF THE CONTACT MODEL 50

APPENDIX C: SHIP LENGTH FOR SAMSON SHIP TYPES AND SIZES.....55

APPENDIX D: SPEED OVER GROUND OF VESSEL FROM ENERGIHAVEN TO YANGTZEKANAAL 56

1 INTRODUCTION

CO_2NEXT will develop a new mooring location for Liquid CO2 (LCO2) tankers at the Maasvlakte. The new mooring location will be located in front of GATE LNG terminal at the North bank of Yangtze Canal (Yangtzekanaal) (Figure 1-1).



Figure 1-1 The proposed CO_2NEXT transhipment location (orange rectangle)

In the beginning of 2022 a desk study has been conducted in which the information from former risk study and general current traffic and port development has been assessed [Ref 1.]. The present study concerns the next part of the project, which will provide a complete risk assessment study using SAMSON model and computation of the possible damage to the containment system (MARCOL model).

1.1 Objective

The objective of the study is to determine the probability of collisions of moored LCO2 barges, coaster and LNG bunker vessels with passing vessel traffic at the planned location of the terminals. The impact of a collision resulting in damage to the cargo tank is determined for moored LCO2 barges and coasters. The calculations are performed for the year 2022 as baseline and future traffic projection in 2050.

The study can be divided in the following steps:

- Collision Risk study (SAMSON-model);
- Computation of the possible damage to the containment system (MARCOL-model).

1.2 Structure of the report

Chapter 2 explains the principles of the SAMSON and MARCOL model and how it can be used to calculate the probability of a collision of a moored tanker. Chapter 3 describes an analysis of traffic situation at the study area, based on AIS data which will be used as input for the analysis with SAMSON and MARCOL.
Chapter 4 provides the set up of safety analysis such as the traffic situation and other parameters which will be entered into the model and provides an overview of the assumptions made in the process.
Chapter 5 presents the collision frequencies for 2022 and 2050 for all LCO2 carrier and LNG bunker vessels. The result of MARCOL calculation, i.e. damage to the cargo tank is presented in chapter 6.
The conclusions of the study are summarised in chapter 7.

2 NAUTICAL SAFETY STUDIES

2.1 General approach of a safety study

In the present study the safety of handling in the port is considered in relation with all other traffic in the port. In this study it is assumed that considered operations can be carried out safely in a normal situation. In the safety study the risks and consequences of human and technical failures are evaluated.

In a Formal Safety Assessment as described by International Maritime Organisation (IMO), all possible hazards in the port are identified and evaluated in a systematic way (see e.g. [Ref 6.]). A Formal Safety Assessment (FSA) is a framework to get an overall view of what can happen and how to reduce risks by new rules. FSA consists of five steps:

1. Identification of hazards (a list of all relevant accident scenarios with potential causes and outcomes);
2. Assessment of risks (evaluation of risk factors);
3. Risk control options (devising regulatory measures to control and reduce the identified risks);
4. Cost benefit assessment (determining cost effectiveness of each risk control option); and
5. Recommendations for decision-making (information about the hazards, their associated risks and the cost effectiveness of alternative risk control options is provided).

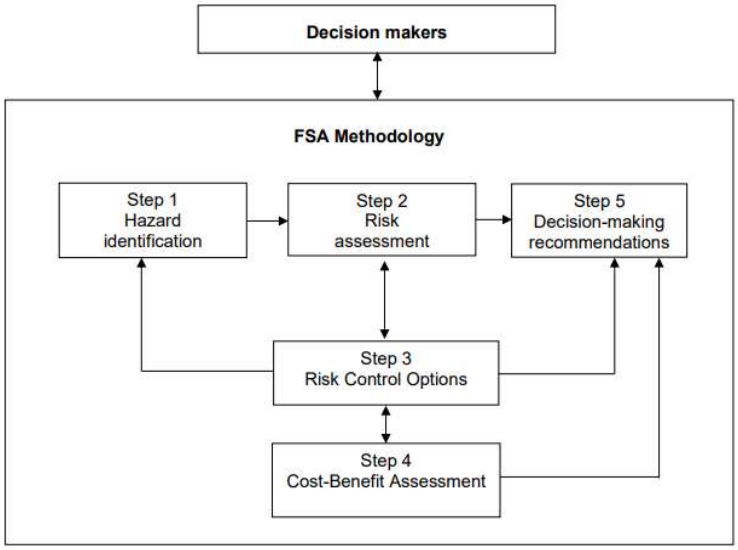


Figure 2-1 FSA process

In simple terms, these steps can be reduced to:

- What might go wrong? = identification of hazards (a list of all relevant accident scenarios with potential causes and outcomes)
- How bad and how likely? = assessment of risks (evaluation of risk factors);
- Can matters be improved? = risk control options (devising regulatory measures to control and reduce the identified risks)
- What would it cost and how much better would it be? = cost benefit assessment
- (determining cost effectiveness of each risk control option)
- What actions should be taken? = recommendations for decision-making (information about the hazards, their associated risks and the cost effectiveness of alternative risk control options is provided).

The safety study carried out for the proposed LCO2 terminal is not a complete formal FSA. The present study concentrates on the risks of nautical incidents involving the LCO2 carrier when moored at the terminal caused by other vessels sailing in the vicinity. Other possible hazards that may be addressed in a formal FSA, such as incidents in the unloading process of LCO2 or grounding of other traffic, are

outside the scope of work, and therefore not treated in this study. The risks discussed in this report are quantified and the effects of risk mitigating measures are evaluated using the SAMSON-model. SAMSON can be used in the framework of an FSA to quantify the risks.

2.2 SAMSON

The assessment of the risk is the kernel of a risk assessment study, because it predicts the risk for a given description of the reality and it delivers the base for further consequence and cost calculations. In most cases, it is not possible to evaluate the risk based on historical data of the study area. The reason is that hazards with major consequences that occur with very low frequencies have often not yet taken place in the study area. The probabilities of such hazards can only be predicted by using historical data from very large geographical areas combined with good casualty predicting models.

The SAMSON-model is such a risk assessment tool that can be applied in all sea areas. The SAMSON-model developed during the last thirty years for the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate Transport Safety. The model is developed for the assessment of probabilities and consequences for all type of nautical accidents and is used to assess (predict) the impact of all type of measures that influence the safety level. The parameters of the accident models are derived from the worldwide casualty data of 1990-2015. The model is used regularly for safety studies on the North Sea. However, it has been used for other areas, like internationally operating ports, as well.

Figure 2-2 shows the system diagram of the SAMSON-model. The large block “Maritime Traffic System” on the upper right side contains four other blocks. These blocks describe the maritime traffic, the ship movements, the ship characteristics (length, GT, etc.) and the layout of the sea area. The casualty models for collision, grounding, fire/explosions, contacts etc. can be applied to assess the casualty frequencies based on the traffic description. The large block “Impacts” contains the blocks with additional models for assessing the consequences of the casualties. More details on the modelling of SAMSON can be found on: https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON.

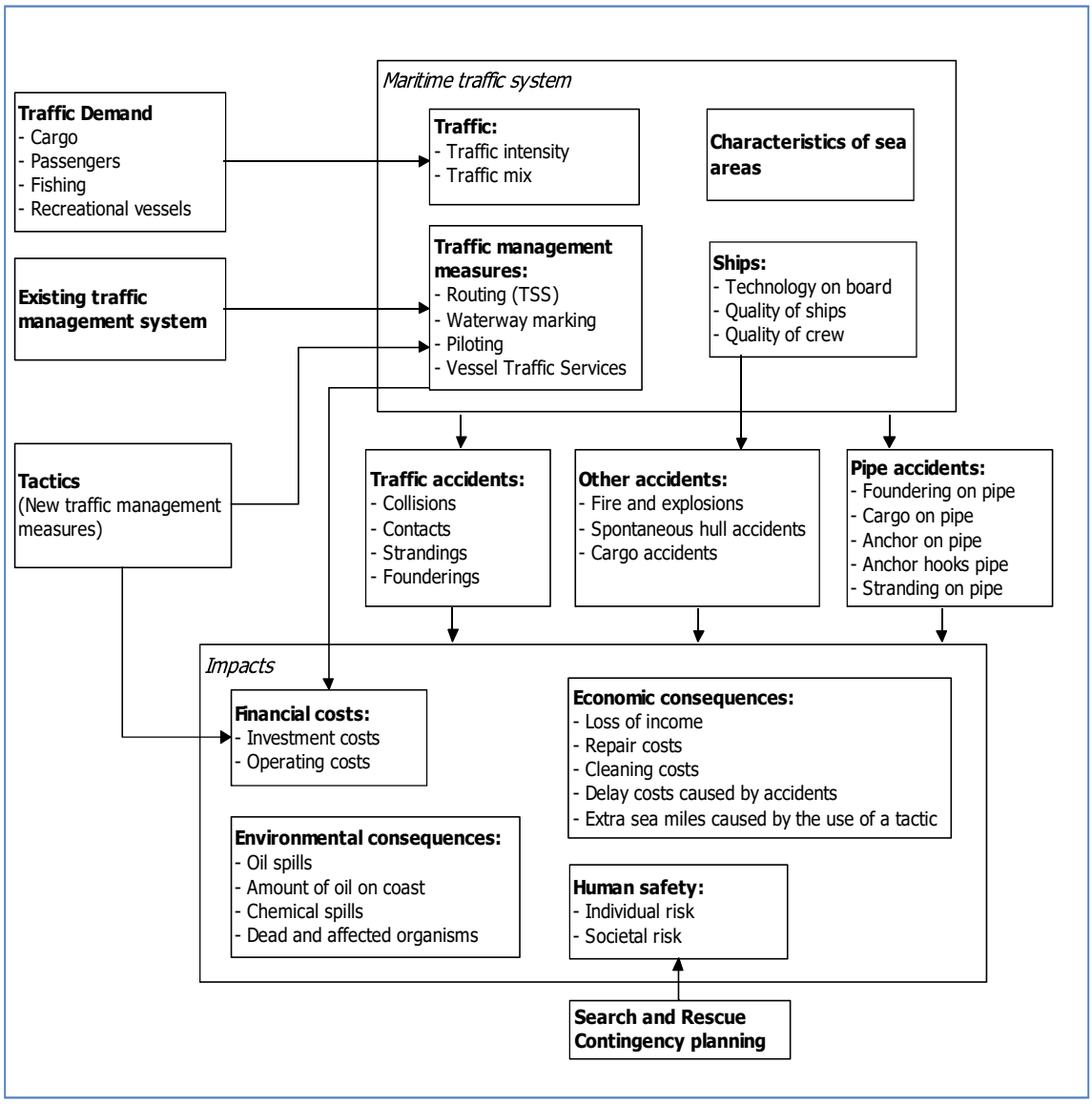


Figure 2-2 system diagram SAMSON

The global idea for the modelling of the frequency of incidents is based on a two-way approach: first determine the number of possible dangerous situations and then multiply these numbers with the probability that such a situation ends up in an actual accident. The possible dangerous situation is called an exposure or an elementary traffic situation. For example to determine the expected number of ship-ship collisions first the total number of encounters are determined. Before two ships collide, they first have to “meet”. Secondly, this number of ship-ship encounters is multiplied with the basic accident rate for this type of accident. This basic accident rate is the probability that a certain exposure results in an actual accident.

Finally, some measures can be implemented, such as the use of pilotage in a certain area, this is implemented as an extra reduction factor on the basic accident rate in a certain area for specific incident types. E.g. the basic accident rate for ship-ship collisions will be reduced when a pilot is on board.

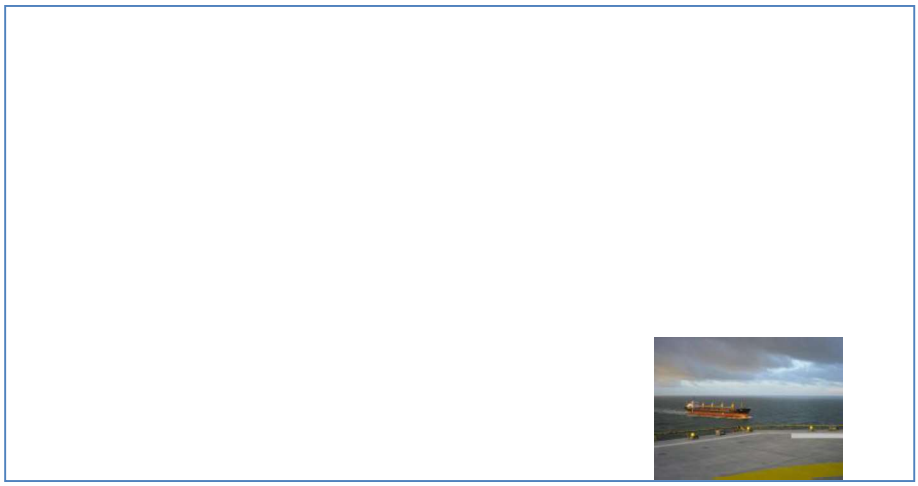


Figure 2-3 Global overview of the calculation scheme.

2.3 MARCOL

The probability of a damage in the cargo tank in case of a collision will be determined with the MARCOL-model. MARCOL is a collision damage calculation tool, which can be used for quantitative risk analysis for product terminals, such as LNG import terminals or LCO2. The theory behind the method is outlined in paper [Ref 4.] and in chapter 6. MARCOL requires only a handful of parameters of all the involved ships in the collision, which minimises the time required for the structural modelling for the calculation and for the evaluation of the results. Based on input parameters which characterise the striking vessel and the struck LCO2 carrier combined with the collision scenario, the MARCOL-programme automatically models the collision event and calculates the penetration area in the cargo tank of the LCO2 carrier by a mathematically core. It is based on the super-element method and consists in deriving closed-form expressions giving the crushing resistance of the impacted substructures, with respect to the penetration of the striking ship. When these results of MARCOL, the damage size given a collision, are combined with the results of SAMSON, the probability of a collision or a damage in the inner shell or cargo tank per year/call can be determined.

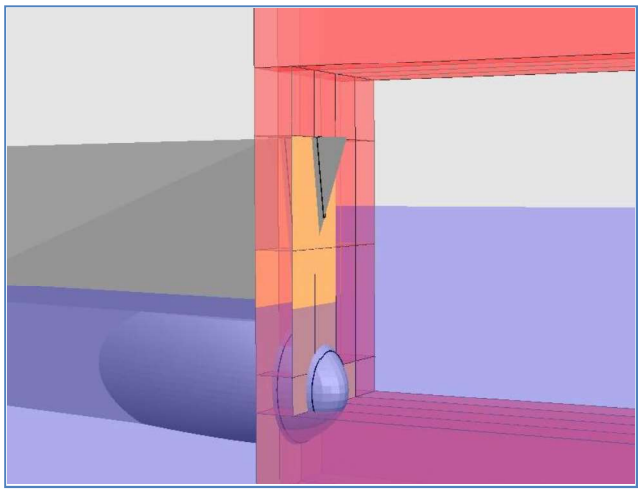


Figure 2-4 Schematic presentation of a MARCOL-calculation

3 TRAFFIC ANALYSIS

In this chapter AIS[1] analysis result is presented. AIS analysis is carried out and to determine the traffic situation and sailing behaviour of vessels in the current situation. This information is then translated into input for the calculations with SAMSON together with the terminal layout, vessel characteristics and passing vessel traffic characteristics in Chapter 4.

3.1 Approach AIS analysis

With the use of the recorded AIS data in from August 2022 to July 2023 received from the Port of Rotterdam Authority an overview of the traffic in the area can be created. An overview was made of all available shipping traffic in the study area (Figure 3-1). The figure shows the total coverage of the AIS-data provided for this study. The colouring of the dots in the figure indicate the sailing direction combined with the speed of the vessels. In this way the figure provides a indicative picture of the different sailing routes in the area.

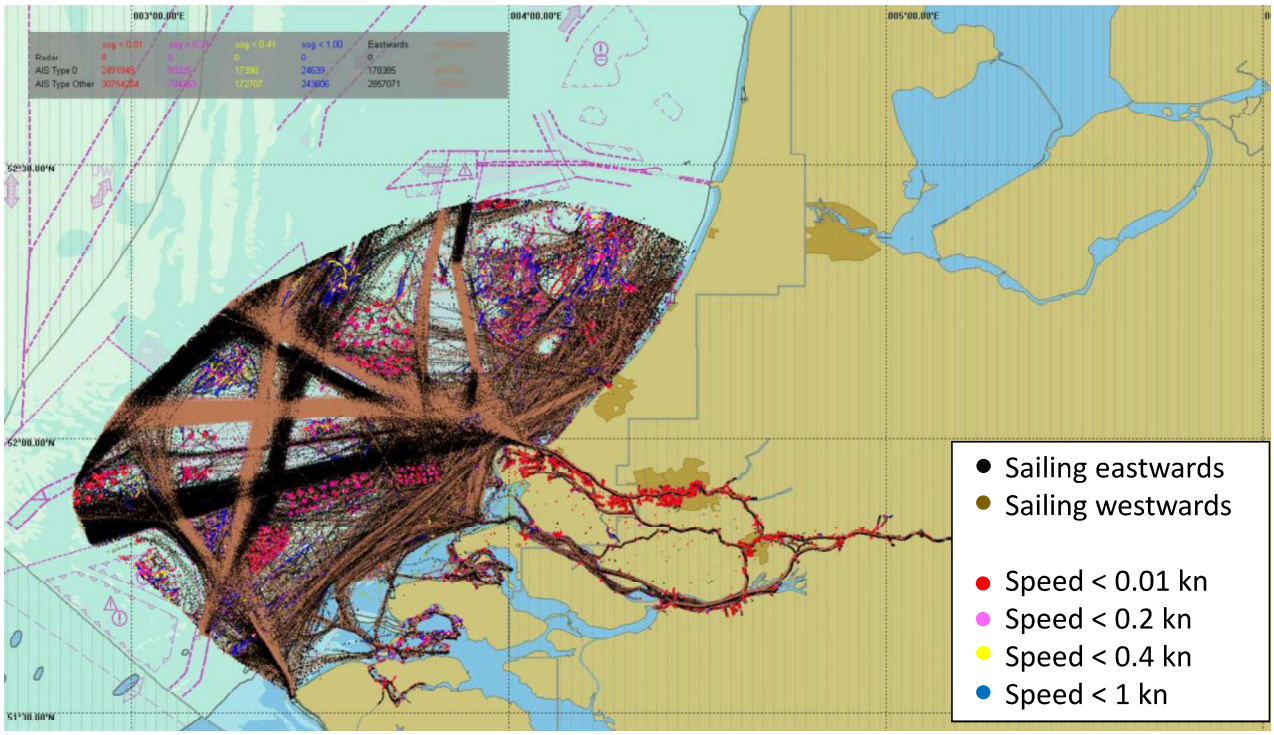


Figure 3-1 Tracks of all vessels in August 2022. The positions has two minutes interval. The colour scheme based on sailing direction (black=eastward, brown=westward) and speed.

A smaller area has been selected as a study area where the general traffic situation is analysed. In this area all individual AIS-points are connected, creating a line for each ship journey in the area. These journeys (lines) are the basis for the further analyses. Figure 3-2 shows all journeys of all ships in one month[2] (August 2022), the coloring again indicate the sailing direction of the vessel, in this case green for the vessel heading east and red for the west going vessel.

These tracks and journeys are use to understand better how vessels sail in the port area and in front of the proposed terminal. It also provides the input to create a part of the traffic database for SAMSON.

[1] Automatic Identification System (AIS) is a ship-borne radio information system for the exchange of static, dynamic and voyage related ship data between AIS vessels and between AIS vessels and coastal stations. Ship-borne AIS stations broadcast the ship's identity, position and other data at regular intervals.

[2] For a better presentation of traffic condition, only one month of ship tracks are plotted (instead of one year tracks).

To determine the actual number of vessels that pass by near the terminal a so-called crossing analysis has been performed. For this a crossing line was defined at the proposed location over which the number of passages was counted per ship type. Additional to the numbers parameters as speed, course and passing distance to the jetty were derived from this crossing analysis. The main crossing line is indicated in blue in Figure 3-2 The results of the analysis are presented in section 3.3.

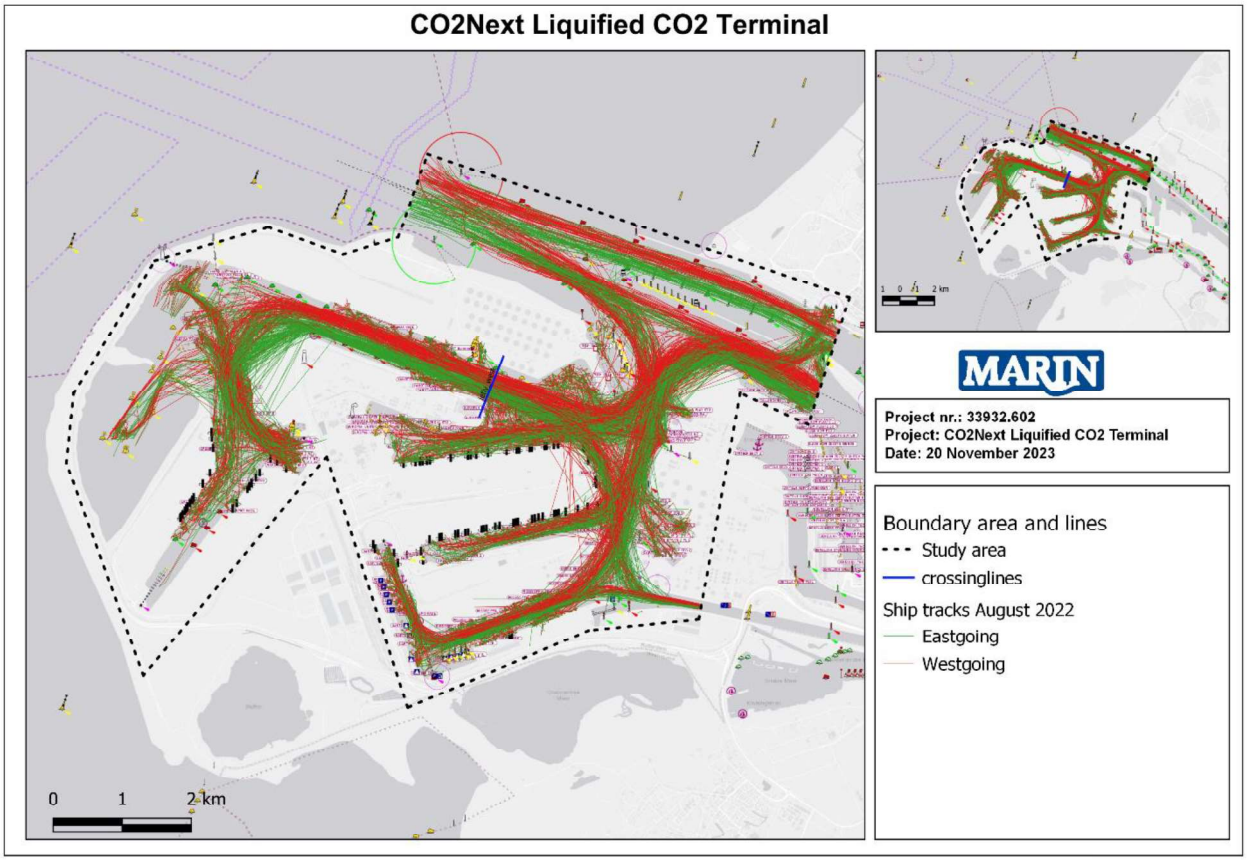


Figure 3-2 Tracks of all vessels in August 2022 and crossing line for this study

3.2 AIS data and ship types

In the AIS analysis, the ship is classified according to SAMSON ship type. This requires a connection between the ship identity information from the AIS data (MMSI, ship name, etc.) and the global ship databases (Lloyds ship database). After the connection is made and the correct vessel size and type are determined, the traffic is divided into seagoing and inland vessels. The ENI number (inland ship's identification number) is not available in the retrieved AIS data. This classification is based on the presence of the IMO number in the AIS data and the Lloyds ship database.

The vessels are also divided into size classes, based on the GT of the vessels. This is needed for further analysis within SAMSON and MARCOL. In Table 3-1 gross tonnages per SAMSON size class are presented. The average length per ship type and ship size class is provided in Appendix C. Table 3-2 shows the typical SAMSON ship types.

Table 3-1 SAMSON ship size definition

	Size-class [based on GT]							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Gross tonnage	100-1000	1000-1600	1600-5000	5000-10000	10000-30000	30000-60000	60000-100000	>100000
Equivalent Dead Weight Tonnage	300-2000	2000-3500	3500-7500	7500-20000	20000-40000	40000-90000	90000-125000	>125000

Table 3-2 SAMSON ship type categories

SAMSON ship type	**Comments**
Container	Containership
GDC-Bulker-OBO	General Dry Cargo: ship carrying dry cargo
RoRo	Roll-on / Roll-off ship: ship that mainly carries trucks and trailers with cargo
Tanker-Gas Carrier	Tankers (chemicals and/or oil)
LNG	Liquid Natural Gas
Passenger-Ferry	Passenger ships and ferries
Fishing	Fishing vessels
Supply	Supply vessels for offshore e.g.
Recreation	Recreational vessels
Miscellaneous	Tugs, pilot, port, working vessels such as dredging vessels or supply vessels and other vessels visiting offshore constructions. Vessels with lack information and therefore cannot be classified to other ship type are also included in this class.

3.3 Traffic analysis

Figure 3-3 shows tracks of all vessels in August 2022 along with the distribution and position of ship passages in front of the terminal for one year. This is plotted on the crossing line position. The location of the future moored vessel at the CO_2NEXT terminal also shown in this figure.

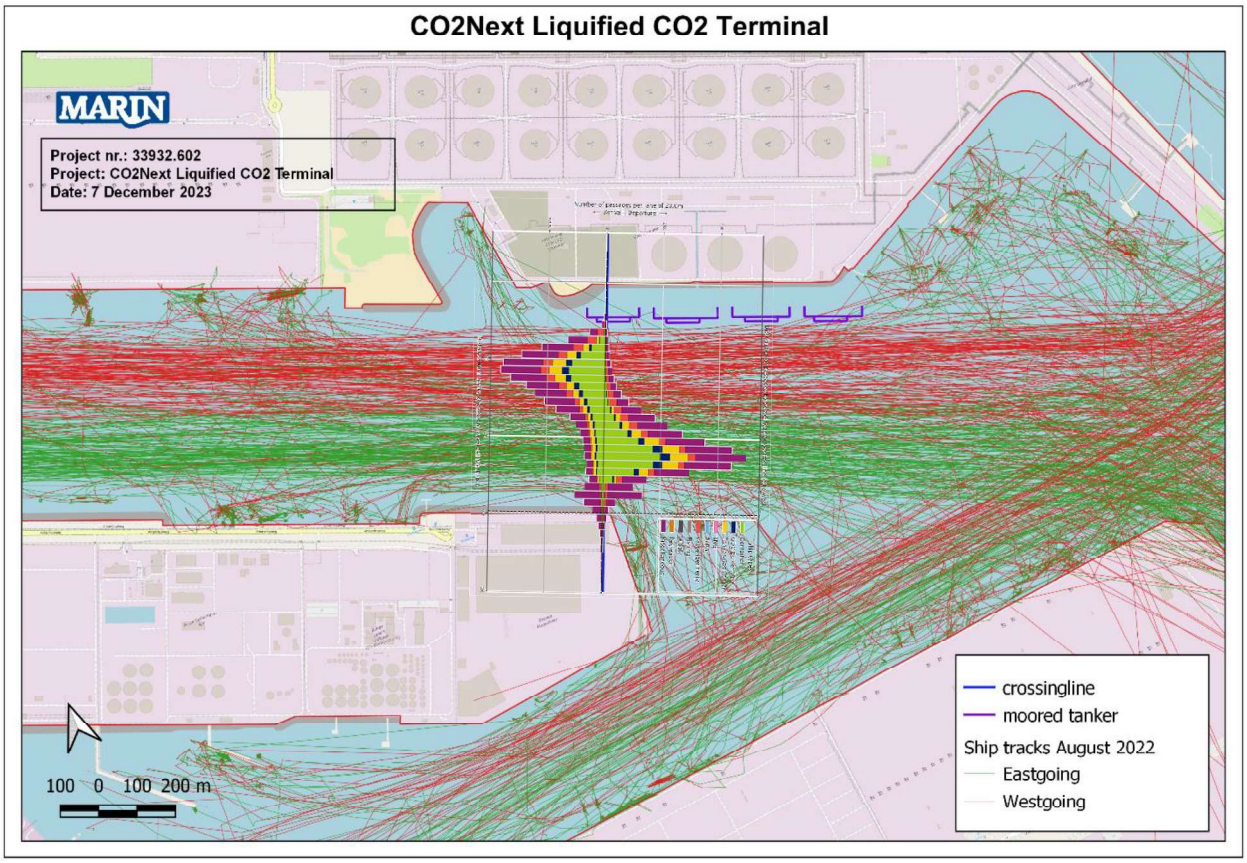


Figure 3-3 Ship passages at the entrance of Yangtze canal

Traffic mixture, sailing position and speed distribution at the entrance of Yangtze canal (west side of future CO_2NEXT terminal) is shown in summary table, graphs and images. Table 3-3 shows the distribution of all ship passages per direction and per ship type in the period of one year (August 2022 – July 2023). In total 74,680 vessels passed the location of the terminal in one year time. The majority of the ship passing the channel is miscellaneous ship type followed by containers. Miscellaneous vessels are for example tug boats, pilot boats, working vessels, service vessel, etc.

The results of the AIS-analyses presented as traffic intensity at the crossing line which given in graphs and tables. The graph shows negative values on the y-axis in order to be able to distinguish between navigation directions. In reality, these are positive numbers. The table give the median (middle value of the data). The 5% and 95% percentiles is included to indicate the bandwidth of the distribution.

The embankment border line is given as red line in Figure 3-4. The distance between the defined embankment border line and the fender line is 65.5 m as presented with black arrow in Figure 3-4.

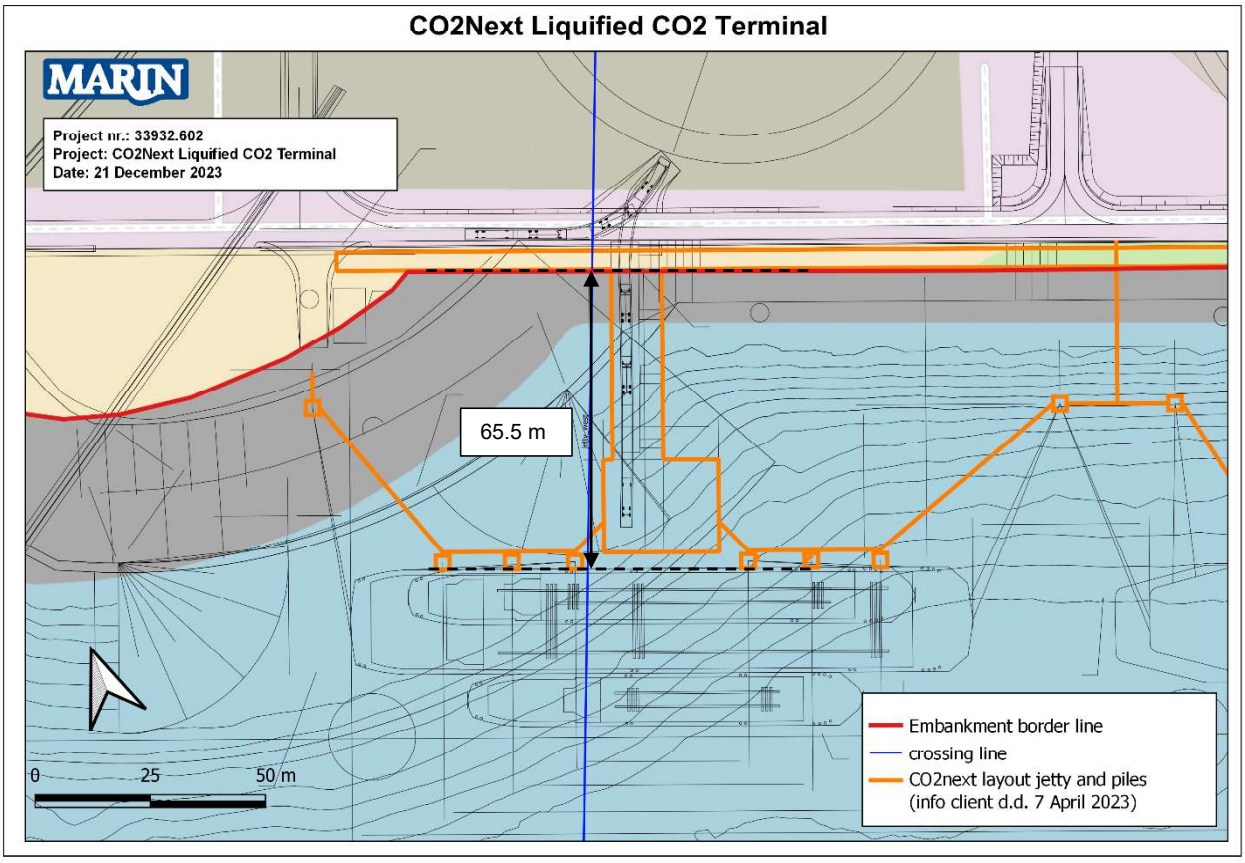


Figure 3-4 Distance between embankment border line and the fender line

Table 3-4 and Figure 3-5 show the passing distance per ship type and sailing direction. The passing distance is measured from the centre of the passing ship to the Northern embankment wall of Yangtzekanaal at the crossing line position. Thus the zero point in Figure 3-5 is the embankment border line. The position of the fender line is given as orange vertical line in the Figure 3-5.

The average passing distance is 250 metres from the jetty for incoming ships to Yangtzekanaal (westbound). For the east bound ships the passing distance is around 400 m for the seagoing ships and 430 m for the inland ships.

Table 3-5 and Figure 3-6 show the passing speed (SOG) distribution per ship type and direction. In general ships sailing at an average speed of 8,2 knots for both eastward and westward direction. Exceptional speed is shown at high speed ferry ship type which has median speed of 29 knots.

Table 3-3 Overview passages distribution (seagoing and inland vessel) per SAMSON ship type and size

Ship type	Direction	Passages total	< 1000 GT	1000 - 1600 GT	1600 - 5000 GT	5000 - 10000 GT	10000 - 30000 GT	30000 - 60000 GT	60000 - 100000 GT	>= 100000 GT
Container	Outgoing	11260	1275	758	4422	3236	491	322	303	453
	Incoming	11169	1276	746	4414	3172	488	317	304	452
GDC	Outgoing	1908	1082	5	747		1	47	21	5
	Incoming	1890	1065	5	746		1	45	22	6
Bulker-OBO	Outgoing	0								
	Incoming	1							1	
Oil	Outgoing	718	341	48	244	85				
	Incoming	712	342	48	238	84				
Chemical	Outgoing	3290	1259	550	384	934		15	115	33
	Incoming	3290	1259	552	380	933	1	17	114	34
LPG	Outgoing	1			1					
	Incoming	1			1					
LNG	Outgoing	61			37	10	14			
	Incoming	42			40		2			
Passenger-Ferry	Outgoing	3596	3562	31	3					
	Incoming	3611	3578	30	3					
Supply	Outgoing	10	2		8					
	Incoming	10	2		8					
Fishing	Outgoing	3	3							
	Incoming	3	3							
Recreation	Outgoing	64	64							
	Incoming	64	64							
Miscellaneous	Outgoing	16442	13268	832	430	1031	806	74	1	
	Incoming	16431	13264	832	425	1027	807	76		
Total	Outgoing	37414	20856	2224	6276	5296	1312	458	440	491
	Incoming	37266	20853	2213	6255	5216	1299	455	441	492

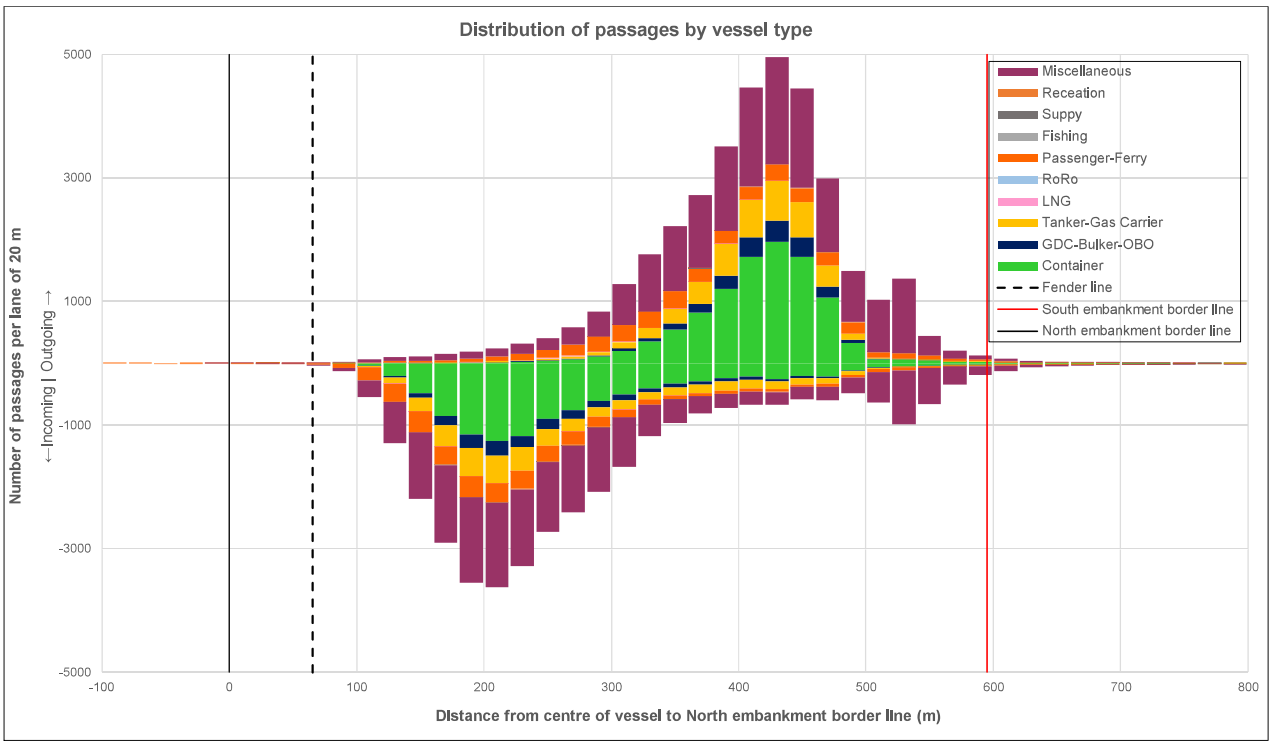


Figure 3-5 Distribution of passage position

Table 3-4 Distribution of passing distance (m)

Seagoing / Inland	Ship Type	5% percentile		median		95% percentile	
		Outgoing	Incoming	Outgoing	Incoming	Outgoing	Incoming
Seagoing	Container	294	180	394	263	486	460
	GDC	330	177	421	252	483	470
	Oil	318	172	422	264	483	470
	Chemical	320	174	418	256	482	471
	LNG	207	132	275	161	374	373
	Passenger-Ferry	315	170	413	207	486	245
	Miscellaneous	265	147	397	248	499	417
Seagoing - all ship type		276	152	403	252	494	446
Inland	Container	340	163	434	250	493	477
	GDC	332	163	433	252	488	459
	Oil	356	145	446	202	511	460
	Chemical	314	151	425	240	487	473
	Passenger-Ferry	336	106	454	162	566	341
	High Speed Ferry	182	142	337	255	526	542
	Miscellaneous	252	144	460	311	554	584
Inland - all ship type		276	145	436	255	542	556

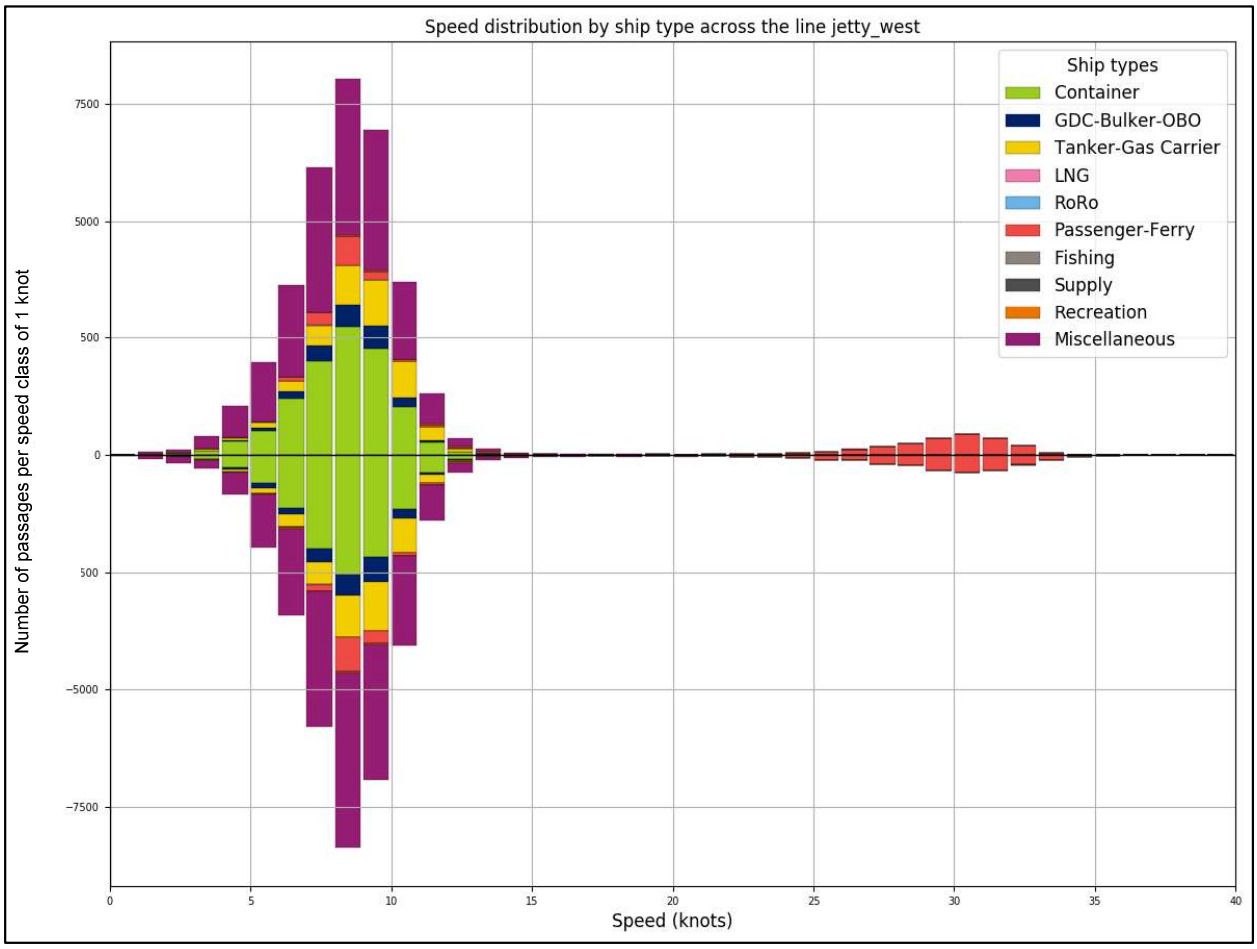


Figure 3-6 Speed over ground (in knots)

Table 3-5 Distribution of speed over ground (in knots)

Seagoing / Inland	Ship Type	5% percentile		median		95% percentile	
		Outgoing	Incoming	Outgoing	Incoming	Outgoing	Incoming
Seagoing	Container	3.27	3.72	7.94	7.88	11.12	10.96
	GDC	4.91	4.82	7.82	7.83	10.22	10.21
	Oil	5.04	5.12	9.00	8.74	11.38	10.64
	Chemical	5.22	5.33	9.04	8.87	11.23	10.85
	LNG	3.64	3.42	6.20	5.18	9.54	9.45
	Passenger-Ferry	8.15	5.15	8.90	9.07	10.04	9.64
	Miscellaneous	3.91	4.40	7.98	8.01	10.95	10.99
Seagoing - all ship type		4.0	4.4	8.2	8.2	11.0	10.9
Inland	Container	5.05	4.89	7.93	7.94	10.09	10.35
	GDC	5.56	5.27	8.28	8.43	10.03	10.21
	Oil	5.66	6.45	7.66	7.82	9.46	9.78
	Chemical	5.49	5.73	8.46	8.43	10.74	10.36
	Passenger-Ferry	6.45	7.20	7.93	8.13	9.42	9.53
	Passenger-Ferry HSF	10.34	8.93	29.12	28.93	32.14	32.83
	Miscellaneous	4.65	4.74	7.56	7.81	10.39	10.52
Inland - all ship type		5.1	5.1	8.1	8.2	29.2	29.1

3.3.1 Ship movement from Europahaven

Traffic between Yangtzekanaal and Europahaven is presented in Figure 3-7. Unlike most traffic that follows a straight line parallel to the terminal, the vessels sailing between Yangtzekanaal and Europahaven make a turns between these two areas. The means that vessels entering the Yangtzekanaal from Europahaven are on the critical curve and can therefore be on "collision course" to the moored vessels at the CO_2NEXT terminal.

The number of vessel that sail between the Europahaven and the Yangzekanaal are presented in Table 3-6. This consist of approximately 5% of all traffic entering Yangtzekanaal and passing the terminal location.

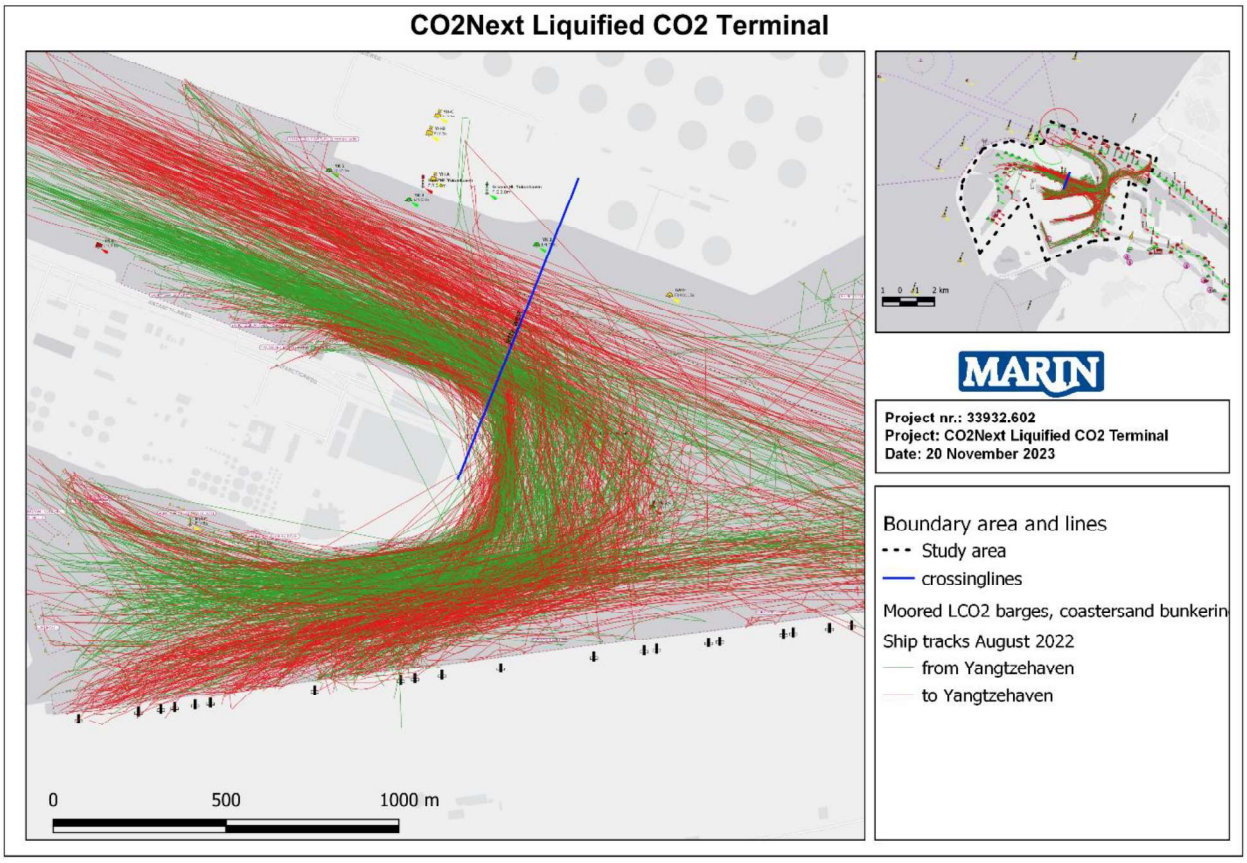


Figure 3-7 Ship movement between Europahaven and Yangtzekanaal in August 2022

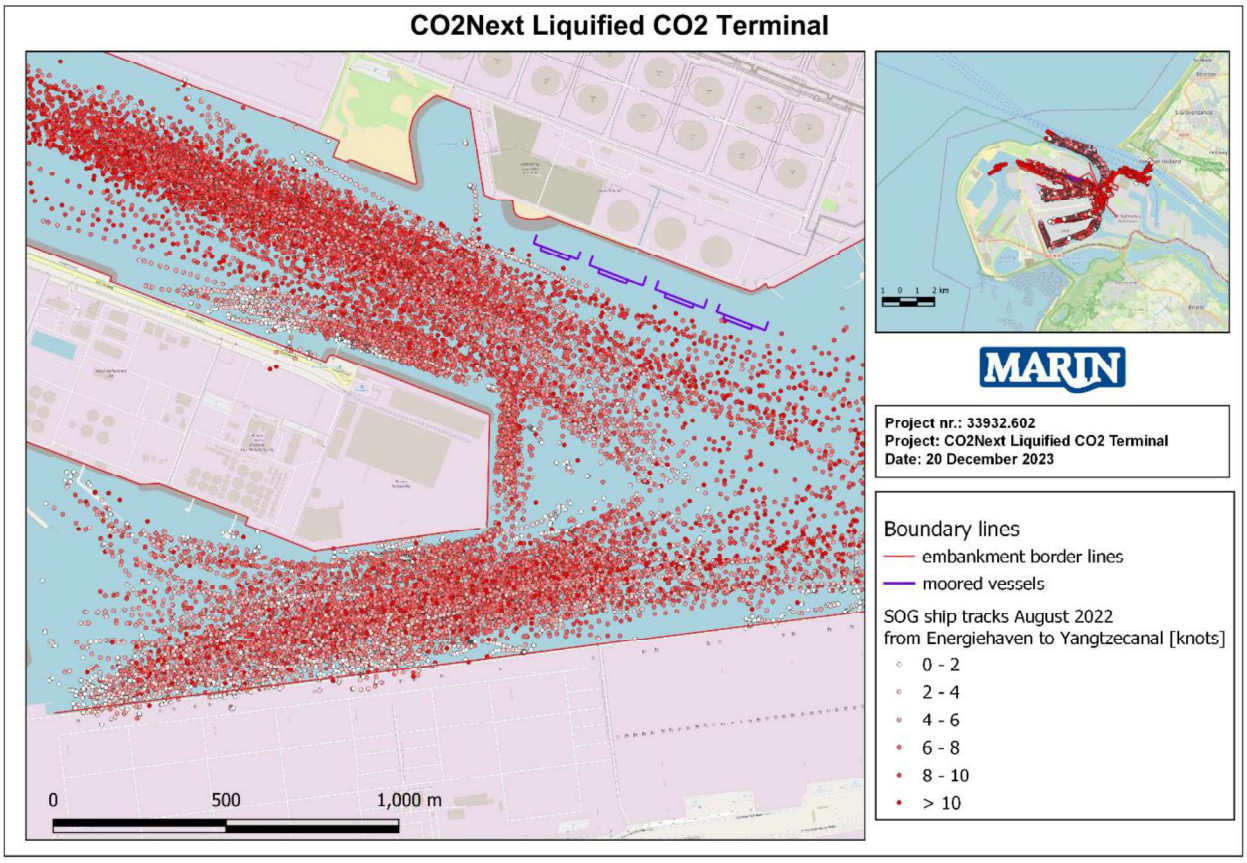


Figure 3-8 Tracks of ship from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022 classified per speed over ground

The speed over ground (sog) of the ship coming from Europahaven and entering the Yangtzekanaal is presented in Figure 4-7. The majority of the ships have sog (speed over ground) between 4 to 8 knots when they make a turn from Europahaven to Yangtzekanaal. Appendix D shows plots of ship tracks per speed over ground class separately.

Table 3-6 Ships movement between Europahaven and Yangtzekanaal in one year period

Seagoing / Inland	Ship type	Direction (wrt Yangtzekanaal)	Passages total	< 1000 GT	1000 - 1600 GT	1600 - 5000 GT	5000 - 10000 GT	10000 - 30000 GT	30000 - 60000 GT	60000 - 100000 GT	>= 100000 GT
Seagoing	Container	Incoming	66	21			12	32	1		
		Outgoing	86	21			18	47			
	GDC	Incoming	72	44		28					
		Outgoing	71	43		28					
	Oil	Incoming	39	13	3	14	9				
		Outgoing	28	3	3	14	8				
	Chemical	Incoming	99	49	2	42	6				
		Outgoing	141	79	5	54	3				
Seagoing - all ship type		Incoming	276	127	5	84	27	32	1		
		Outgoing	326	146	8	96	29	47			
Inland	Container	Incoming	1289	103	107	579	423	18	59		
		Outgoing	1372	123	76	633	460	21	59		
	GDC	Incoming	134	80		54					
		Outgoing	133	69		64					
	Oil	Incoming	6	6							
		Outgoing	4	4							
	Chemical	Incoming	109	21	30	1	57				
		Outgoing	131	20	28	1	82				
	Passenger-Ferry	Incoming	447	439	8						
		Outgoing	418	418							
Inland - all ship type		Incoming	1985	649	145	634	480	18	59		
		Outgoing	2058	634	104	698	542	21	59		

4 SETUP OF THE SAFETY ASSESSMENT

In the present safety assessment, quantification is required of what can happen when the LCO2 carrier and barge is moored at the jetty. The study is restricted to the nautical aspects, thus the accidents during unloading at the jetty not related to passing ships, are not included. The probabilities of nautical accidents were determined with the SAMSON-model, which was introduced briefly in 2.2. The remainder of this chapter first describes the types of accidents considered and the design of the study in 4.1. A short description of the different sub-models used for assessing the probabilities in this study is given 4.2. The input contains the layout of the area and the traffic intensity. The input needed for the model is given in 4.3. The basic accident rates are briefly discussed in 4.4. The possible standard and additional mitigating measures are discussed in 4.5.

4.1 Design of the study

When the ship is moored at the jetty, other ships are allowed to pass the moored carrier. These other ships can strike the moored vessel. For this part of the trajectory, the risk for the LCO2 carrier is given by the probability that the carrier will be hit.

In the initial calculation of the probabilities it is assumed that the carrier will be present for one whole year. Based on information provided by CO_2NEXT on 15 December 2023, to achieve workable berth planning, the maximum berth occupancy will be 75% in a one-year period. This berth utilisation factor will be applied to the initial frequency contacts per year. For LNG bunker vessels these numbers have to be multiplied with the fraction of the year the LNG bunker vessels will be present at the jetty to find the actual number of contacts per year.

4.2 Used models

Two separate models are developed for the determination of the contact risk. These models describe collisions with different causes.
The two models are:

- A ship is on a collision course with an object (a stranding line, pier or other object) and a navigational error occurs.
  This error is undetected until the point of no return and the ship collides with the object. The collision may be at high or low speed depending on the time lapse between the point of no return and the implementation of a corrective action after the detection of the error. This mode will be called the '*navigational error mode*' and the collision type a '**ramming**' collision.
- A ship in the vicinity of an object experiences a failure in the propulsion engine or in the steering equipment.

  Since the ship slowly becomes uncontrollable as it loses speed, the combined effect of wind, waves and current may carry it towards the object. If dropping an anchor does not help or is not practical and the repair time exceeds the available time, the ship may collide with the object. This generally happens at a low speed. This mode will be called the '*engine failure mode*' and the collision type a '**drifting**' collision.

The basic accident rates for a collision with the moored LCO2 carrier are based on an analysis in the Port of Rotterdam. Within this analysis no distinction could be made in the cause of the incident, so therefore no distinction can be made between the “ramming” and “drifting” collision for this part of the study. However since the distance between the fairway and the moored LCO2 carrier is relatively small, the speed of the colliding vessel will not have dropped much in case of a drifting collision compared to the speed of a “ramming” collision. So the consequences will be similar.

4.3 Model inputs

The different items given in the Maritime Traffic System block in Figure 2-2 outline the input for the different models. This system block contains the traffic intensity, characteristics of the study area (lay-out) and traffic management measures, like pilotage, VTS and use of tugs. The different input values and assumptions are described in this section.

4.3.1 Layout

The terminal is planned along the Yangtzekanaal. The Yangtzekanaal forms the access to Maasvlakte 2 and is a busy waterway used by both seagoing vessels and inland vessels. The Yangtzekanaal is dimensioned in such a way that two-way traffic for normative container ships to and from Maasvlakte 2 is possible under normative wind conditions.

The LCO2 terminal will have four jetties, where LCO2 barges and coasters can moor. The jetties are located 65.5 m from the client defined embankment wall (34 m + 31.5m in Figure 4-1). The terminal will be build in two phases: Jetty 1 and 2 in the first phase and jetty 3 and 4 in the second phase.

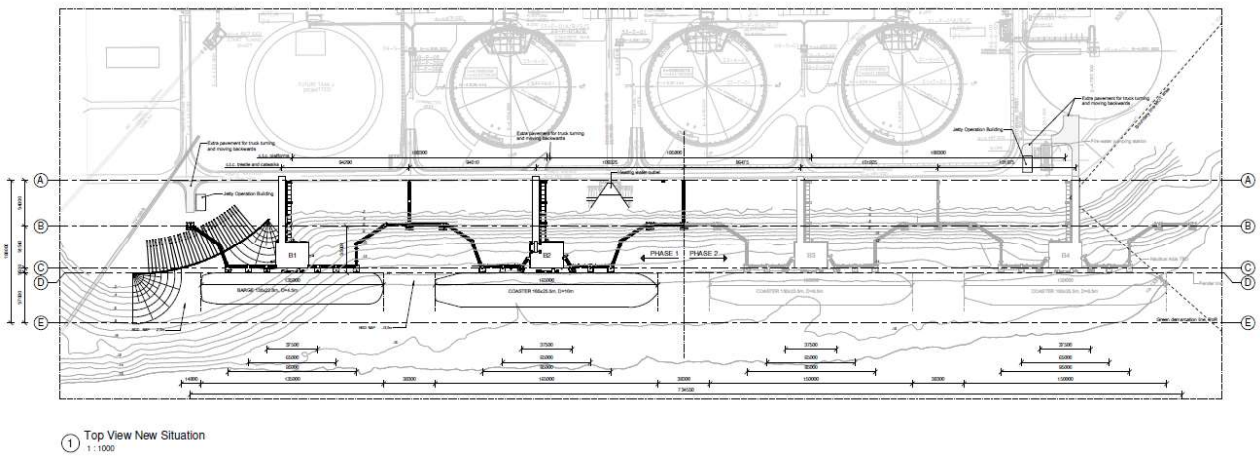


Figure 4-1 Overview of CO_2NEXT terminal (email client date 21 November 2023)

4.3.2 Moored vessels and contact model

The risk is calculated for inland barges, coasters and LNG bunker barges at the location of all jetties as follows:

- Jetty 1 (most west side): inland barge (length = 135 m; width = 22.8 m; draft = 4.5 m)
- Jetty 2: coaster (length = 165 m; width = 25.5 m; draft = 10 m)
- Jetty 3 and Jetty 4: coaster (length = 150 m; width = 23.5 m; draft = 8.5 m)
- Jetty 1 to 4: LNG bunker barge (length = 85 m; width = 11.6 m)

It is estimated by the client that the occupation rate of the LCO2 barge and coaster will be 75%. For the LNG bunker barges two scenarios are assumed, one minimum scenario where the estimated occupation frequency of the LNG bunker barge is once a month with duration of 4 hours per visit (email client d.d.12 September 2023). And one maximum scenario, where it is assumed that 25% of the time when a LCO2 is present (75% of the year) and LNG bunker barges will be present. This means 1643 hour per year.

The probability of one of the moored ships being struck by a passing ship is determined by modelling the contours of each of the ships through three "contact lines". By determining the probability of one of these three contact lines being hit, the total probability of the vessel being struck can be determined. A representation of the contact lines as modelled in SAMSON is shown in Figure 4-2.

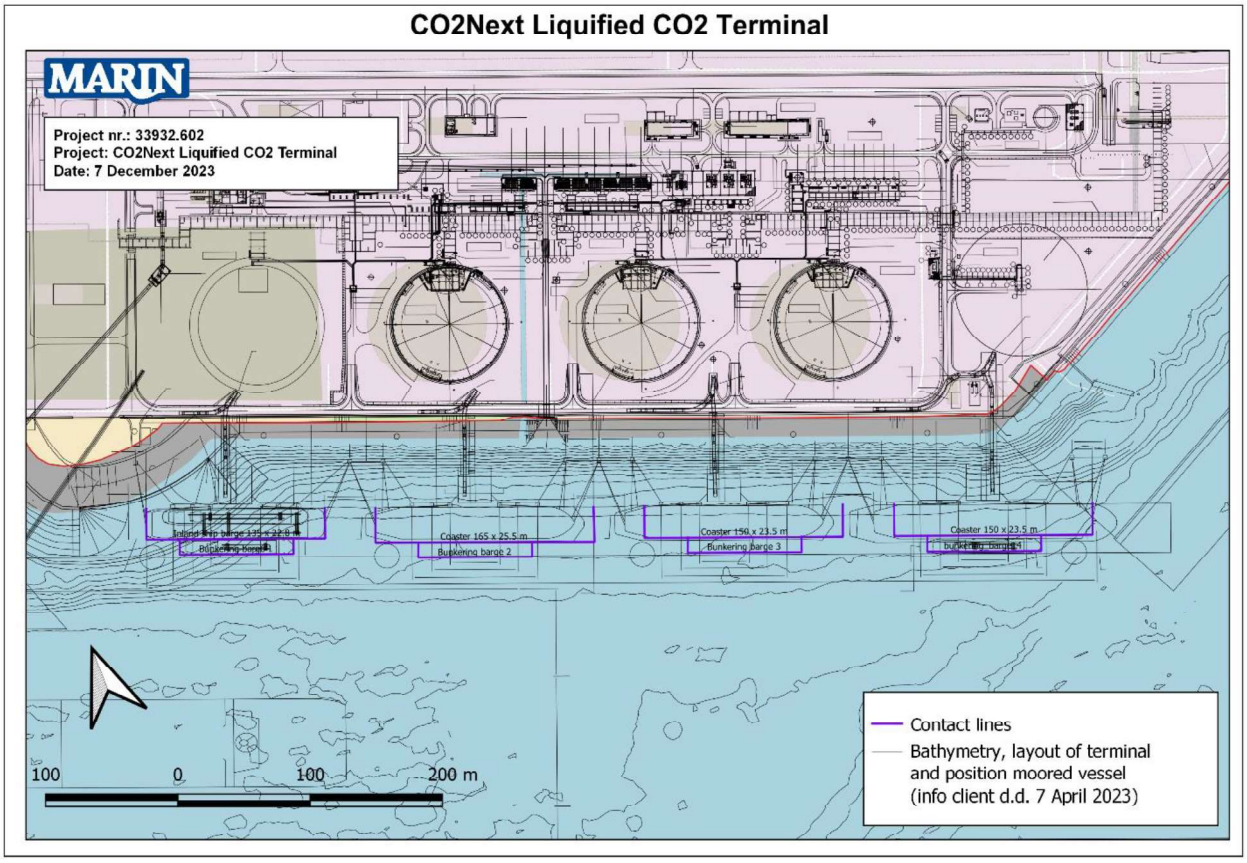


Figure 4-2 Contact lines for study plotted against terminal geographical information supplied by the client in 7 April 2023

4.3.3 Future projection 2050

The risk is calculated for two traffic conditions; the actual traffic condition which based on one year AIS data between August 2022 to July 2023 as presented in section 3.3 and the future traffic condition in 2050. The forecast of ship intensities in the Yangtzekanaal in 2050 is presented in the table below [Source: Port of Rotterdam Authority].

Table 4-1 Traffic projection in 2050

Ship type	GT Class	Samson ship size	Traffic intensities in 2050 wrt 2022
Seagoing	GT1	size 1	171%
	GT2	size 2	194%
	GT3	size 3	217%
	GT4	size 4	170%
	GT5	size 5	180%
	GT6	size 6	200%
	GT7	size 7	84%
	GT8	size 8	257%
Inland	L1 (0 < l ≤ 86)	size 1	107%
		size 2	107%
	L2 (86 < l ≤ 110)	size 3	107%
	L3 (110 < l ≤ 135)	size 4	100%
	L4 (l > 135)	size 5	134%
		size 6	134%

4.3.4 Traffic database

An important part of the CRA is the so-called traffic database used as input for the different calculations with SAMSON. A traffic database consists of two main parts; first the route structure, a combination of waypoints and connecting links. The second part is the shipping intensities on the different links. Finally for each link the total number of vessels passing this line per year per ship type (36 different types) and per ship size class (8 classes based on GT) is known. Part of the definition of a link is also a lateral distribution of the traffic over the link, to take into account the spread of the vessels navigating a waterway.

The traffic database is built up for the present situation and predicted traffic situation of 2050. Figure 4-3 illustrates the different waypoints and connecting links used as input for the SAMSON calculation. The straight lines parallel to the quay walls are the routes for shipping traffic between Maasvlakte 2 and sea or more eastern locations in the Rotterdam port. The other lines indicate traffic coming from Europahaven. The ship intensities and mixture comes from AIS analysis in Section 3.3.

The final representation of the different traffic databases can be found in Figure 4-4 till Figure 4-7.

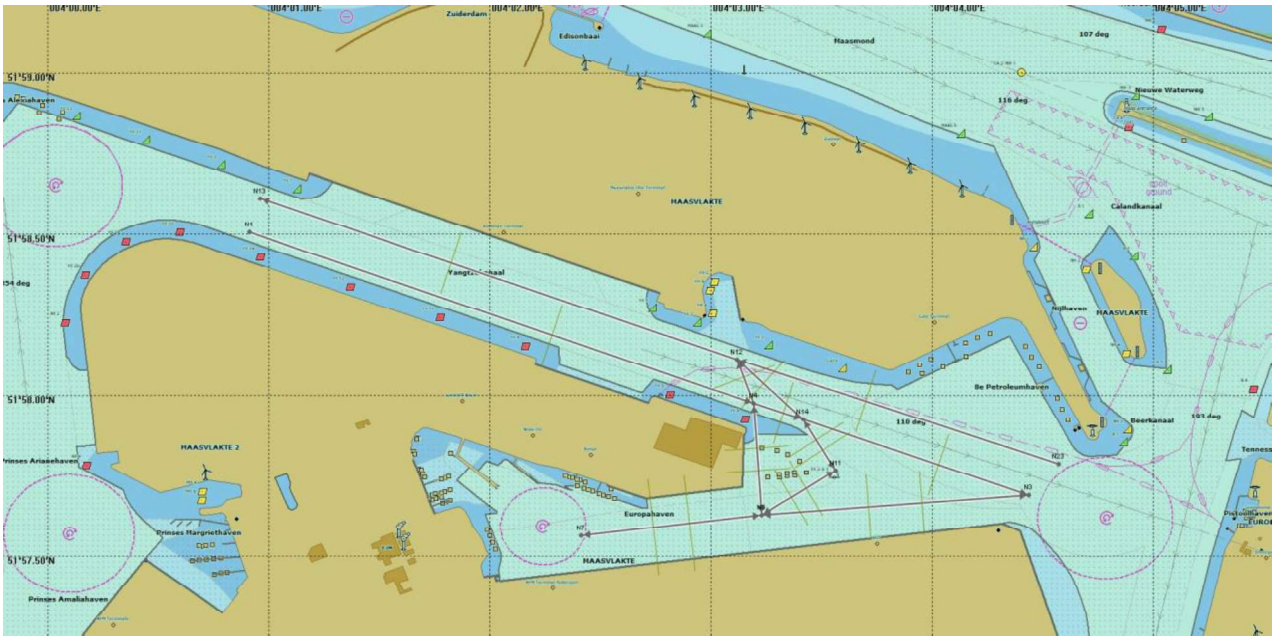


Figure 4-3 Route structure for SAMSON input

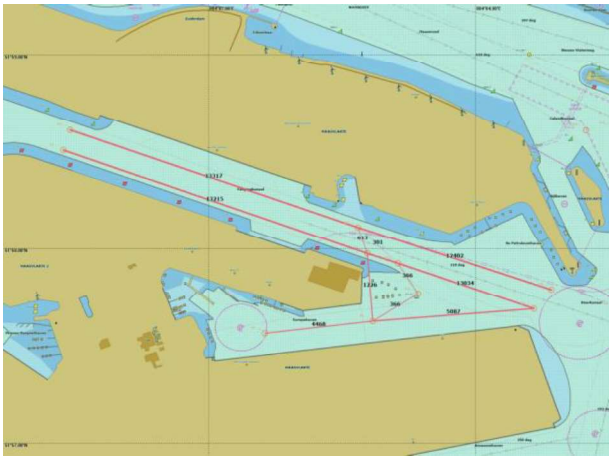


Figure 4-4 Traffic database: seagoing vessel - Base case (2022 situation)

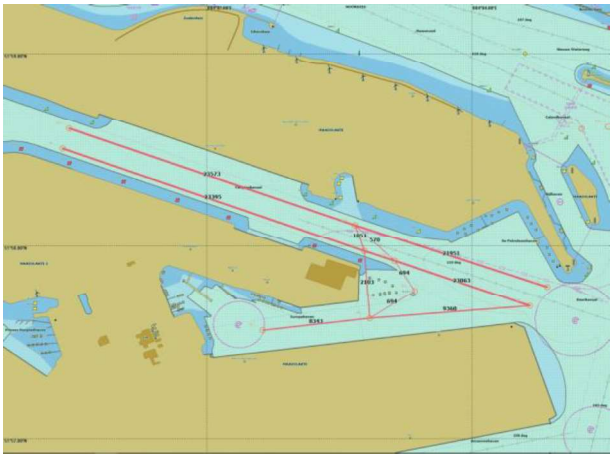


Figure 4-5 Traffic database: seagoing vessel – Future case (2050 situation)

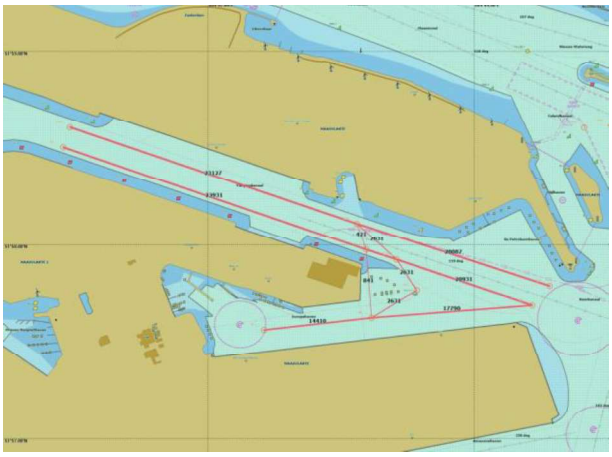


Figure 4-6 Traffic database: inland vessel - Base case (2022 situation)

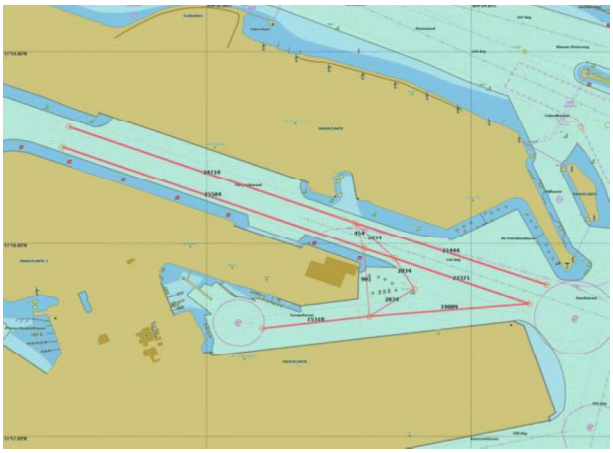


Figure 4-7 Traffic database: inland vessel – Future case (2050 situation)

4.4 Basic accident rates

The basic accident rate for SAMSON is based on the accident level on the North Sea and representative for sea-situation. The basic accident rate for the port area need to be determined separately. To determine the probability of a collision in the port, analysis of the number of relevant accidents observed in the port of Rotterdam was performed in 2010. This has been determine based on the total number of reported incidents in the Rotterdam area from 2008-2010 and the known number of sailed nautical miles in the port area.

In Appendix 1 the basic accident rates for port Rotterdam area is analysed. The number of relevant accidents in the 2018 to 2022 in the Port of Rotterdam and then the number of miles travelled by shipping in the recent year (2021 and 2022) are determined. By dividing these numbers by each other, the accident probability per mile travelled is calculated. These incident rates already include VTS and the use of a pilot, so these measures do not need to be included separately. The new basic accident rate is not yet implemented in this study.

4.5 Mitigating factors

Mitigating measures/regulations are in place in the study area. The existing regulations referred as standard risk control measures or standard risk mitigating measures for the study area are as follow:

VTS (Vessel Traffic Service): It is assumed that a Vessel Traffic Service Centre has a risk reducing effect on the probability of a collision compared to an area without a VTS. Port of Rotterdam area is covered by VTS.

Pilot: It is assumed that a pilot reduces the probability of an accident as a result of a navigation error compared to the same ship sailing the same route without a pilot (based on an analysis of casualty data in the Port of Rotterdam, POLSSS project [Ref 8.], European projects EMBARC and MarNIS [Ref 9.]

For the study area, generally all seagoing vessels with a length > 75m are required to take pilotage. There are a few captains regularly visiting the port of Rotterdam who do have an pilot exemption certificate (the PEC holders).

The influence of mitigating factors by VTS and Pilot is already considered in the accident probability for Port of Rotterdam area, so no additional risk reducing measures are applied for pilot and VTS

Tugs: When the right number and type tugboats are connected it is assumed that this will have a reducing effect on both ramming (powered) groundings (95%) as well as drifting groundings (99%) probabilities compared to the same manoeuvre without the use of tugboats. The effect of connected tugs on the probability of incidents has been estimated by experts (masters, pilots, traffic management personnel and others).

The information on the use of tug assistance for ships passing at the Yangtze canal is provided by Port of Rotterdam authority and summarized in the Table 4-2. For the vessels in the table below, the above reduction factor are applied accordingly.

Table 4-2 Use of tug assistance

Ship type		Tug usage
Containers	Length > 180 m	In general at least one tugboat
	Length > 250 m	At least two tugboats
Tankers	330 m tankers (+/- 300.000 DWT)	
	274 m tankers (+/- 160.000 DWT)	
	250 m tankers (+/- 115.000 DWT)	
Bulkers	290 m bulkers (+/- 180.000 DWT)	

5 PROBABILITY OF COLLISION - RESULTS SAMSON

When the ship is moored at the jetty, other ships are allowed to pass the moored carrier. These other passing ships can strike the moored vessels. The contact with the moored carrier can be caused by a navigation error or an engine failure of the passing vessel.

The contact lines as modelled in SAMSON are shown in Figure 4-2. The risk calculation results in the collision frequencies by all passing ships present in the traffic database. The probabilities are determined for the scenario that the inland barge and coasters with maximum berth utilization of 75% per year. For the LNG bunker barges the result will be presented per year and per call.

5.1 Base case scenario

Inland barge and coasters

The collision frequencies in Table 5-1 show the results for moored LCO2 carriers for the current traffic situation, taking into account various mitigation measures in the study area for maximum berth utilization of 75% per year. The total berthing time equals to 75% of total hours in a year (75% x 365 days x 24 hours = 6570 hours). The collision frequency with pilot on board of some passing vessels and VTS is between 7.74E-03 (once every 129 year) to 8.45E-03 (once every 118 year).

When tug assistance for larger passing vessels is taken into account as a mitigating measure, the frequency of collision decreased to 6.56E-03 (once every 152 year) to 7.14E-03 (once every 140 year). These later results actually represents the current situation, since the tug assistance of the larger vessel is already in place.

Table 5-1 Collision frequencies for the moored LCO2 carrier for present traffic conditions with 75% berth utilization

Jetty number	Vessel	Collision probabilities with 75% of berth utilization (6570 hours per year).			
		Mitigating measure: **pilot and VTS**		Mitigating measure: **pilot , VTS and tugs**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	Inland barge	7.95E-03	126	6.69E-03	149
Jetty 2	Coaster, length 165 m	8.45E-03	118	7.14E-03	140
Jetty 3	Coaster, length 150 m	7.88E-03	127	6.65E-03	150
Jetty 4	Coaster, length 150 m	7.74E-03	129	6.56E-03	152

LNG bunker vessels

For the LNG bunker barges two scenarios are assumed, one minimum scenario where the estimated occupation frequency of the LNG bunker barge is once a month with duration of 4 hours per visit (email client d.d.12 September 2023). And one maximum scenario, where it is assumed that 25% of the time when a LCO2 is present (75% of the year) and LNG bunker barges will be present. This means 1643 hour per year.

Table 5-2 presents the collision frequencies for the base case for both occupation rate scenarios and for the two mitigating measure scenarios (with and without tugs).

The minimal realistic collision frequency per year, including all assumed mitigating measures (pilot, VTS and tugs), varies per jetty position between 3.37E-05 per year (once every 29662 year) up to 3.79E-05 per year (once every 26413 year) when the LNG bunker vessel visit the LCO2-carries once per month with 4 hours visit time. The collision frequency for the maximum scenario (1643 hours per year) varies between 1.15E-03 per year (once every 867 call) to 1.20E-03 per year (once every 772 year).

Table 5-2 Collision frequencies for LNG bunker vessels for the two occupation rate scenarios for present traffic conditions

Jetty number	Vessel	**Minimum scenario:** Collision probabilities when the bunker LNG barges will be present for 4h and 12 calls per year				**Maximum scenario:** Collision probabilities per year when the bunker LNG barges will be present 25% during 75% of berth utilization (1643 hours per year).			
		Pilot and VTS		**Pilot , VTS and tugs**		**Pilot and VTS**		**Pilot , VTS and tugs**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	LNG bunker barge	4.59E-05	21792	3.79E-05	26413	1.57E-03	637	1.30E-03	772
Jetty 2	LNG bunker barge	4.40E-05	22736	3.62E-05	27633	1.51E-03	664	1.24E-03	808
Jetty 3	LNG bunker barge	4.11E-05	24307	3.37E-05	29662	1.41E-03	710	1.15E-03	867
Jetty 4	LNG bunker barge	4.24E-05	23599	3.51E-05	28520	1.45E-03	690	1.20E-03	833

5.2 Future scenario

Inland barge and coasters

The collision frequencies in Table 5-3 present the results for moored LCO2 carrier for future traffic situations, considering different mitigating measures in the study area when the LCO2 carrier is present for a full year.

The collision frequencies in Table 5-3 show the results for moored LCO2 carriers for the current traffic situation, taking into account various mitigation measures in the study area for maximum berth utilization of 75% per year. The collision frequency with pilot on board of some passing vessels and VTS is between 1.39E-02 (once every 72 year) to 1.53E-02 (once every 66 year) when the LCO2 carrier is present for a full year. When tugs assistance for larger passing vessels is taken into account as mitigating measure the collision frequency reduced to 1.10E-03 (once every 91 year) to 1.20E-03 (once every 83 year).

Table 5-3 Collision frequencies for the moored LCO2 carrier for future traffic conditions

Jetty number	Vessel	Collision probabilities with 75% of berth utilization (6570 hours per year).			
		Mitigating measure: **pilot and VTS**		Mitigating measure: **pilot , VTS and tugs**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	Inland barge	1.08E-02	93	8.42E-03	119
Jetty 2	Coaster, length 165 m	1.14E-02	87	9.00E-03	111
Jetty 3	Coaster, length 150 m	1.07E-02	94	8.38E-03	119
Jetty 4	Coaster, length 150 m	1.05E-02	96	8.27E-03	121

LNG bunker vessels

For the LNG bunker barges two scenarios are assumed, one minimum scenario where the estimated occupation frequency of the LNG bunker barge is once a month with duration of 4 hours per visit (email client d.d.12 September 2023). And one maximum scenario, where it is assumed that 25% of the time when a LCO2 is present (75% of the year) and LNG bunker barges will be present. This means 1643 hour per year.

Table 5-2 presents the collision frequencies for the future traffic conditions for both occupation rate scenarios and for the two mitigating measure scenarios (with and without tugs).

So the minimal realistic collision frequency per year, including all assumed mitigating measures (pilot, VTS and tugs), varies per jetty position between 4.24E-05 per year (once every 23595 year) up to 4.76E-05 per year (once every 21016 year) when the LNG bunker vessel visit the LCO2-carries once per month with 4 hours visit time. The collision frequency for the maximum scenario (1643 hours per year) varies between 1.45E-03 per year (once every 690 call) to 1.63E-03 per year (once every 614 year).

Table 5-4 Collision frequencies for LNG bunker vessels for the two occupation rate scenarios for the future traffic conditions

Jetty number	Vessel	**Minimum scenario:** Collision probabilities when the bunker LNG barges will be present for 4h and 12 calls per year				**Maximum scenario:** Collision probabilities per year when the bunker LNG barges will be present 25% during 75% of berth utilization (1643 hours per year).			
		Pilot and VTS		**Pilot , VTS and tugs**		**Pilot and VTS**		**pilot , VTS and tugs**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	LNG bunker barge	6.26E-05	15966	4.76E-05	21016	2.14E-03	467	1.63E-03	614
Jetty 2	LNG bunker barge	6.01E-05	16630	4.55E-05	21980	2.06E-03	486	1.56E-03	642
Jetty 3	LNG bunker barge	5.63E-05	17751	4.24E-05	23595	1.93E-03	519	1.45E-03	690
Jetty 4	LNG bunker barge	5.78E-05	17311	4.41E-05	22692	1.98E-03	506	1.51E-03	663

6 PROBABILITY OF DAMAGE- RESULTS MARCOL

This chapter contains the details about the MARCOL calculations and the combined results of SAMSON and MARCOL.

6.1 Introduction

A loss of contained LCO2 after a collision with an LCO2 carrier may occur when the cargo tank of the LCO2 carrier is penetrated. This will only happen when the LCO2 carrier is hit in the side where the cargo tanks are located. The probability that the damage is that large that the cargo tank is penetrated, depends on many parameters, such as the construction of the LCO2 carrier, the speed of the LCO2 carrier, the mass and speed of the striking vessel, the collision angle and the location of the contact point on the LCO2 carrier. MARIN has developed a tool called MARCOL (for a description see 2.3), which is a rapid calculation tool that determines the damage, based on a certain collision scenario.

In order to determine the final probability of a damage in the cargo tank the results of MARCOL and SAMSON are combined. The result of SAMSON is the accident frequency per year or per call for the different incident types. The result of MARCOL provides the probability of the damage in the outer or inner shell of the hull or the cargo tank of the LCO2 given a certain collision scenario. The collision scenario consists of the collision angle, the colliding ship type and ship size and the “hit” location on the LCO2. All the results of the different collision scenarios are combined to determine the probability of a damage in the cargo tank for each colliding ship type and ship size combination given a collision.

By combining the frequencies per ship type and ship size (from SAMSON) with the probabilities of a damage (from MARCOL) the final frequency of a damage in the cargo tank (per year) is calculated for the different accident types.

6.2 MARCOL calculation parameters

MARCOL needs explicit modelling of the ship structures in order to perform the collision calculations. Therefore, the mid ship structures of the struck ships are to be modelled with their structural properties.

The following ships are to be modelled in MARCOL structurally:

- LCO2 tanker (length = 165 m; width = 25.5 m; draft = 10 m) which expected to be moored at jetty 2, 3 and 4
- LCO2 barge (length = 150 m; width = 22.8 m; draft = 5.1 m) which expected to be moored at all jetties (jetty 1 to 4)

However, these vessels do not exist and therefore, no structural input was supplied to MARIN. New structural designs of these ships have been prepared by using class societies design rules and tools. In this project BV Mars tool of Bureau Veritas was used. The new mid ship structures are based on some existing ships and barges.
The assumed dimensions used within the MARCOL calculation differ somewhat form the dimensions mentioned in 4.3, this does not have a major impact on the results.

The mid ship constructions of the LCO2 tanker and LCO2 barge can be seen below Figure 6-1 and 6-2 below. These information was used to make structural models of the ships in MARCOL.

While preparing the collision scenarios, some collision parameters were used in order to define the ship to ship collision contact locations, angles. Also the different bow shapes were used while defining the both seagoing vessel striking ship database and inland water striking ship databases. These can be seen in Figure 6-3 to 6-5.

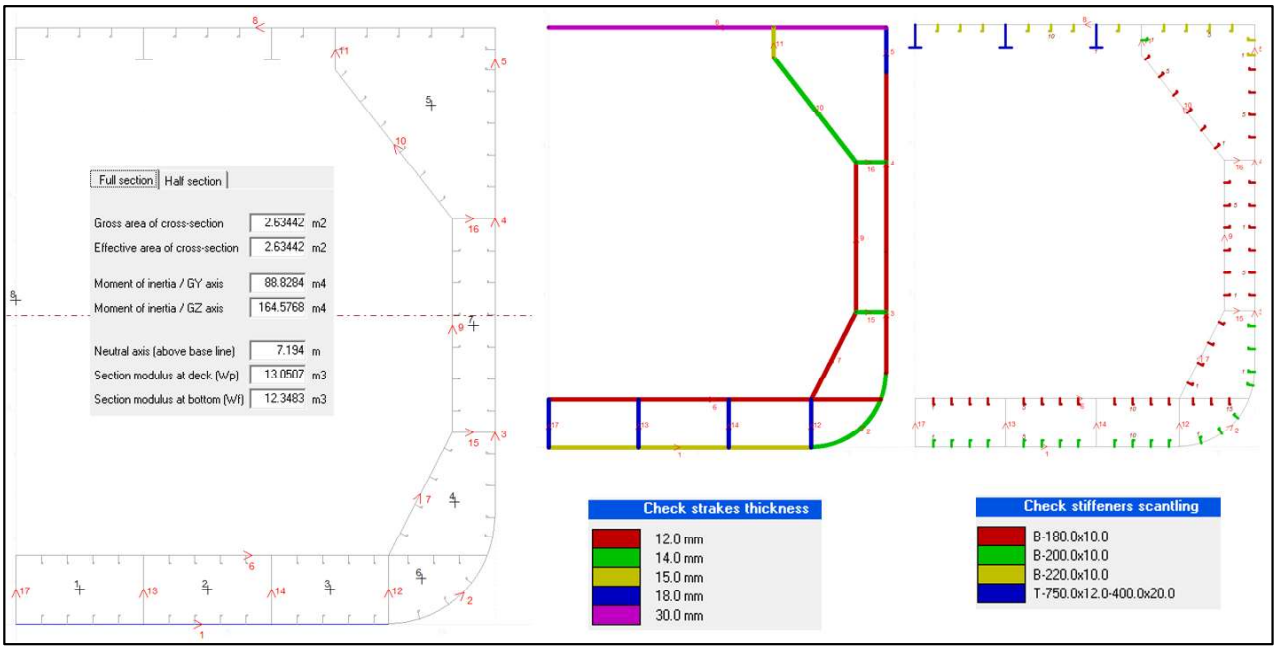


Figure 6-1 Mid ship construction properties of 165 m LCO2 tanker

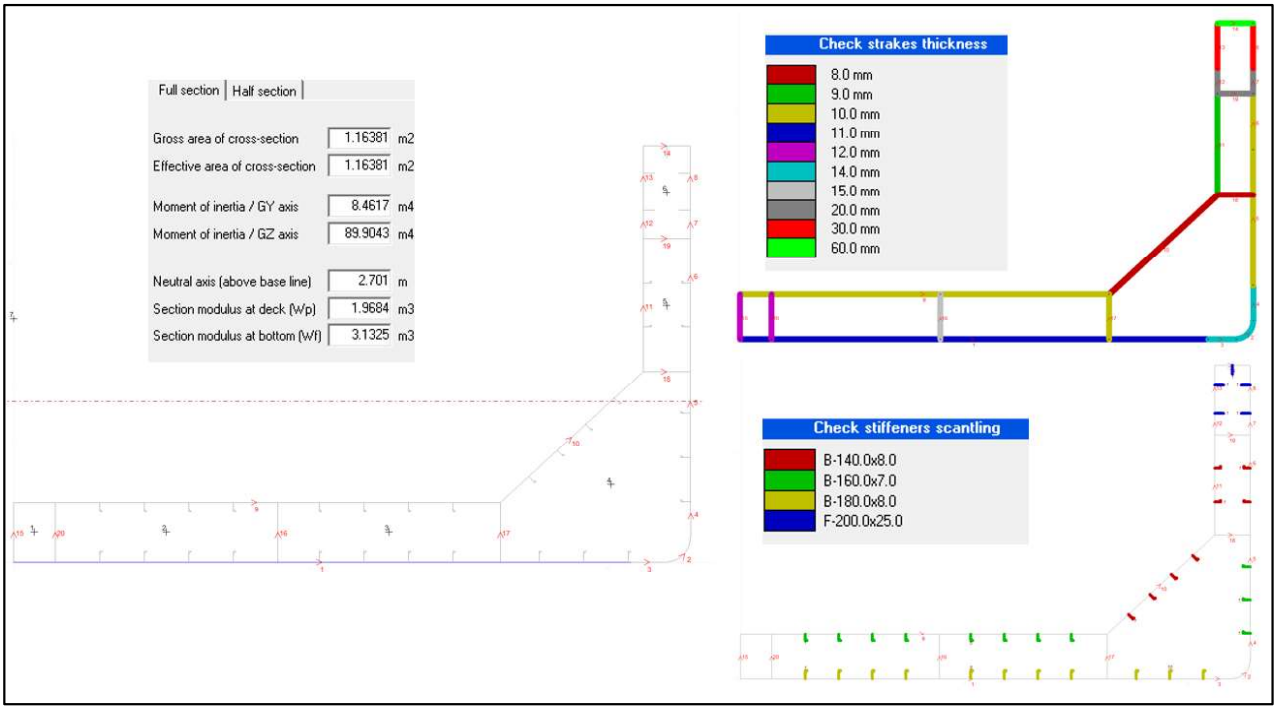


Figure 6-2 Mid ship construction properties of 150 m LCO2 barge

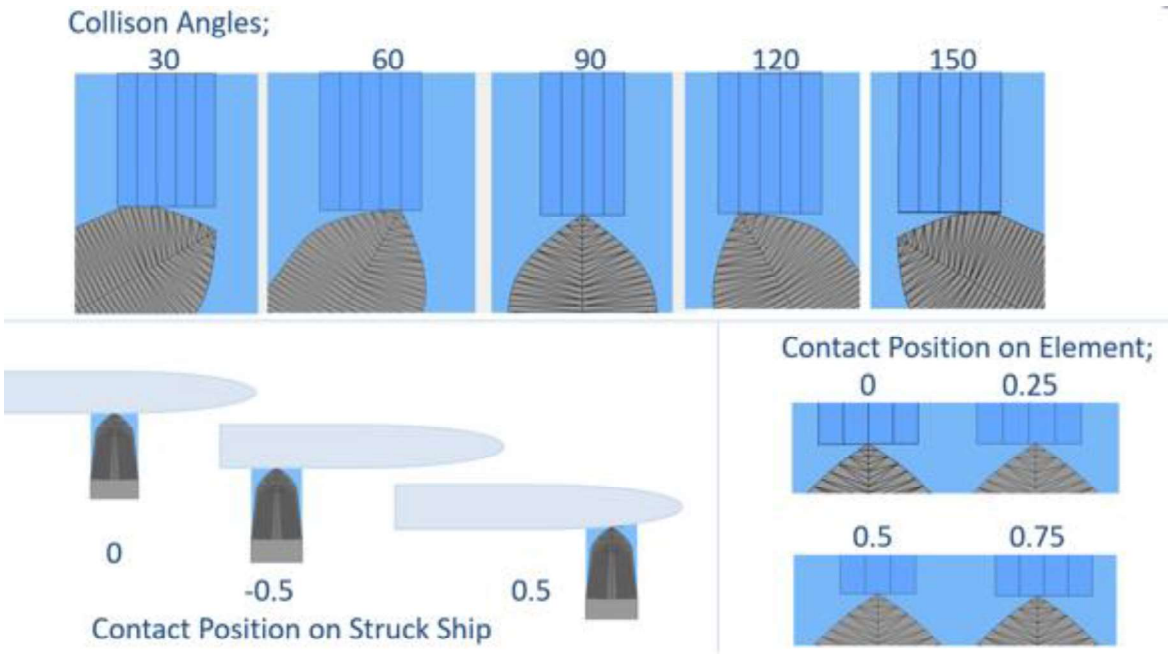


Figure 6-3 Collision parameters

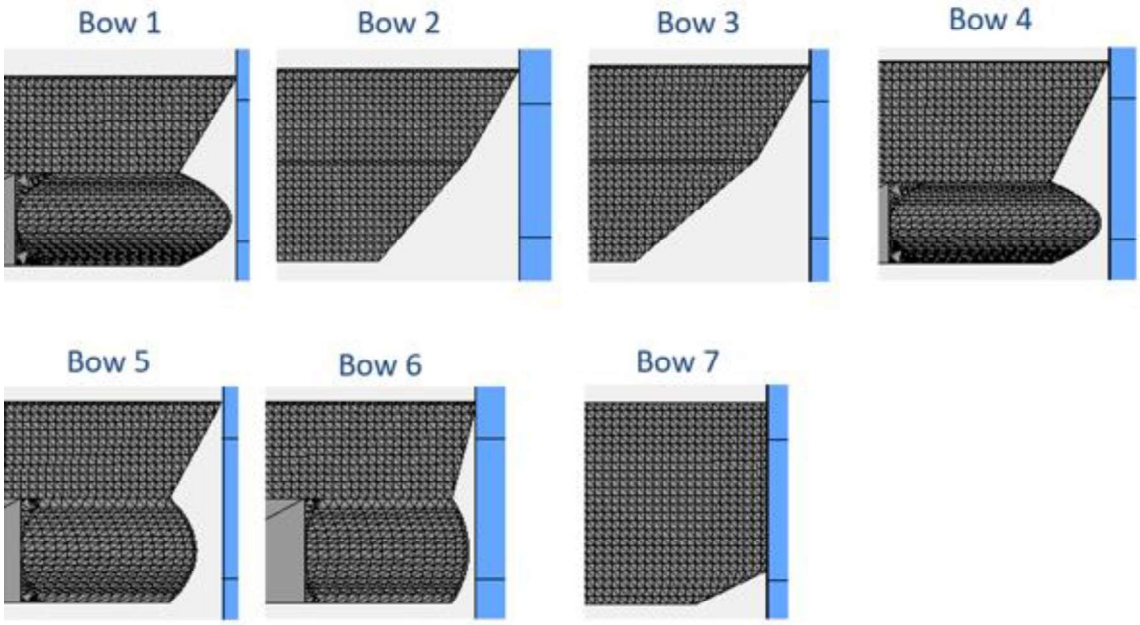


Figure 6-4 Different bow shapes used for seagoing striking ship database

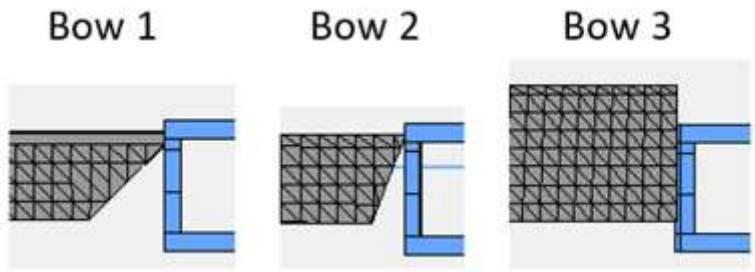


Figure 6-5 Different bow shapes used for inland water striking ship database

6.3 Damage evaluation procedure

MARCOL can calculate the damage values at the outer shell and inner shell of the ship structure automatically. But due to the limitations of the MARCOL tool, the damage calculations of the 3rd additional structure which is the internal LCO2 tanks are not trivial and cannot be directly obtained from the tool itself. In order to overcome this situation the following damage calculation procedure was followed.

Some definitions that were used in the procedure are explained in the following Figure 6-6. Here:

- Outer shell limit: Outer shell is ship's outer shell structure and this limit defines the penetration [m] value where the tearing damage at outer shell begins to occur.
- Inner shell limit: Inner shell defines the inner surface shell of the ship's double hull structure. This limit defines the penetration [m] value where the tearing damage at inner shell begins to occur.
- Touch limit: This limit defines the distance between the widest coordinate of the LCO2 tank shell structure and inner shell. This value is assumed as 2.5 meter in the current analyses. This distance includes the passage between inner shell and LCO2 tank plus the thickness of any possible insulation material of the LCO2 tank. This limit is a touch limit, therefore does not define and damage.
- Rupture limit: This limit defines the penetration value [m] where the tearing damage at the shell of the LCO2 tanks begins to occur. After tearing and rupture damage occurs, a leakage of the LCO2 tank will most likely happen.

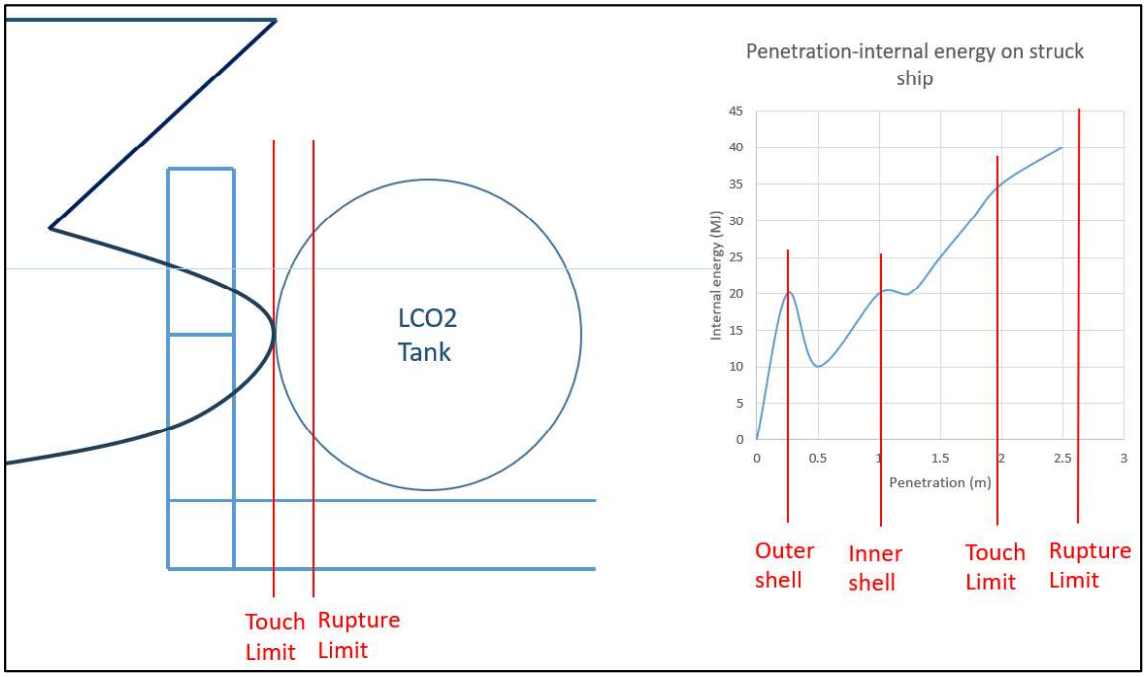


Figure 6-6 Sketch of collision limit definitions

Structural response of the outer shell and inner shell are being calculated by MARCOL tool. But after touch limit is reached, the structural response of the LCO2 tank should be added in the calculations. The response of the LCO2 tank structure were calculated by performing a simplified FEM analysis. The outcome of this simplified non-linear FEM analysis is the structure's plastic deformation and energy absorption against the collision force. The penetration versus response force outcome of the FEM analysis were then used in damage evaluation.

Therefore the damage evaluation procedure is defines as:

- The collision cases that have penetration value more than double side distance (inner shell limit) and has damage on the inner shell are to be identified.
- Check for Touch Limit of LCO2 tank: A distance value between inner shell and widest point of LCO2 tank was defined as 2.5 m. The collision cases that has a penetration higher than this distance are identified as the cases that exceed Touch Limit.
- After touch limit is reached, the structural response of the LCO2 tank should be added in the calculations. The response of the structure is calculated by performing a simplified FEM analysis. After the touch limit is exceeded, the leftover kinetic energy of the striking ship will be absorbed by both LCO2 tank structure and also ship structure.
- Check for Rupture limit of LCO2 tank: The penetration versus force response of the tank which is obtained from FEM analysis is then used to calculate the collision absorption energy of the LCO2 tank up to a rupture limit. When this rupture limit is reached LCO2 tank is assumed as damaged and therefore leakage may happen. Rupture limit is generally defined in FEM analysis by the fracture strain of the tank shell material.
- The collision cases which has leftover energy that is higher than the collision absorption energy of the LCO2 tank are identified as the cases where the rupture damage of the LCO2 tank is happened.
- Rupture damage area occurred at the LCO2 tank is not trivial to calculate because a 3D numerical simulation was not being performed for this step. Rupture limit defines actually the horizontal boundary at the widest point of the LCO2 tanks where the hole size is estimated.
- After the rupture limit is reached, the leftover energy of the striking ship will be calculated and used to calculate the further penetration in the LCO2 tank. Here again the leftover kinetic energy of the striking ship will be absorbed by both LCO2 tank structure and also ship structure. This calculated penetration value [m] is used to calculate the damaged area size at the horizontal boundary defined at rupture limit line. Damaged area is assumed as a circular area with a radius value that is equal to the penetration value in the LCO2 tank. This also assumes that the striking ship bow has a spherical shape.
- The above water and below water damaged area value differentiation is also requested for later use in the nautical Quantitative Risk Assessment of the class society. This differentiation is also not trivial to calculate. Here, another assumption is made by using the collision energy absorption values of above water ship side structure and below water ship side structure. That differentiation exist for ship side structure and being calculated by MARCOL tool. Therefore it is assumed that the same energy ratio character will also be kept on the rupture damage occurred at the LCO2 tank structure. By assuming the energy ratio per collision scenario is same as the damage ratio between under water and above water damage areas at the LCO2 tank, these damage area calculations were performed.

By using the above approach, the damage probabilities of the LCO2 tank can be calculated and also the above water and under water damage differentiation can be obtained for the collision scenarios where striking ship penetration [m] exceeds the rupture limit definition.

6.4 Finite element analysis of internal LCO2 tank

A simplified non-linear FEM model of internal LCO2 tank was developed and its collision energy absorption capacity up to rupture point was calculated.

An assumption was made so that a cylindrical shell that has same radius and the shell thickness as in the real LCO2 tank structure yields similar result in side collisions compared to real LCO2 tank structure. Therefore the following work was executed:

- A simplified 3D FEM model of LCO2 tank by using the drawings supplied by CO_2NEXT was developed with the diameter of 6.65 m, length of 33.9 m (21.7 meter between supports) and 40mm plate thickness. Model has characteristic element size of 50 mm and 237000 element in total.
- Non-linear material properties including, yielding, the necking strain and failure strain values were defined. Because the F550 material properties cannot be found, the equivalent HSLA80 steel was used.
- A 1 m2 loading area was defined as the area effected by the collision and time dependent non-linear penetration analysis was performed in Abaqus FEM software. The resulting response force versus penetration graphic was obtained. Also by defining a rupture point according to the materials failure strain value, the collision absorption energy and the rupture penetration values were calculated.
- The calculations were performed as independent from the collision speed therefore no strain rate effects were included.

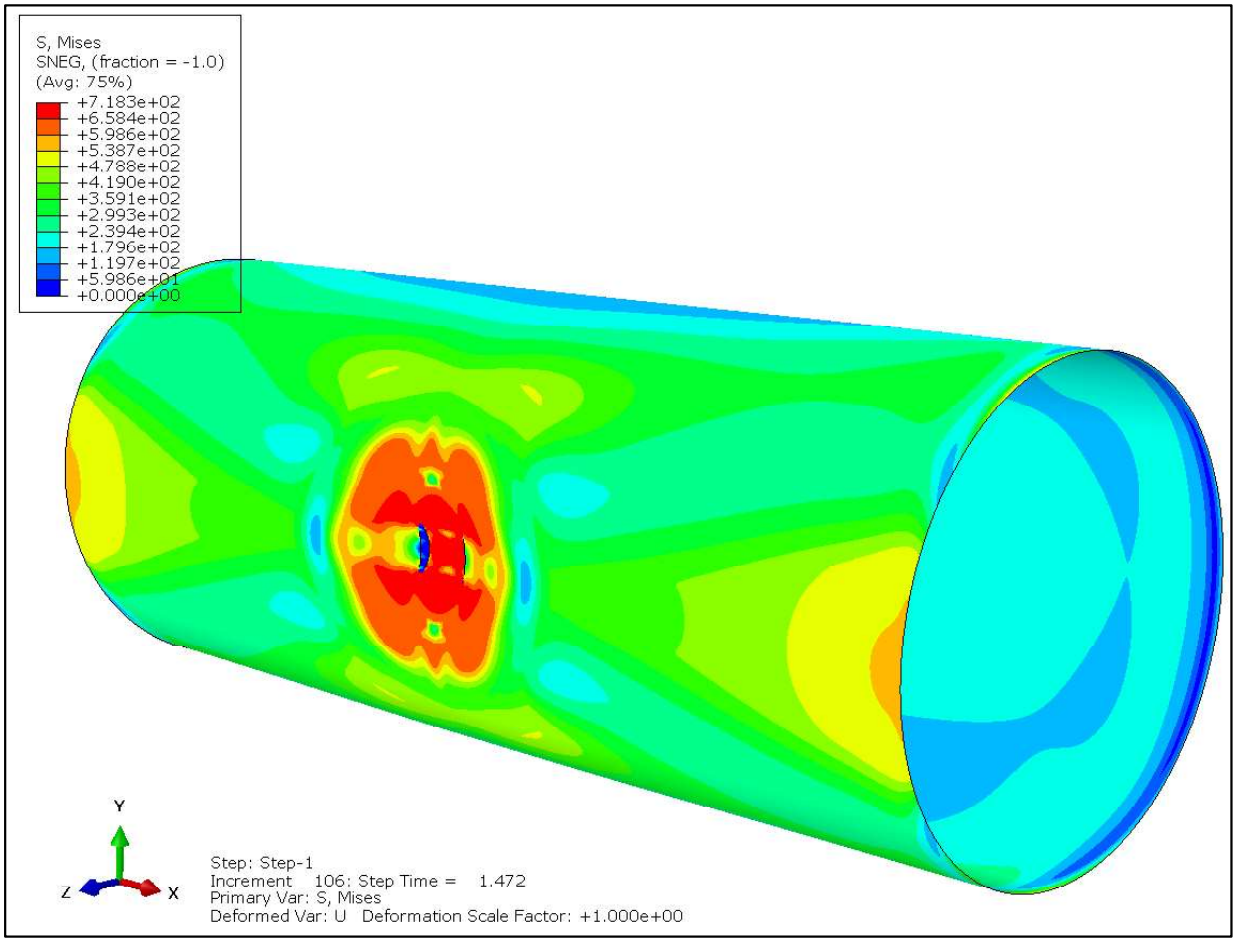


Figure 6-7 Stress distribution after rupture at LCO2 tank occurs

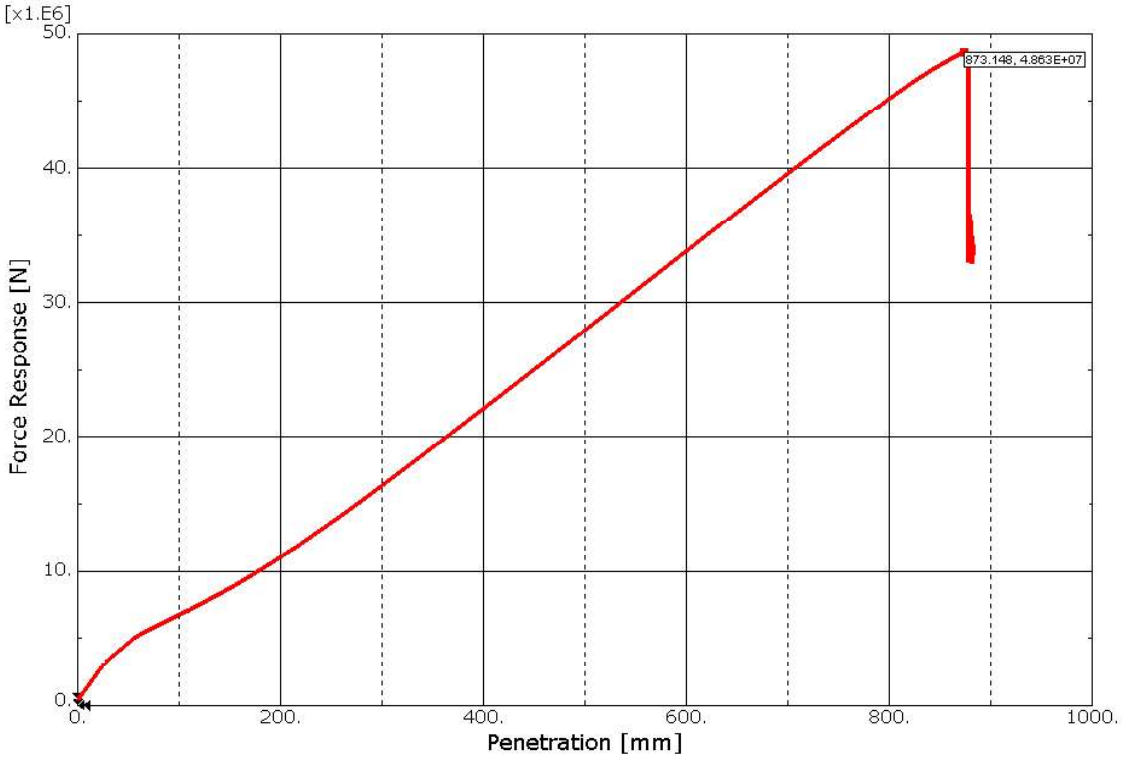


Figure 6-8 Force response of the LCO2 tank structure

It is seen from the graph in Figure 6-8 that tank rupture happens at 873 mm penetration (rupture limit distance) and requires 48630 kN reaction force. This is equal to 21.22 MJ energy absorption. This value was used in the damage evolution procedure to calculate the whether LCO2 tank rupture occurs or not.

6.5 Probability of penetration of the cargo tank as a result of a collisions

Within a port area, it is assumed that:

- 20% of the ships do not or cannot reduce their speed just before the collision and will collide with their sailing speed;
- 80% of the ships will have the collision with a speed of 75% of the average speed.

This distribution is chosen to incorporate the effect of the last minute collision avoidance manoeuvres. The last minute collision avoidance manoeuvre will not reduce the speed but in most cases, the ship will initiate a manoeuvre that turns the ship away from the other ship, which has the same effect as a speed reduction.

From AIS analysis in Section 3.2 it can be noticed that the average speed of most passing ships in front of the future CO_2NEXT terminal is around 8kn. Applying the above assumption, MARCOL calculations are performed with three speed settings for the passing vessels. The collision speed of the passing ships is set to 6kn, 8kn, and 10kn. The contribution of the probability of damage per collision speed is set to 80%, 19% and 1% respectively.

For the inland high speed ferry the collision speed is set at 29kn. This special case was also calculated in MARCOL. The result was that this collision case does not result in damage to the inner shell or cargo tank of the LCO2 carriers. Furthermore, larger vessels with tug assistance have a lower passing speed. A lower collision speed (5kn) was calculated for these vessels.

The LNG bunker vessel visit is considered in the collision frequency calculation. When a LNG bunker barge moored alongside the moored LCO2 carrier it will considered as a shield which protect the moored LCO2 carrier from the passing ships. Thus the probability of collision for LCO2 carrier during LNG bunker vessel visit is equal to zero (minimum occupation scenario for the LNG bunker barge is assumed).

All mitigating measures: VTS and pilots, and tugs connected to the larger passing vessels is considered. The expected total frequency of damage of the cargo tank (above and below water) are given in Table 6-1 for the present traffic situation and the future traffic situation. In Table 6-2 the total expected frequencies are presented per hole size for the present situation. The results for the future case scenario are per hole size are presented in Table 6-3.

Table 6-1 Total frequency of a damage to the cargo tank as a result of a collision between a LCO2 carrier and other passing vessels for present and future traffic conditions

Jetty number	Vessel	Total frequency of damage to the cargo tank per year 75% occupation rate Mitigating measure: pilot , VTS and tugs			
		Present traffic		**Future traffic**	
		Freq/yr	Once every ... year	Freq/yr	Once every ... year
Jetty 1	Inland barge	1.29E-05	77686	1.74E-05	57482
Jetty 2	Coaster, length 165 m	2.91E-05	34401	3.61E-05	27671
Jetty 3	Coaster, length 150 m	2.76E-05	36212	3.45E-05	28994
Jetty 4	Coaster, length 150 m	2.68E-05	37269	3.35E-05	29846

Table 6-2 Frequency of damage to the cargo tank as a result of a collision between a LCO2 carrier and other passing vessels for present traffic conditions per hole size

		Frequency of damage to the ship's cargo tank per hole size . **Base case scenario.** Mitigating measure: **pilot , VTS and tugs** **Occupation rate 75%**			
Jetty number		Jetty 1	Jetty 2	Jetty 3	Jetty 4
Vessel		Inland barge, length 150 m	Coaster, length 165 m	Coaster, length 150 m	Coaster, length 150 m
Hole size in the cargo tank [m^2]	0 < D ≤ 1	6.64E-06	1.51E-05	1.42E-05	1.40E-05
	1 < D ≤ 2	1.19E-06	3.16E-06	3.01E-06	2.91E-06
	2 < D ≤ 3	1.02E-06	2.97E-06	2.84E-06	2.72E-06
	3 < D ≤ 4	6.68E-07	1.43E-06	1.36E-06	1.29E-06
	4 < D ≤ 5	9.15E-07	3.33E-07	3.19E-07	3.06E-07
	5 < D ≤ 6	3.08E-07	4.53E-07	4.36E-07	4.19E-07
	6 < D ≤ 7	2.86E-07	4.28E-07	4.12E-07	3.97E-07
	D > 7	1.85E-06	5.24E-06	4.99E-06	4.75E-06
	Total	1.29E-05	2.91E-05	2.76E-05	2.68E-05

Table 6-3 Frequency of damage to the cargo tank as a result of a collision between a LCO2 carrier and other passing vessels for future traffic conditions

		Frequency of damage to the ship's cargo tank per hole size . **Future traffic scenario.** Mitigating measure: **pilot , VTS and tugs** **Occupation rate 75%**			
Jetty number		Jetty 1	Jetty 2	Jetty 3	Jetty 4
Vessel		Inland barge, length 150 m	Coaster, length 165 m	Coaster, length 150 m	Coaster, length 150 m
Hole size in the cargo tank [m^2]	0 < D ≤ 1	9.34E-06	1.79E-05	1.70E-05	1.68E-05
	1 < D ≤ 2	1.52E-06	3.88E-06	3.72E-06	3.58E-06
	2 < D ≤ 3	1.26E-06	3.79E-06	3.63E-06	3.48E-06
	3 < D ≤ 4	9.57E-07	1.96E-06	1.87E-06	1.78E-06
	4 < D ≤ 5	1.20E-06	5.21E-07	5.02E-07	4.84E-07
	5 < D ≤ 6	4.66E-07	6.35E-07	6.12E-07	5.93E-07
	6 < D ≤ 7	3.92E-07	6.25E-07	6.03E-07	5.85E-07
	D > 7	2.25E-06	6.83E-06	6.52E-06	6.23E-06
	Total	1.74E-05	3.61E-05	3.45E-05	3.35E-05

7 SUMMARY

A summary of the calculated collision frequency of a passing vessel against the moored LCO2 barge and coasters at the planned CO_2NEXT terminal is given in Table 7-1. The collision frequency of a passing vessel against the LNG bunker vessels when it moored alongside the LCO2 carriers is given in Table 7-2 for the minimum occupation rate scenario and in Table 7-3 for the maximum occupation scenario. The calculations are determined for standard mitigating measures VTS, pilot and tugs and are performed for the year 2022 as baseline and future traffic projection in 2050. An increase of about 26% in collision frequency for future traffic compared to the current traffic is noted.

Table 7-1 Summary of collision frequencies for LCO2 barge and coasters

Jetty number	Vessel	Collision frequencies for the LCO2-carrier with 75% of berth utilization (6570 hours per year).			
		Mitigating measure: **pilot , VTS and tugs**			
		Current traffic condition		**Future traffic condition**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	Inland barge	6.69E-03	149	8.42E-03	119
Jetty 2	Coaster, length 165 m	7.14E-03	140	9.00E-03	111
Jetty 3	Coaster, length 150 m	6.65E-03	150	8.38E-03	119
Jetty 4	Coaster, length 150 m	6.56E-03	152	8.27E-03	121

*Table 7-2 Collision frequencies for bunker vessels for present and future traffic conditions - **minimum occupation scenario** (1 visits per month for 4 hours – 48hours per year)*

Jetty number	Vessel	Collision frequencies for the bunker vessel in case of 1 visit per month (48 hours per year). **Current traffic conditions**				Collision frequencies for the bunker vessel in case of 1 visit per month (48 hours per year). **Future traffic conditions**			
		Pilot and VTS		**Pilot , VTS and tugs**		**Pilot and VTS**		**Pilot , VTS and tugs**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	LNG bunker barge	4.59E-05	21792	3.79E-05	26413	6.26E-05	15966	4.76E-05	21016
Jetty 2	LNG bunker barge	4.40E-05	22736	3.62E-05	27633	6.01E-05	16630	4.55E-05	21980
Jetty 3	LNG bunker barge	4.11E-05	24307	3.37E-05	29662	5.63E-05	17751	4.24E-05	23595
Jetty 4	LNG bunker barge	4.24E-05	23599	3.51E-05	28520	5.78E-05	17311	4.41E-05	22692

*Table 7-3 Collision frequencies for bunker vessels for present and future traffic conditions - **maximum occupation scenario** (25% of the time a LCO2 tanker is present – 1643 hours per year)*

Jetty number	Vessel	Collision frequencies for the bunker vessel maximum occupation scenario (1643 hours/year). **Current traffic conditions**				Collision frequencies for the bunker vessel maximum occupation scenario (1643 hours/year). **Future traffic conditions**			
		Pilot and VTS		**Pilot , VTS and tugs**		**Pilot and VTS**		**Pilot , VTS and tugs**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	LNG bunker barge	1.57E-03	637	1.30E-03	772	2.14E-03	467	1.63E-03	614
Jetty 2	LNG bunker barge	1.51E-03	664	1.24E-03	808	2.06E-03	486	1.56E-03	642
Jetty 3	LNG bunker barge	1.41E-03	710	1.15E-03	867	1.93E-03	519	1.45E-03	690
Jetty 4	LNG bunker barge	1.45E-03	690	1.20E-03	833	1.98E-03	506	1.51E-03	663

The impact of a collision resulting in damage to the cargo tank was determined for moored LCO2 barges and coasters. The results for the current and future traffic situation are given in Table 7-4

Table 7-4 Total frequencies of damage to the cargo tank as a result of a collision between a LCO2 carrier and other passing vessels for present and future traffic conditions

Jetty number	Vessel	Total frequency of damage to the cargo tank per year 75% occupation rate Mitigating measure: pilot , VTS and tugs			
		Present traffic		**Future traffic**	
		Freq/yr	Once every … year	Freq/yr	Once every … year
Jetty 1	Inland barge	1.29E-05	77686	1.74E-05	57482
Jetty 2	Coaster, length 165 m	2.91E-05	34401	3.61E-05	27671
Jetty 3	Coaster, length 150 m	2.76E-05	36212	3.45E-05	28994
Jetty 4	Coaster, length 150 m	2.68E-05	37269	3.35E-05	29846

Reference study

Some reference projects are shown in Table 7-5. The table shows comparison parameters such as the number of ship passages modelled at the study area and type of object modelled for calculation. The result of collision frequency is based on the assumption that the terminals occupancy is 100% (thus the object is always there and exposed to shipping traffic).

The type of object gives insight in the length of the contact lines as used in the SAMSON model. The larger the ships the longer the contact lines. The number of passages determined the traffic intensities in SAMSON's traffic database input for this study.

Recent study in which MARCOL calculations were carried out is a safety study for LNG in Vietnam where the probability damage at ship's inner shell calculated. Another reference study was the study in 2012 where probability of damage at the cargo tank calculated.

Table 7-5 Collision frequency for various study

Project location	Type of moored ships	Number of passages	Collision probability (once every … year)
Rotterdam, Yangtze canal [Ref 2.]	LNG carrier, 180 m length, 25 m width	45000	70.4
	LNG barge, 90 m length, 15 m width		140.8
	CO2 tanker, 240 m length, 35 m width		54.2
	CO2 barge, 135 m length, 23 m width		77.2 to 78.4
Rotterdam, various terminals	AFRAmax, 245 m length, 40 m width	84000	36.8
	SUEZmax, 285 m length, 45 m width		31.1
	Tankers, 250 to 300 m length	210000	6.7
	Tanker, 250 m length, 42 m width		13.9
	Tanker, 275 m length, 50 m width		12.3
Vietnam	LNGC tanker, 295 length, 46.4 m width	15450	240

Table 7-6 Result of damage probability for various study

Project location	Type of moored ships	Number of passages	Total collision probability	Probability of damage at ship's inner shell	Probability of damage at cargo tank
Vietnam	LNGC tanker, 295 length, 46.4 m width	15450	240	3447	Not calculated
Rotterdam, Yangtze canal [Ref 3.]	LNG carrier, 180 m length, 25 m width	45000	74.1	Not calculated	0
	LNG barge, 90 m length, 15 m width		148.2		145793

REFERENCES

[Ref 1.] Desk study ship passages on new mooring location for the CO2 tankers at the Yangtze Canal, MARIN, 33932.601_v1, March 2022.

[Ref 2.] Aanvaarrisico afgemeerde small scale LNG carrier en CO2 tankers in de Yangtzehaven, MARIN, 25560-1-MSCN-rev.4, October 2011.

[Ref 3.] Kans op een gat in de ladingtank van afgemeerde LNG carriers en barges in de Yangtzehaven, MARIN nr. 25817-1-MSCN-rev.3, 20 augustus 2012

[Ref 4.] Bogaert, Hannes and Bart Boon, New collision damage calculation tool used for quantitative risk analysis for LNG import terminal, ICCGS, 2007

[Ref 5.] MARIN

Memo with the input for the SAMSON calculation “Basis of simulations of the CRA, Wageningen, 16 September 2021.

[Ref 6.] IMO website, Dec 2010. Formal Safety Assessment.

http://www.imo.org/OurWork/Safety/SafetyTopics/Pages/FormalSafetyAssessment.aspx.

International Maritime Organisation

[Ref 7.] Stopford, Martin

Maritime Economics, London, 1997.

[Ref 8.] C. van der Tak, J. H. de Jong, W. A. de Vries

Policy for Sea Shipping Safety

2nd International Conference on collision and grounding of ships, Copenhagen, July 2001

[Ref 9.] C.C. Glansdorp, C. van der Tak, C.P.M. Willems, M.A. Wolters

Navigation risks in ports: does it assist our decisions on Navigation Support

5th Congress of the International Harbour Masters Association, Malta 2006

APPENDICES

APPENDIX A: ANALYSIS ON RECENT ACCIDENT STATISTICS IN THE PORT OF ROTTERDAM

Accident data from 2012 to April 2023 were provided by the Port of Rotterdam Authority. However, as there are some differences in the categorisation of collisions between the 2012-2017 dataset and the 2018-2023 dataset, the accident statistics are based on the 2018-2023 dataset.

The data set consist of the following information:

- Incident number
- Start date
- Time
- IMO classification (ESO, MESO, ZESO, Voorval)
- Incident Description
- Longitude (Y)
- Latitude (X)
- Collision characteristic (ship-ship, ship-object, ship-infrastructure, blank)
- Additional characteristic (ship-ship, ship-object, ship-infrastructure, multiple types, blank)
- Subtype (ship - moored ship, ship - Sailing ship, ship - Buoy, ship - Bridge, ship - Dam wall, ship - Floating device, ship - quay, ship - groin, ship - underwater obstacle, ship - bank, ship - pole, ship - lock, ship - jetty, blank)

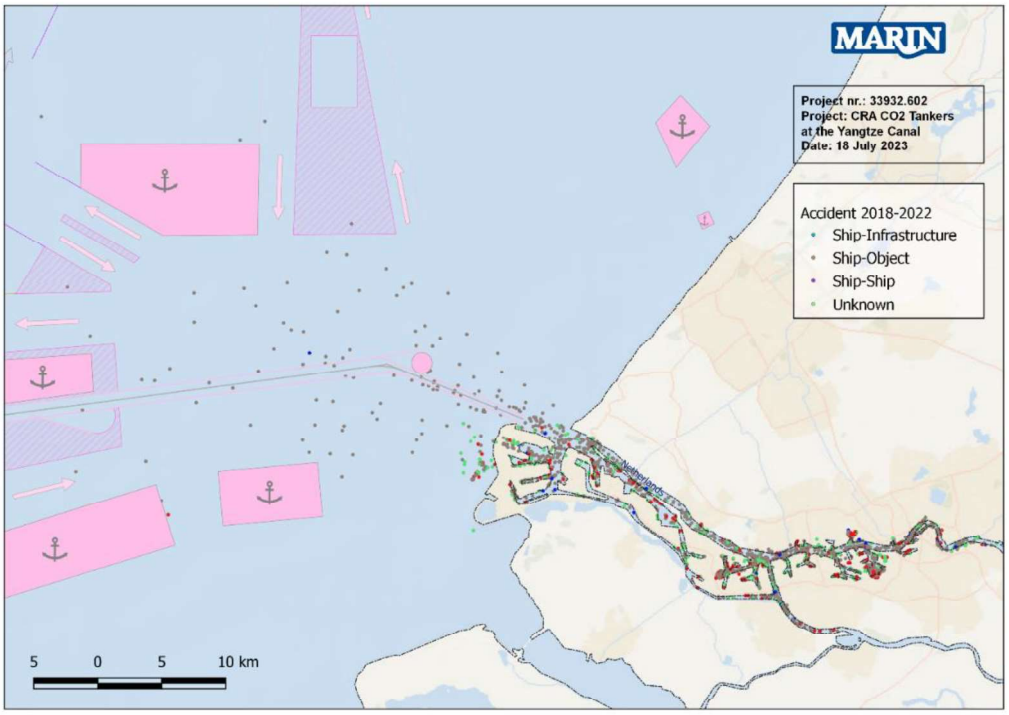


Figure A1- 1 All accident in 2018-2023 registered by Port of Rotterdam

Division of accident based on collision characteristic for year 2018 up to 2022[3] is shown in Table A1-1 and Figure A1-2. The figures include both seagoing and inland shipping.
The total number of accidents and ship-infrastructure has increasing trends except for the year of 2022. The number of ship-object fluctuates slightly. The ship-ship accident has increase trends. Table A1-2 presents accident classification per subtype.

[3] year 2023 is not included because the data contain accident only up to April

Table A1- 1 Number of accidents per type per year in Port of Rotterdam area

Type of incidents	Year of incidents					Total
	2018	2019	2020	2021	2022	
Ship-Infrastructure	55	66	71	83	70	**345**
Ship-Object	4	6	5	10	6	**31**
Ship-Ship	48	42	42	53	60	**245**
Total	**107**	**114**	**118**	**146**	**136**	**621**

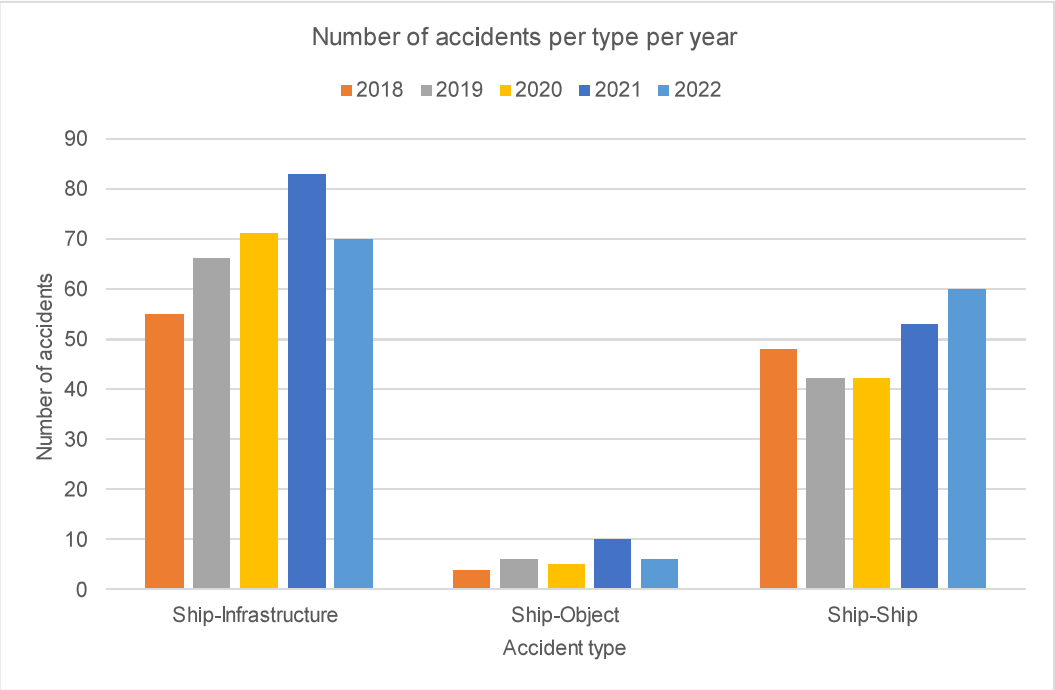


Figure A1-2 Number of accidents per type per year in Port of Rotterdam area

Table A1- 2 Number of accidents per subtype per year in Port of Rotterdam area

Subtype accident (ship - ...)	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Moored ship	20	30	30	34	39	**153**
Sailing ship	26	13	10	20	16	**85**
Buoy	4	4	2	5	7	**22**
Bridge	4	6	2	10	4	**26**
Dam wall	1	2		1	1	**5**
Floating device		1	1	1		**3**
Quay	12	21	21	24	20	**98**
Groyne	9	5	7	8	5	**34**
Underwater obstacle		1	1	1		**3**
Bank	10	12	24	18	21	**85**
Pole	9	11	9	13	11	**53**
Lock	1			1	1	**3**
Jetty	4	4	6	5	4	**23**
Unknown	7	4	5	5	7	**28**
Total	**107**	**114**	**118**	**146**	**136**	**621**

Selection of relevant accidents
The number of so-called relevant accidents was selected based on a number of criteria:

- the type of accident
- the type of infrastructure and object
- the area in which the accident occurred
- the voyage phase in which the accident occurred

Type of accident
The aim of the analysis is to find the probability per vessel mile that an event leading to an accident similar to a collision of a moored vessel. The accident probability describes the cause of the accident, which could be human error or an engine problem. Therefore, the analysis chose to include the following accident types as relevant (similar):

- Collision only between sailing-moored vessels
- Collision with certain object and infrastructure.

Types of object and infrastructure
It is assumed that the reaction on board ships is not the same for all types of objects. People are more likely to avoid a collision with a quay than a collision with a buoy. Therefore the type of object that was collided with looked in more detail. The following types of objects were included as relevant:

- Moored ship
- Dam wall
- Quay walls
- Groyne
- Bank/shore installation
- Jetties

Area
As shown in Figure A1-1 the registered accident spread from the TSS and approach area Rotterdam up to the Oude and Nieuwe Maas river. A study area for the accident statistic is established to represent only accident in the Port of Rotterdam area as shown in Figure A1-3.

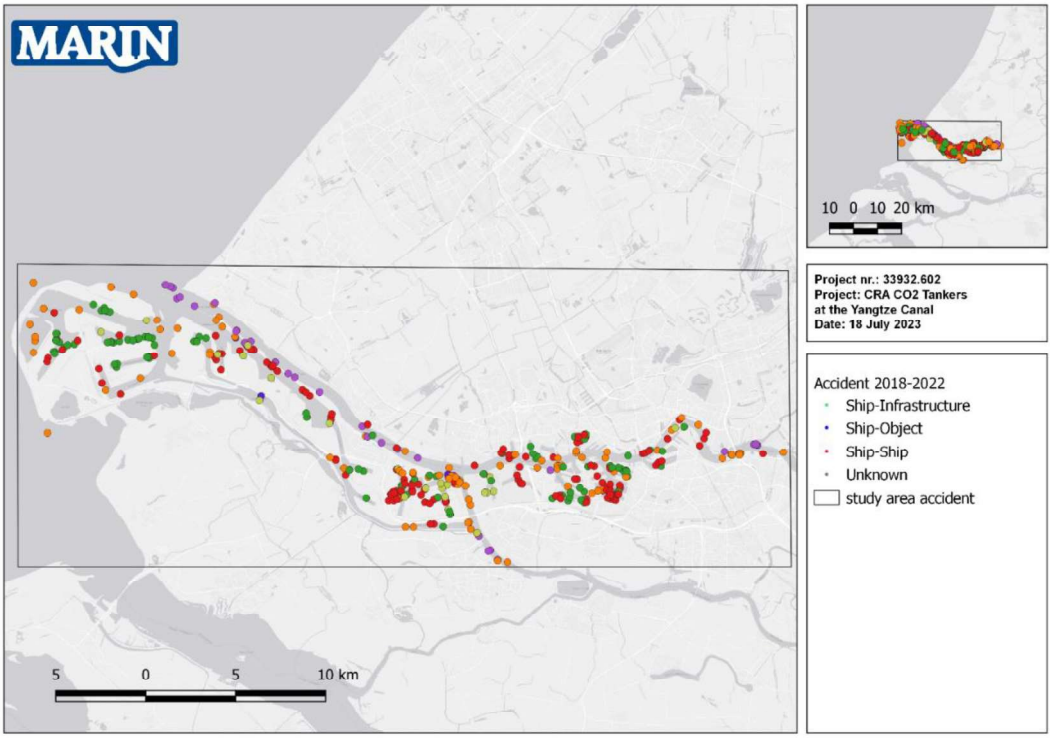


Figure A1-3 Study area for accident analysis and all accident in the Port of Rotterdam area in the period of 2018-2022

In further analysis only accident in above area will be taken into account.

Voyage phase

In 2010 analysis it has been found that some of the accidents occur during docking and unmooring. These accidents are not relevant when the probability of a passing ship going off course and hitting a moored ship is considered. It was chosen not to include the voyage phase "mooring/docking" because in those cases it is clearly a voyage phase in which the ship is not sailing within the normal circumstances. Assumption has been made in which that 85% of the relevant accidents within the relevant area occurred within and relevant voyage phase.

In 2018-2022 data set the voyage phase information is not included. The 85% factor will be used to take into account accidents with relevant voyage phase.

Selected accidents

Following the type of accident, type of object and infrastructure and area selection criteria. The relevant accident in the port of Rotterdam area is presented in Figure A1-3 and Table A1-2. The relevant accident consist 60% of total data set.

Tabel A1- 1 Relevant accident in the Port of Rotterdam area

Subtype accident (ship - …)	2018	2019	2020	2021	2022	Total	Relevant	Total relevant
Moored ship	19	27	28	31	35	**140**	Yes	140
Sailing ship	24	12	10	20	16	**82**	No	0
Buoy	4	4	2	5	7	**22**	No	0
Bridge	4	6	2	9	4	**25**	No	0
Dam wall	1	1		1	1	**4**	Yes	4
Floating device		1	1	1		**3**	No	0
Quay	11	20	21	24	18	**94**	Yes	94
Groyne	9	5	7	8	5	**34**	Yes	34
Underwater obstacle		1	1	1		**3**	No	0
Bank	10	11	23	18	20	**82**	Yes	82
Pole	9	11	7	13	10	**50**	No	0
Lock	1			1	1	**3**	No	0
Jetty	3	4	5	5	4	**21**	Yes	21
Unknown	189	182	203	204	268	**1046**	No	0
Total	**284**	**285**	**310**	**341**	**389**	**1609**		**375**

Finally, it was assumed based on study in 2010 [Ref 2.] that 85% of accidents occurred within a relevant travel phase. Applying this factor, the average of relevant accident in Port of Rotterdam taking place in relevant voyage phase is 63.75 accidents per year.

Accident type	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Collision with moored ship	19	27	28	31	35	**140**
Collision with object or running aground/in the side	34	41	56	56	48	**235**
Total	**53**	**68**	**84**	**87**	**83**	**375**
Relevant Accident happen in relevant journey phase (85%)	45.05	57.8	71.4	73.95	70.6	**319**
Average relevant accident in relevant journey phase per year	**63.75**					

Number of miles travelled

The number of accidents at ports is used to calculate the probability of an accident at a given port. For this purpose, an accident probability per vessel mile is determined. Thus, to determine this probability, the total number of nautical miles sailed within the selected port area is needed.

The number of nautical miles sailed in the entire Rotterdam port area is calculated for the year 2022/2023 based on AIS. This yielded a total of 3.47 million nm for the entire area.

Total accident probability

All results are combined to determine the probability of a relevant accident per million vessel miles travelled. Using the recent data, the probability of a relevant accident is 18.37 per million vessel miles.

Compared to the result of study in 2010, the probability of a relevant accident was 6.96 per million vessel miles. The recent probability of accident is 2.64 times higher than the result in 2010.

APPENDIX B: DESCRIPTION OF THE CONTACT MODEL

Description of the contact model

Two causes of contact with an object or pier are revealed during accident analyses:
- a contact as a result of a navigational error,
- a contact as a result of a mechanical failure of the engine or steering engine.

The first type is due to a human failure in the vicinity of a pier that cannot be recovered or is recovered after the point of no return. In some cases the forces of nature are too large to be compensated with the in board power. In these cases the navigator made the mistake to be too close to a pier where the vessel has insufficient means to deal with such a situation.
The second type is the result of a power failure near a pier. Both accident types have a common characteristic: the vessels are close to a pier.

Contact with a pier as a result of a navigational error (ramming)

In Figure B- 1 a vessel is shown at a distance x from the last waypoint. The vessel proceeds to the next waypoint where the vessel has to change course. Around the course line of the vessel and a given position of the vessel on its track 6 lines are drawn on either side of the vessel with an interval of 10˚. The pier near the vessel is defined as a selection of straight lines between different points. These straight lines are characterized by two geographic positions. In the figure they are denoted as 1 and 2.

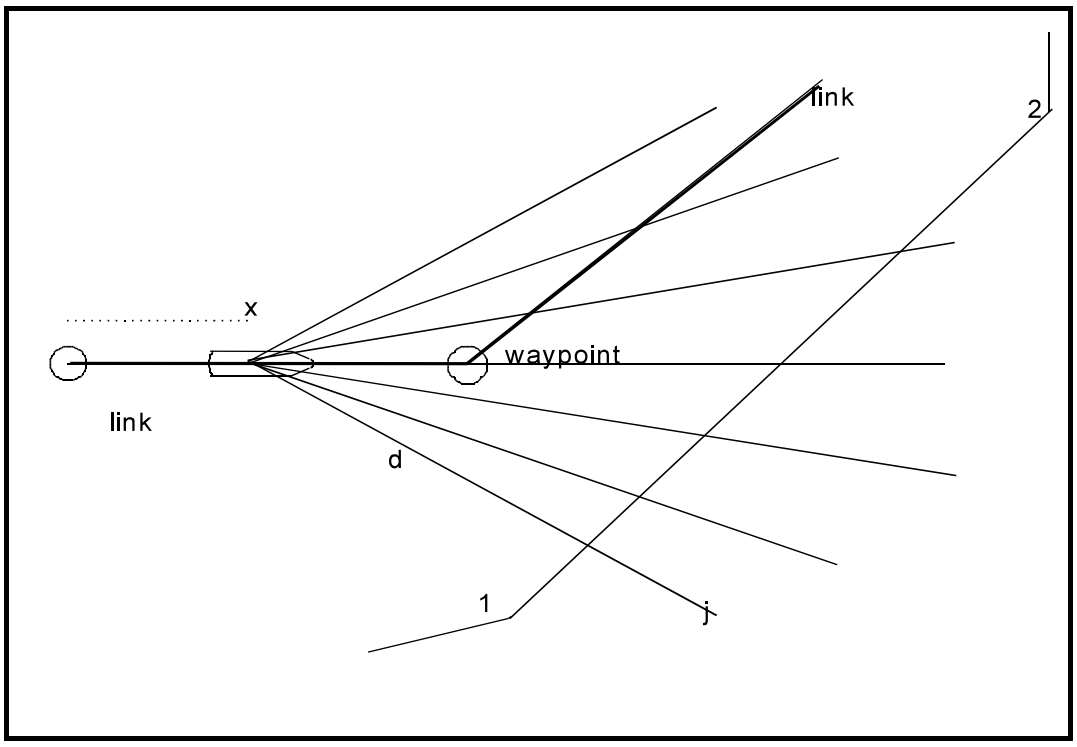


Figure B- 1 Definition of ramming opportunity

Contact with the pier (ramming) due to a navigational error can start at each position. The speed is the service speed. In this case the distances are being determined of the six lines around the course of the vessel to the grounding line expressed in the number of ship lengths. The directions have weightings as follows: 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.1, 0.05. The length that is available in each direction is an indication for the distance and hence the time available to the navigator to mitigate the consequences of his mistake. The failure rate of the navigator is related to the distance as follows:

$$\int_{x_1}^{x_2} e^{-a\frac{d_{n\psi}(x)}{L_i}}\, dx \tag{1}$$

The best fit between the predicted number of accidents and observed number was found for a value for a of 0.1. This means that the probability of a contact by a failure at 6 ship lengths is more than 4 times as large as the probability after a failure at 20 ship lengths away from the pier.
The ramming opportunity is now given by the following expression.

$$SO_k = \sum_n \sum_{n\psi} \sum_i p_n p_{n\psi} N_{ij} \int_{x_1}^{x_2} e^{-a\frac{d_{n\psi}(x)}{L_i}}\, dx \tag{2}$$

p_n	= Probability of a certain loading condition and hence draft
$p_{n\psi}$	= Probability of a course in direction ψ
L_i	= Ship length of class i
$d_{n\psi}$	= Distance of the vessel on the link to the pier in direction psi
N_{ik}	= Number of vessels using link k of vessel class i
a	= Danger measure
x	= Position of the vessel on a link

The number of contacts can be calculated when the ramming opportunity is known:

$$\#groundings_{NE} = CASRAT_{SO} \sum_k SO_k \tag{3}$$

The matrix $CASRAT_{SO}$ is the contact rate for contacts due to a navigational error. The navigational error rate is 0.65 *10^{-4} and has the same value for each ship.

Contact as a result of an engine failure (drifting)

A contact with a pier as a result of an engine failure can, in principle, be initiated at any one position of the vessel. The vessel can drift in any direction indicated by the environmental conditions. The distance to the closest pier line is a measure for the time available to repair the engine. In this model the drifting speed is assumed to be dependent of the wind speed. Waves are assumed to as a result of an engine failure. A contact as a result of an engine failure can, in principle be initiated at any one position of the vessel. The vessel can drift in any direction indicated by the environmental conditions. The distance to the closest pier line is a measure for the time available for repairing the engine.

The probability of an engine failure with a given duration is determined according to the following information:

a failure between 2 and 6 hours has a frequency of 3R
a failure of more than 6 hours has a frequency of R

The value of R is determined using the database by the assumption that all vessels with an engine failure of more that 6 hours are assisted by a tug. This number is known. The corresponding value of R equals 10^{-6} /year.

The danger for a drifting contact should be based on the drifting time between the initiation of the engine failure and the time that the vessels hits a pier compared to the duration of the engine failure. This requires knowledge of the duration of the engine failure smaller than the drifting time.
We suppose that the engine failure rate can be described by a probability function as follows:

$$p(t) = ae^{-t/T} \tag{4}$$

The parameters *a* and *T* are calculated using the number of failures with a duration of more than 6 hours and the number of failures between 2 and 6 hours.

$$a = 2.774\,R$$
$$T = 2.885$$

The duration of a failure of the engine larger than the drifting time is given as follows:

$$P(t > t_S) = \int_{t_S}^{\infty} 2.774\,\mathrm{Re}^{-t/2.885}dt = 8\,\mathrm{Re}^{-t_s/2.885} \tag{5}$$

The number of vessels that will hit the pier on the danger miles *DM* for a given link at environmental conditions b can be determined by the provision of the danger miles *DM*:

$$DM_{bk} = \sum_{n}\sum_{n\psi}\sum_{i} p_n p_{n\psi} N_{ik} \int_{x_1}^{x_2} P(t > d_{n\psi}(x)/\,v_{dbin})dx \tag{6}$$

In this equation the following parameters are used:

$p_{n\psi}$ = Probability of a wind direction

p_n = Probability of a loading condition

$d_{n\psi}$ = Distance of a point x on a link to the pier

v_{dbin} = Resulting drifting speed of ship *i* in loading condition *n* at Beaufort scale number *d*

N_{ik} = Number of vessels in vessel class *i* on link *k*

x = Integration limits are determined by the geographical constraints

The number of contacts is determined by a summation of all links multiplied by the engine failure rate as follows:

$$\#groundings_{EF} = CASRAT_{EF0-7} \sum_{k} \sum_{b=0}^{7} p_b DM_{bk} + CASRAT_{EF8up} \sum_{k} \sum_{b=8}^{11} p_b DM_{bk} \quad (7)$$

$CASRAT_{EF0-7}$ = Engine failure rate for 0-7 Beaufort

$CASRAT_{EF8up}$ = Engine failure rate for 8-11 Beaufort

p_b = Probability of Beaufort class *b*

APPENDIX C: SHIP LENGTH FOR SAMSON SHIP TYPES AND SIZES

nr	Ship type	Main type	Ship size length [m]							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Fishing	Fishing	28	52	73	100	142	173	203	246
2	OBO SH+DH	OBO	43	74	103	119	158	211	236	292
3	CHEM IMO 1	Chemical	25	49	72	106	154	204	260	315
4	CHEM IMO 1 DH	Chemical	31	61	90	115	147	191	244	296
5	CHEM IMO 2	Chemical	64	71	88	114	147	180	219	266
6	CHEM IMO 2 DH	Chemical	62	71	87	111	145	178	215	261
7	CHEM IMO 3	Chemical	63	71	86	112	149	197	251	305
8	CHEM IMO 3 DH	Chemical	59	72	90	112	151	188	224	271
9	CHEM	Chemical	48	70	89	109	156	219	280	339
10	CHEM DH	Chemical	61	75	92	107	141	199	259	314
11	CHEM WWR	Chemical	34	63	83	111	149	185	232	282
12	CHEM WWR DH	Chemical	43	65	93	120	139	174	226	275
13	Oil crude oil	Oil	32	63	89	109	149	209	256	302
14	Oil crude oil DH	Oil	21	64	100	108	137	207	252	298
15	Oil product	Oil	47	67	89	114	151	199	254	308
16	Oil product DH	Oil	58	69	90	115	151	200	234	269
17	Oil remaining	Oil	42	66	86	116	160	200	246	299
18	Oil remaining DH	Oil	52	62	81	106	147	200	244	299
19	LNG	LNG	42	57	76	103	133	192	259	289
20	LPG refrigered	LPG	15	99	167	159	147	197	254	309
21	LPG semi pressured	LPG	56	68	83	107	139	180	229	278
22	LPG pressured	LPG	58	66	83	106	140	187	238	289
23	LPG remaining	LPG	56	66	85	108	142	195	254	308
24	BULKERS	Bulker	54	68	86	114	153	195	249	302
25	UNITISED container	Container	58	69	88	118	159	221	283	332
26	UNITISED roro	RoRo	39	63	83	108	146	190	247	308
27	UNITISED vehicle	RoRo	66	71	87	105	130	171	203	235
28	GDC dry cargo	GDC	46	64	86	109	136	176	226	274
29	GDC dry c./contain.	GDC	56	69	86	111	146	183	228	301
30	GDC reefer	GDC	44	63	85	116	146	176	220	267
31	Passenger	Pass/Ferry	31	55	79	106	143	187	243	290
32	Passenger Ro/Ro	Pass/Ferry	40	57	76	102	138	177	214	255
33	Ferries conventional	Pass/Ferry	26	53	76	100	131	181	218	243
34	Ferries HSF	Pass/Ferry	17	56	74	85	118	158	201	244
35	Miscellaneous	Miscellaneous	23	56	88	108	129	179	228	258
36	Supply	Supply	34	51	68	89	119	184	264	321
40	Recreation	Recreation	23	56	88	108	129	179	228	258
41	Platforms/drilling ships	Stationary	23	56	88	108	129	179	228	258
50	Pilot vessel	Pilot	23	56	88	108	129	179	228	258

APPENDIX D: SPEED OVER GROUND OF VESSEL FROM ENERGIHAVEN TO YANGTZEKANAAL

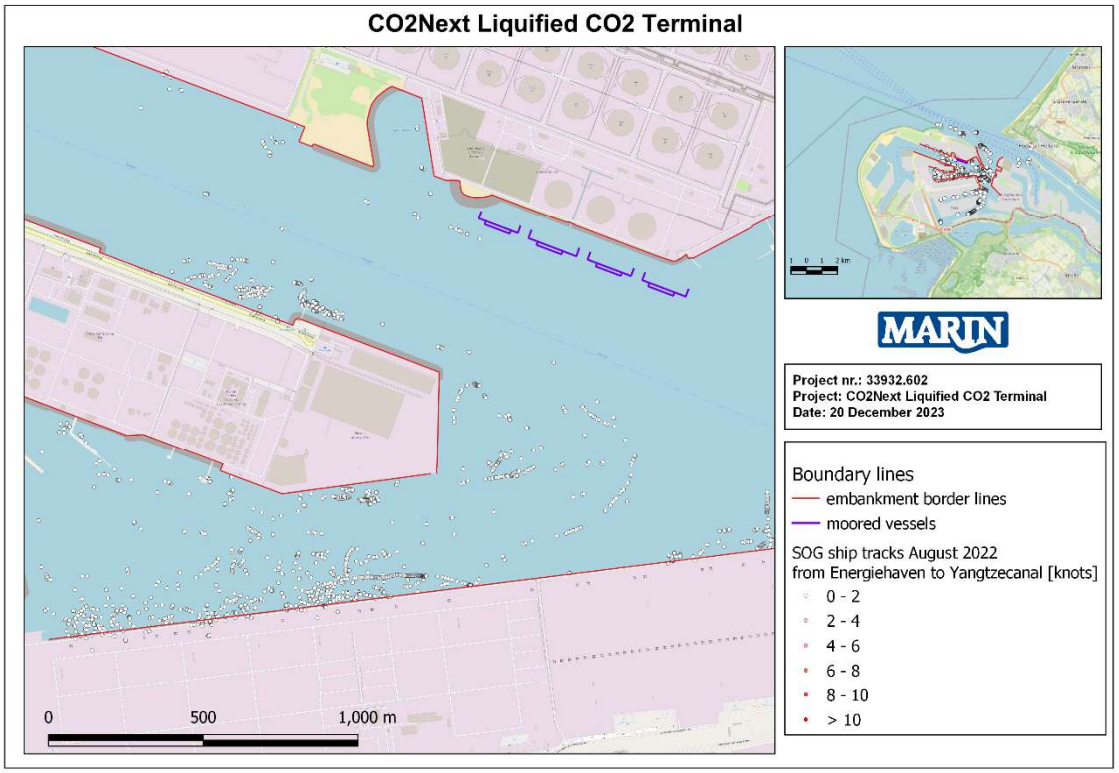


Figure D-1 Tracks of ship with speed over ground up to 2 knots from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022

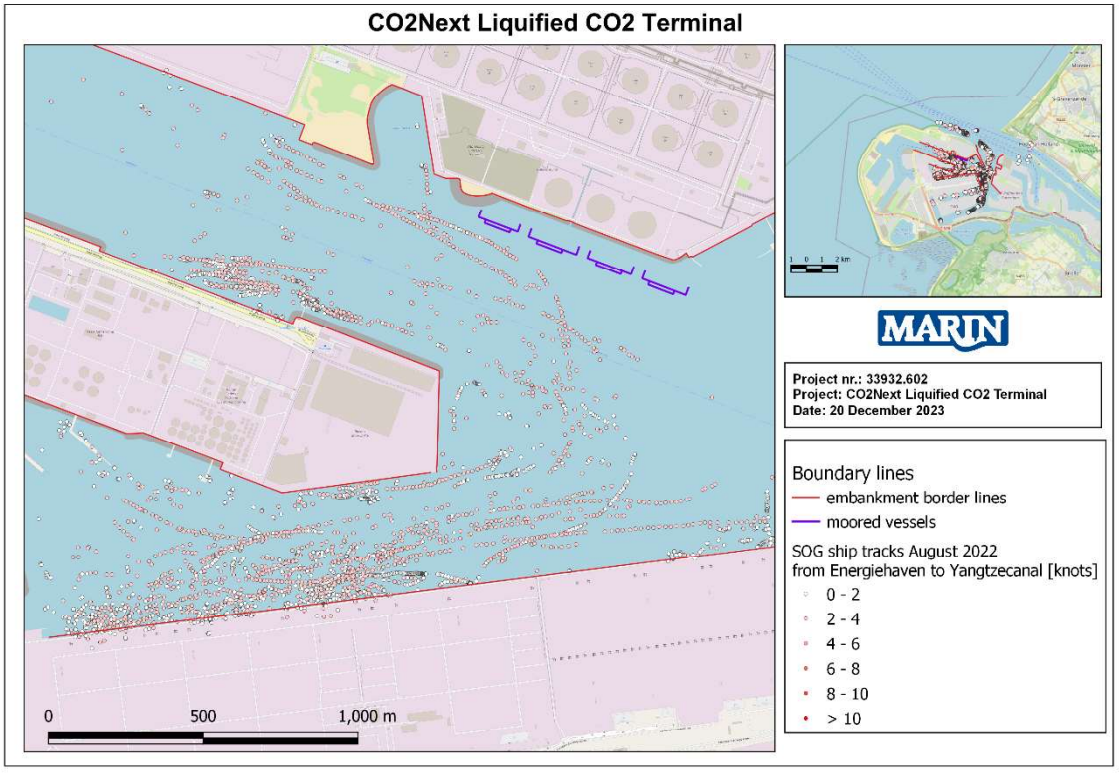


Figure D-2 Tracks of ship with speed over ground up to 4 knots from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022

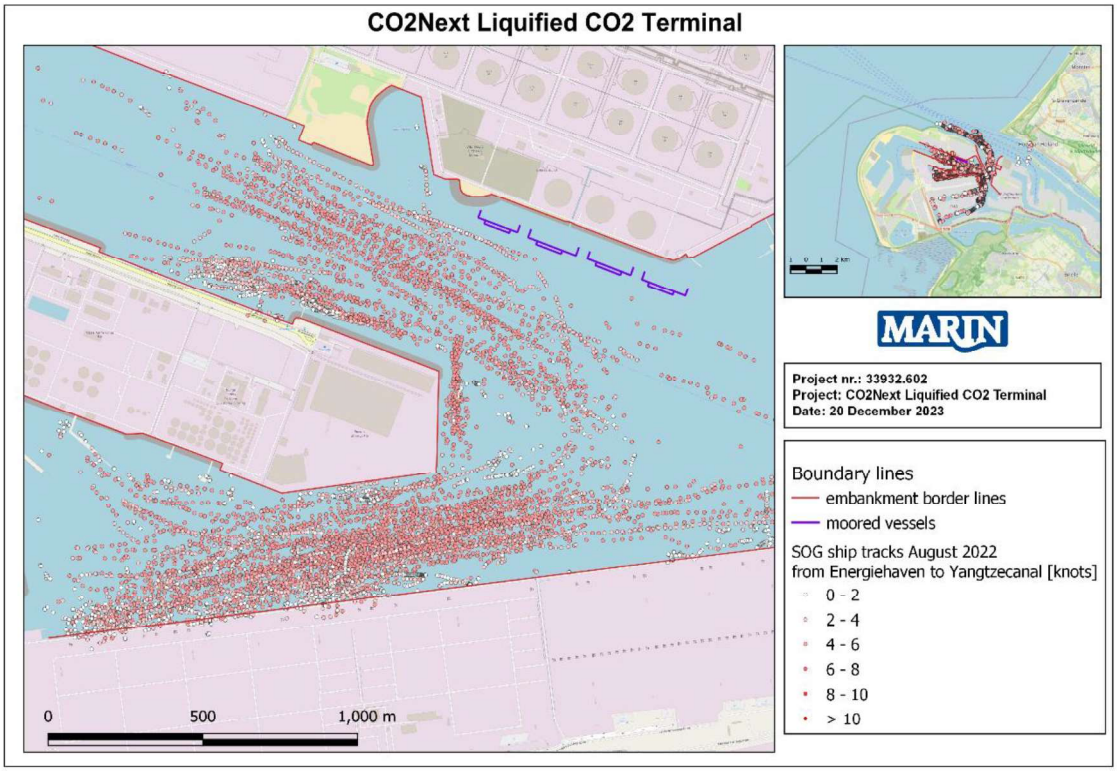


Figure D-3 Tracks of ship with speed over ground up to 6 knots from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022

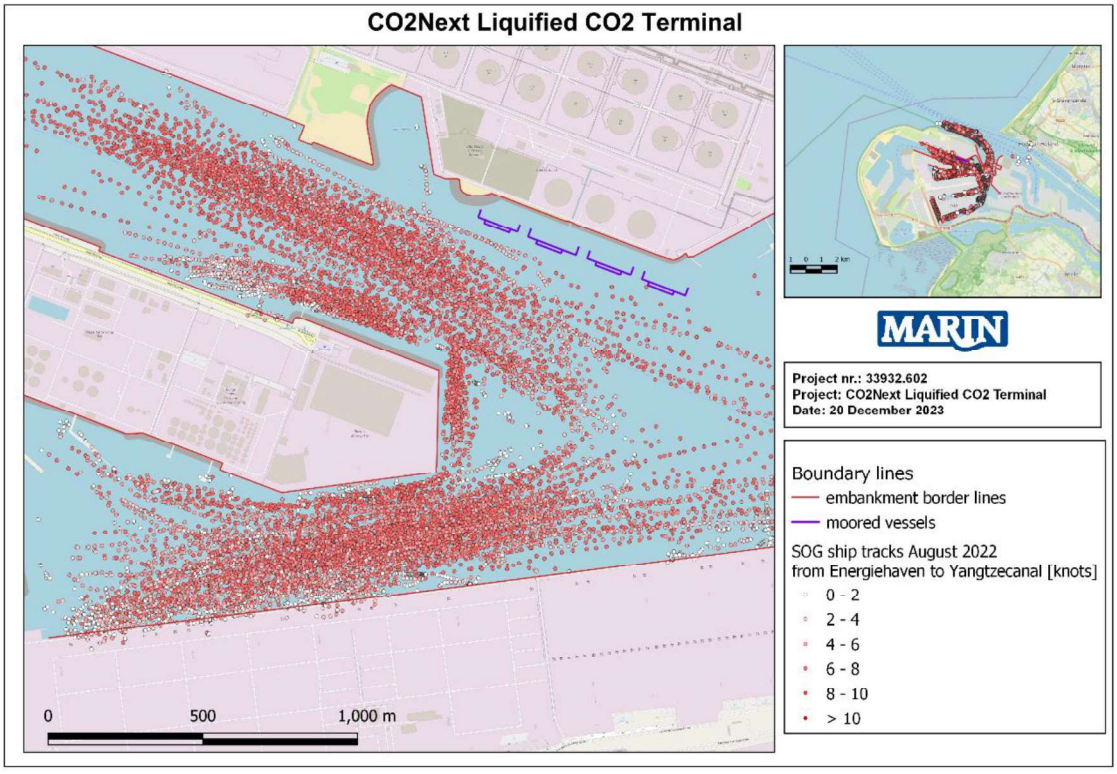


Figure D- 4 Tracks of ship with speed over ground up to 8 knots from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022

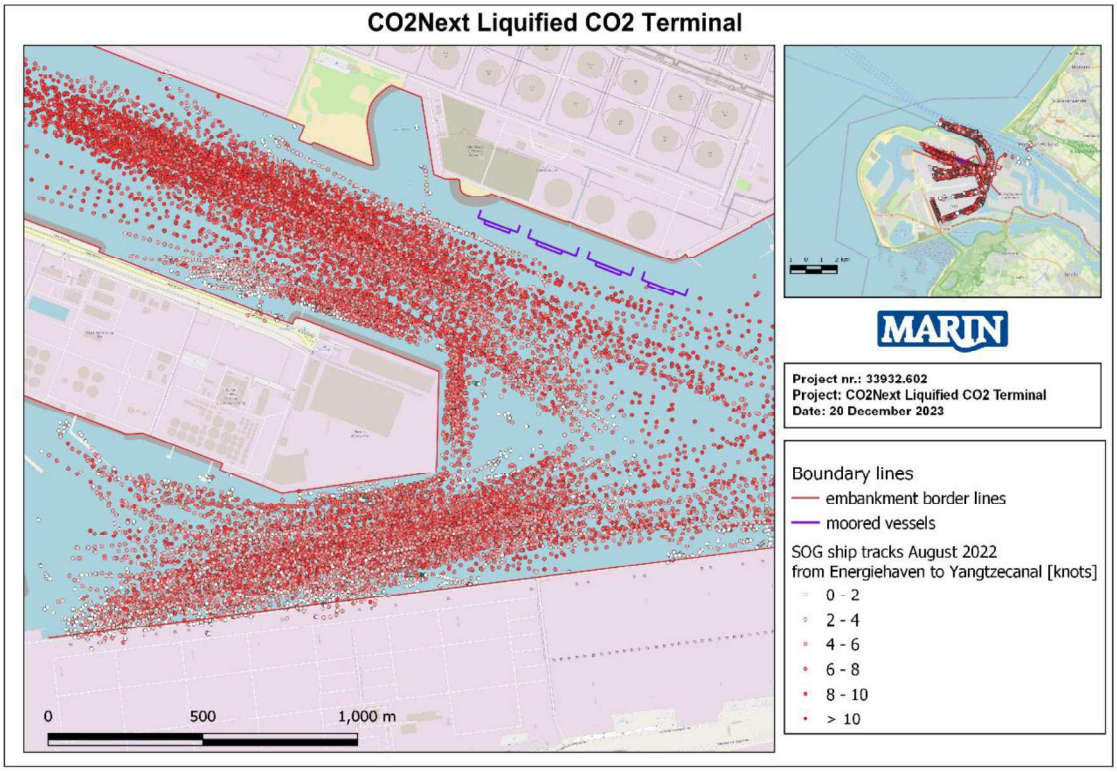


Figure D-5 Tracks of ship with speed over ground up to 10 knots from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022

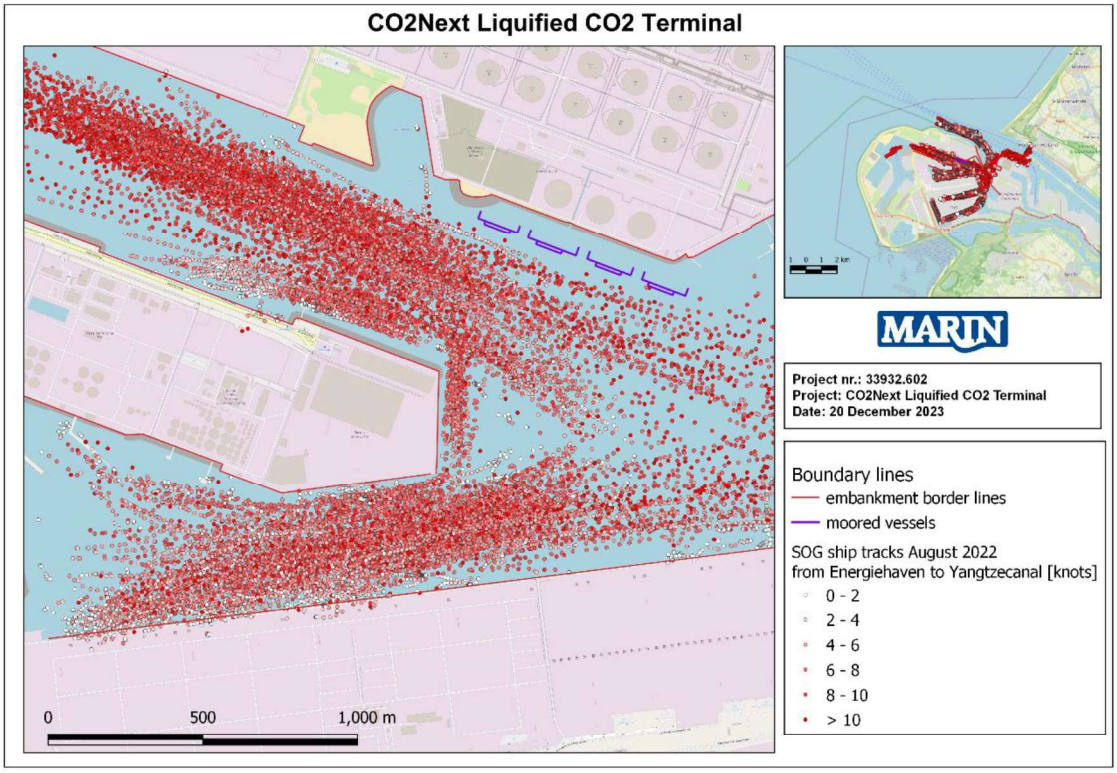


Figure D-6 Tracks of ship with all speed over ground from Europahaven entering Yangtzekanaal in August 2022

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl