



INEOS Energy Danmark Projekt Titel / Facilitets Navn:

**Project Greensand  
Future Storage Site Application**

Dokument Titel:

**Miljøkonsekvensvurdering (VVM)**

Nærværende rapport er den danske oversættelse af C081-INEO-S-RA-0007 Rev 4

3	17-01-2025	Frigivet til brug	IFU	Rambøll	Signe Sønderby	Tine Kokholm
2	16-01-2025	Frigivet til brug	IFU	Rambøll	Signe Sønderby	Tine Kokholm
1	10-12-2024	Frigivet til brug	IFU	Rambøll	Signe Sønderby	Tine Kokholm
Rev.	Revisionsdato (dd-mmm-yyyy)	Årsag til frigivelse	Step	Udar- bejdet af	Verificeret af	Godkendt af

<i>Leverandør Logo</i>	Leverandør Navn	I/R
	Leverandør Projekt Nr.	I/R
	Leverandør Dok. Nr.	I/R
	ID Nr.: I/R	

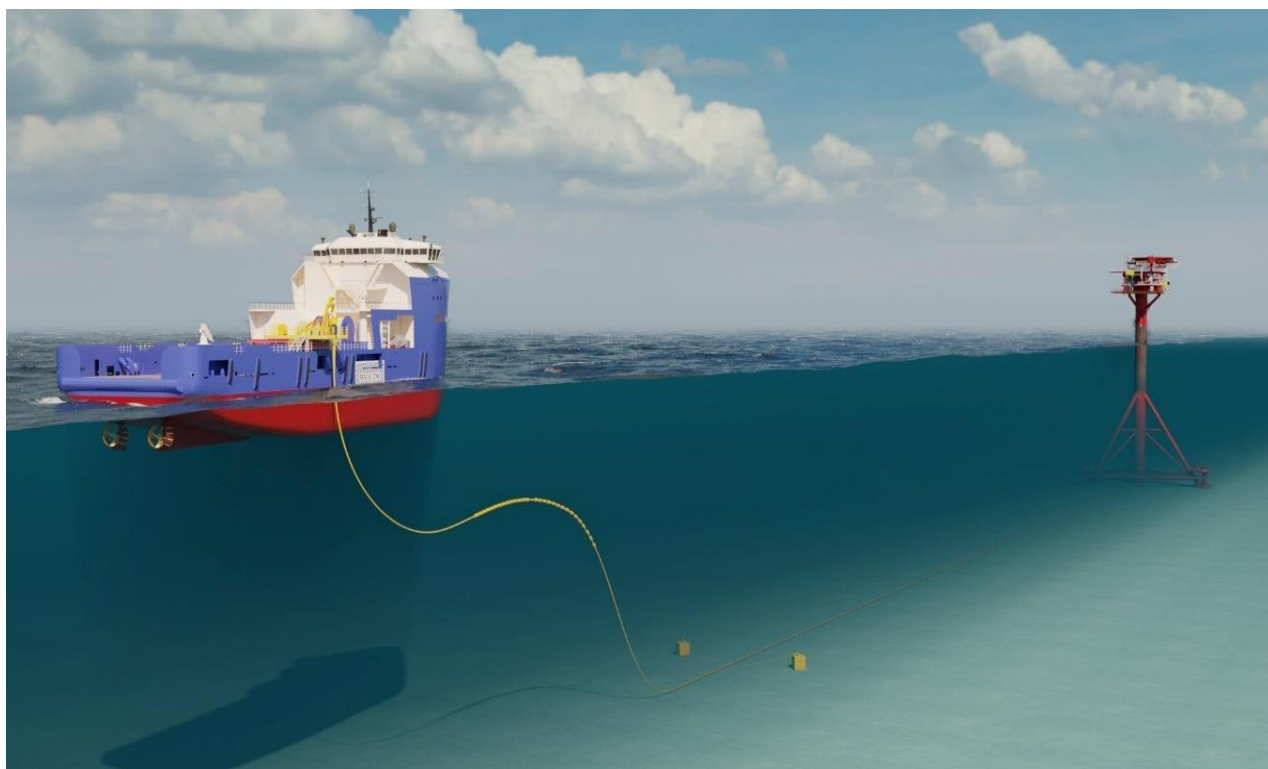
System Nr: I/R	Område kode: I/R	Projekt Nr: I/R	Fællesnævner: I/R
----------------	------------------	-----------------	-------------------

PO Nr: I/R	Kontrakt Nr: I/R	Side: I/R
------------	------------------	-----------

Dokument Nr.:	C081-INEO-S-RA-0013
---------------	---------------------

# PROJEKT GREENSAND FUTURE

## MILJØKONSEKVENSVURDERING



Dokument type

**Miljøkonsekvensvurdering, Projekt Greensand Future**

Dato

**Januar 2025**

## PROJEKT GREENSAND FUTURE MILJØKONSEKVENSVURDERING

Projektnavn **Greensand Future MKV**  
Projektnr. **1100057115**  
Kunde **INEOS E&P A/S**  
Dokument type **Report**  
Dokument nr  
Version **3.2**  
Dato **2025/01**  
Udarbejdet af **SRK, SSBH, CMEH, FRDE, NVLN, MJBG, CRIM**  
Kontrolleret af **SRK, SSBH**  
Godkendt af **SRK**  
Beskrivelse **Miljøkonsekvensvurdering af Projekt Greensand Future CO<sub>2</sub>-lagring i Nini Vest reservoiret i den Danske del af Nordsøen**

Rambøll  
Hannemanns Allé 53  
DK-2300 København S

T +45 5161 1000  
<https://dk.ramboll.com>

Rambøll Danmark A/S  
CVR NR. 35128417

## INDHOLD

<b>LISTE OVER FORKORTELSER</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUKTION</b>	<b>6</b>
<b>2. LÆSEVEJLEDNING</b>	<b>8</b>
<b>3. IKKE-TEKNISK RESUMÉ</b>	<b>10</b>
3.1 Projektet	10
3.2 Olie- og gasproduktionsfasen	13
3.3 Alternativer	16
3.4 Metode til miljøkonsekvensvurdering	16
3.5 Afgrænsning af miljøkonsekvensvurderingen	17
3.6 Beskrivelse af eksisterende forhold i projektområdet	20
3.7 Miljømæssige og sociale påvirkninger	23
3.8 Påvirkninger fra større ulykker	28
3.9 Vandrammedirektivet	29
3.10 Havstrategirammedirektivet	30
3.11 Havplan	31
3.12 Natura 2000-vurdering	31
3.13 Afviklingsfasen	32
3.14 Overvågningsprogram	32
3.15 Afværgetiltag	32
3.16 Kumulative effekter	32
3.17 Manglende viden og usikkerheder	33
3.18 Grænseoverskridende effekter	33
<b>4. OLIE- OG GASPRODUKTIONSFASEN</b>	<b>35</b>
4.1 Lokation	35
4.2 Faciliteter	36
4.3 Historiske aktiviteter	39
4.4 Udslip, emissioner og påvirkninger	43
<b>5. PROJEKT BESKRIVELSE</b>	<b>55</b>
5.1 Projektområdet	57
5.2 Eksisterende faciliteter	62
5.3 Nye faciliteter	63
5.4 Konstruktionsfase	63
5.5 Driftsfase	72
5.6 Afviklingsfasen	84
5.7 Ressourceforbrug	84
<b>6. ALTERNATIVER</b>	<b>88</b>
6.1 Nul-scenariet	88
<b>7. Lovgivningsmæssig kontekst</b>	<b>89</b>
7.1 International lovgivning	89
7.2 Internationale konventioner	90
7.3 National lovgivning	92
7.4 Afvikling	95
<b>8. Vurderingsmetode</b>	<b>97</b>
8.1 Vurdering af den anvendte metode	97
8.2 Vurdering af miljøpåvirkningen	97
8.3 Miljøhensyn og afværgetiltag (Minimering og vurdering af miljøpåvirkninger)	101
<b>9. AFGRÆNSNING AF MILJØKONSEKVENSVURDERING</b>	<b>103</b>

9.1	Påvirkningsmekanismer og relevante receptorer – Planlagte aktiviteter	103
9.2	Påvirkningsmekanismer og relevante receptorer – utilsigtede hændelser	109
9.3	Kumulative påvirkninger fra andre projekter eller planer	110
<b>10.</b>	<b>EKSISTERENDE FORHOLD</b>	<b>111</b>
10.1	Klima og luftkvalitet	111
10.2	Hydrografiske forhold	115
10.3	Vandkvalitet	118
10.4	Sedimentforhold	119
10.5	Biodiversitet	123
10.6	Beskyttet natur	155
10.7	Materielle goder	157
10.8	Kulturarv	161
10.9	Fiskeri	162
<b>11.</b>	<b>VURDERING AF MILJØPÅVIRKNINGER – PLANLAGTE AKTIVITETER</b>	<b>170</b>
11.1	Klima og luftkvalitet	170
11.2	Hydrografiske forhold	177
11.3	Vandkvalitet	179
11.4	Sedimentforhold	180
11.5	Biodiversitet – plankton	183
11.6	Biodiversitet – Bundfauna	186
11.7	Biodiversitet – Fisk	191
11.8	Biodiversitet – Havpattedyr	203
11.9	Biodiversitet – Havfugle	216
11.10	Bilag IV-arter	220
11.11	Beskyttet natur	222
<b>12.</b>	<b>VURDERING AF DE SOCIALE PÅVIRKNINGER – PLANLAGTE AKTIVITETER</b>	<b>224</b>
12.1	Materielle goder	224
12.2	Kulturarv	226
12.3	Fiskeri	229
<b>13.</b>	<b>VURDERING AF UTILSIGTEDE HÆNDELSER</b>	<b>233</b>
13.1	Oileudslip fra blowout	234
13.2	CO <sub>2</sub> -udslip	249
13.3	Skibskollisioner	264
<b>14.</b>	<b>VANDRAMMEDIREKTIVET</b>	<b>266</b>
14.1	Introduktion	266
<b>15.</b>	<b>HAVSTRATEGI</b>	<b>270</b>
15.1	Introduktion	270
<b>16.</b>	<b>HAVPLAN</b>	<b>282</b>
16.1	Introduktion	282
<b>17.</b>	<b>NATURA 2000-VURDERING</b>	<b>285</b>
17.1	Introduktion	285
17.2	Metode	286
17.3	Identifikation af Natura 2000-områder	286
17.4	Natura 2000-væsentlighedsvurdering	294
17.5	Konklusion	297
<b>18.</b>	<b>AFVIKLING</b>	<b>298</b>
18.1	Introduktion	298

18.2	Installationer til afvikling	299
18.3	Afviklingsplaner	305
18.4	Vurdering af påvirkningerne	312
<b>19.</b>	<b>OVERVÅGNING</b>	<b>320</b>
<b>20.</b>	<b>AFVÆRGE TILTAG</b>	<b>320</b>
<b>21.</b>	<b>KUMULATIVE EFFEKTER</b>	<b>321</b>
21.1	Nye produktionsbrønde i Halldan-feltet	321
21.2	Eksisterende olie og gas aktiviteter i Nordsøen	322
21.3	Udviklingszoner for havvindmølleparker	322
21.4	Baseline overvågning	322
<b>22.</b>	<b>MANGLEDE VIDEN OG USIKKERHEDER</b>	<b>323</b>
<b>23.</b>	<b>GRÆNSEOVERSKRIDENDE EFFEKTER</b>	<b>324</b>
23.1	Planlagte aktiviteter	324
23.2	Utsigtede hændelser – oliespild fra blowout	325
<b>24.</b>	<b>RESUMÉ AF MILJØKONSEKVENSVURDERINGEN</b>	<b>328</b>
24.1	Miljømæssige og sociale receptorer	328
24.2	Risiko for større ulykker	329
24.3	Vandrammedirektivet	330
24.4	Havstrategirammedirektivet	330
24.5	Havplan	331
24.6	Natura 2000	331
24.7	Afvikling	331
<b>25.</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>332</b>
<b>Appendix 1 – Underwater noise modelling report</b>		<b>349</b>
<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>350</b>
<b>2.</b>	<b>Underwater sound</b>	<b>351</b>
2.1	Applicable acoustic parameters	351
<b>3.</b>	<b>Method</b>	<b>352</b>
3.1	Underwater sound propagation model	352
3.2	Slow start procedure for ROV and diving operations	353
3.3	Soft start procedure for seismic monitoring	354
<b>4.</b>	<b>Baseline for underwater noise impact assessment</b>	<b>355</b>
4.1	Marine Mammals	355
4.2	Marine Mammal Auditory Weighting Function	356
4.3	Distances to applicable assessment threshold level limits	356
4.4	Cumulative SEL(SELcum) calculation	356
4.5	Marine mammal noise impact criteria	357
4.6	Fish noise impact criteria	357
4.7	Background noise levels from shipping traffic	359
<b>5.</b>	<b>Survey area and source lev for 2D and 3D seismic surveys</b>	<b>359</b>
<b>6.</b>	<b>Underwater noise source levels and characteristics</b>	<b>362</b>
6.1	2D and 3D	362
6.2	ROV inspection survey	362
6.3	Diving operation	363
6.4	Optional spot seismic	363
<b>7.</b>	<b>Modelling results</b>	<b>364</b>
7.1	Marine mammals	364
7.2	Fish	370
<b>8.</b>	<b>Conclusion on 2D and 3D seismic monitoring</b>	<b>373</b>
<b>9.</b>	<b>References Appendix 1</b>	<b>374</b>

## LISTE OVER FORKORTELSER

Følgende forkortelser er brugt i rapporten:

<b>AIS</b>	Automatisk identifikationssystem
<b>AUV</b>	Autonomt undervandsfartøj
<b>BAT</b>	Bedste tilgængelige teknik
<b>BEP</b>	Bedste miljømæssige praksis
<b>BOP</b>	Forebyggelse af blowout/ Blow Out Preventer
<b>CCS</b>	Kulstoffangst og -lagring
<b>CO<sub>2</sub>e</b>	CO <sub>2</sub> -ækvivalenter
<b>COP</b>	Ophør af produktion
<b>COLREG</b>	Internationale søvejsregler
<b>CHO</b>	Kulturarvsgenstand
<b>DEA</b>	Energistyrelsen
<b>DEPA</b>	Miljøstyrelsen
<b>DIC</b>	Upløst uorganisk kulstof
<b>ECAS</b>	Emissionskontrolområder
<b>EEA</b>	Det Europæiske Miljøagentur
<b>EØS</b>	Eksklusiv Økonomisk Zone
<b>VVM</b>	Vurdering af Virkninger på Miljøet
<b>EOR</b>	Enhanced Oil Recovery
<b>EQS</b>	Miljøkvalitetsstandarder
<b>ERL</b>	Effect range low (OSPAR værdi til vurdering af økotoksisk status)
<b>EUDP</b>	Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram
<b>FID</b>	Endelige investeringsbeslutning
<b>FMSY</b>	Fiskedødelighed ved maksimalt bæredygtigt udbytte
<b>GES</b>	God økologisk tilstand
<b>HELCOM</b>	Helsingfors-konventionen
<b>IBA</b>	Vigtigt fugleområde (Important Bird Area)
<b>ICES</b>	Det Internationale Havundersøgelsesråd
<b>IMO</b>	Den Internationale Søfartsorganisation
<b>LSMGO</b>	Marine gasolie med lavt svovlindhold
<b>LULUCF</b>	Arealanvendelse, ændringer i arealanvendelse og skovbrug
<b>MARPOL</b>	International konvention til forebyggelse af forurening fra skibe
<b>MMV</b>	Plan for overvågning, måling og verifikation
<b>MPA</b>	Beskyttet havområde
<b>HSD</b>	Havstrategirammedirektivet
<b>MSP</b>	Havplan

<b>MT</b>	Millioner ton
<b>Mta</b>	Millioner ton årligt
<b>nmVOC</b>	Ikke-methan flygtige forbindelser
<b>NOVANA</b>	Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur
<b>NUI</b>	Normalt ubemandede installationer
<b>OWF</b>	Offshore havvindmøllepark
<b>PAH'er</b>	Polycykliske aromatiske kulbrinter
<b>PAM</b>	Passiv akustisk monitorering
<b>PCB</b>	Polychlorerede biphenyler
<b>PCW</b>	Phocid carnivore (ægte sæler) i vand
<b>PDO</b>	Plan for udvikling og drift
<b>PLONOR</b>	Udgør lille eller ingen risiko
<b>PSV</b>	Platform Supply Vessel
<b>PTS</b>	Permanent høreskade
<b>PW</b>	Phocid vand
<b>RBMP</b>	Forvaltningsplan for vandløbsoplande
<b>SEL</b>	Støjeksponeringsniveau
<b>SCI</b>	Område af fællesskabsbetydning
<b>SPA</b>	Særligt beskyttelsesområde
<b>SSB</b>	Spawning Stock Biomass
<b>SVO</b>	Særlig Værdifulde og Sårbare Områder
<b>TEL</b>	Target Effect Level
<b>TTS</b>	Midlertidig høreskade
<b>VHF</b>	Meget høj frekvens
<b>VMS</b>	Vessel Monitoring Systems
<b>WFD</b>	Vandrammedirektivet
<b>WW</b>	Vådvægt
<b>w/w %</b>	Vægt/vægt %

# 1. INTRODUKTION

Dette dokument er en miljøkonsekvensvurdering (VVM) for et permanent CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt inden for et segment af Iris-licensen i den danske del af Nordsøen. Projektet hedder *Projekt Greensand Future*.

Formålet med *Projekt Greensand Future* er at bruge eksisterende olie- og gasinfrastruktur på Nini A offshore-plattformen til sikker permanent lagring af kuldioxid (herefter CO<sub>2</sub>). *Projekt Greensand Futures* omfang omfatter både søtransport af CO<sub>2</sub> fra Esbjerg til Nini A og lagring af CO<sub>2</sub> i Nini Vest (Frigg) reservoiret.

Partnerne i Iris-licensen (C2023/01) er:

- |  |     |
|--|-----|
| • INEOS E&P A/S (Operatør)                           | 40% |
| • Wintershall Dea International GmbH (ikke-operatør) | 40% |
| • Nordsøfonden (ikke-operatør)                       | 20% |

CO<sub>2</sub>-lagringsprojektet blev igangsat i 2018 med de første vurderinger af lagringspotentialer i udtømte offshore olie- og gasfelter. I 2019 blev der dannet et konsortium, som i 2. kvartal 2020 indgav en ansøgning om tilskud til Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) om medfinansiering af det, der blev kaldt Projekt Greensand fase 1. Denne bevillingsansøgning blev godkendt, og det arbejde, der blev påbegyndt i 2. kvartal 2020, blev afsluttet i 3. kvartal 2021.

I 3. kvartal 2021 blev der etableret et nyt konsortium til igangsættelsen af fase 2 af Projekt Greensand, og der blev indgivet en ansøgning om tilskud til EUDP om medfinansiering, som blev godkendt i december 2021. Greensand-projektets fase 2 omfattede et CO<sub>2</sub>-injektionspilotprojekt i Nini Vest-reservoiret ved hjælp af vandinjektionsbrønden NA-5 ved Nini A. Pilotinjektionsprojektet konkluderede driften sikker i 1. kvartal 2023 efter i alt 4.000 tons injiceret CO<sub>2</sub> og efter med succes at have demonstreret en fuld værdikæde af kulstoffangst og -lagring (CCS) operationer.

Den nuværende VVM dækker *Projekt Greensand Future*, som er fase 3 med første planlagte injektion i 2025. Projektet planlægger at levere en samlet lagerkapacitet på 2,4 millioner tons CO<sub>2</sub> med injektion på 0,3 millioner tons pr år (mtpa) over 8 år. Som en del af godkendelsesprocessen skal INEOS E&P A/S indsende en VVM til Energistyrelsen, hvor potentielle påvirkninger på miljøet vurderes i henhold til miljøvurderingsloven (lovbekendtgørelse nr. 4 af 03/01/2023 §15 og bilag 1 nr. 23). Endvidere stiller dansk lovgivning i forbindelse med administration af internationale naturbeskyttelsesområder og beskyttelse af visse arter (Offshorehabitatbekendtgørelsen, nr. 846 af 26/06/2024) krav om, at der skal gennemføres en Natura 2000-screening og vurdering af potentielle påvirkninger på arter omfattet af bilag IV (strengt beskyttede arter) i EU's habitatdirektiv for at afgøre, om væsentlige påvirkninger kan udelukkes, eller om der kræves en vurdering af påvirkningerne på Natura 2000-områder og bilag IV-arter under hensyn til bevaringsmålsætningerne for disse.

Rambøll fik til opgave af INEOS E&P A/S at udarbejde denne VVM med det formål at levere den nødvendige VVM-dokumentation, screening af påvirkninger på Natura 2000 og en vurdering af bilag IV-arter i overensstemmelse med gældende lovgivning. Følgende læsevejledning præsenterer indholdet af denne VVM.

Som beskrevet ovenfor dækker denne VVM de miljøpåvirkninger, der er forbundet med etablering af et CO<sub>2</sub>-lagringsanlæg i Nini Vest-reservoiret. Etableringen af lageranlægget er baseret på en værtsløsning ved hjælp af en af de eksisterende brønde i Nini Vest. I denne forbindelse bemærkes det, at der ikke længere produceres kulbrinter fra Nini Vest-reservoiret, og at injektionen af CO<sub>2</sub> i

Nini Vest ikke vil betyde en øget produktion af olie og gas fra hverken Nini Vest eller de andre reservoirer, der produceres gennem Nini-anlægget.

Under hensyntagen til den eksisterende VVM for Nini-tilladelsen og i betragtning af, at etableringen af en lagerfacilitet for CO<sub>2</sub> kun vil have en begrænset påvirkning, der går ud over, hvad der er omfattet af denne eksisterende VVM, behandles kun den påvirkning, der ikke allerede er behandlet i den eksisterende VVM af Nini-tilladelsen, i denne VVM for Iris-licensen (Nini Vest). Der er dog medtaget en kort beskrivelse og konsekvensvurdering af historiske aktiviteter på projektområdet.

## 2. LÆSEVEJLEDNING

Dette kapitel beskriver kort læsevejledningen til miljøkonsekvensvurderingsrapporten. Rapporten indeholder en generel *introduktion* (kapitel 1) til projektet og en *læsevejledning* (kapitel 2). Følgende liste over kapitler i rapporten er skitseret med henvisning til miljøvurderingsloven (Miljøvurderingslovens lovbekendtgørelse nr. 4 af 03/01/2023). Rapporten indeholder derefter følgende kapitler:

- *Ikke-teknisk resumé* (kapitel 3, § 20, stk. 2, nr. 5 og bilag 7, nr. 9) er et resumé af miljøkonsekvensvurderingsrapporten, hvor de vigtigste oplysninger og vurderinger fremhæves for at give et hurtigt overblik over projektet og dets miljøpåvirkninger.
- *Olie- og gasproduktionsfasen* (kapitel 4) indeholder en beskrivelse af projektets historie, herunder placeringer og faciliteter, historiske aktiviteter og større produktionshændelser, en kort beskrivelse af udledninger, emissioner og påvirkninger samt en kort vurdering baseret på tilgængelig viden om historiske aktiviteter og påvirkninger.
- *Projektbeskrivelse* (kapitel 5, § 20, stk. 2, nr. 1 og bilag 7, nr. 1) indeholder en detaljeret beskrivelse af projektet, herunder hvor og hvordan projektet gennemføres. Dette omfatter en beskrivelse af eksisterende og nye faciliteter, anlægs- og driftsfaser, afvikling og ressourceforbrug.
- *Alternativer* (kapitel 6, § 20, stk. 2, nr. 4 og bilag 7, nr. 2) beskriver den situation, hvor CO<sub>2</sub>-lagringen ikke foretages på det planlagte projektsted (nul-alternativet) og de dermed forbundne konsekvenser.
- *Lovgivningsmæssig kontekst* (kapitel 7) beskriver de internationale love, internationale konventioner og national lovgivning, som det planlagte CO<sub>2</sub> lagringsprojekt skal overholde og som er relevante for miljøvurderingen.
- *Metode til vurdering af påvirkninger på miljøet* (kapitel 8, § 20, stk. 3 og bilag 7, nr. 6) beskriver den metode, der anvendes til at foretage en systematisk vurdering af de miljøpåvirkninger, som projektet forårsager.
- *Konsekvensanalysens afgrænsning* (kapitel 9, § 20, stk. 4 og § 23 og bilag 7, nr. 4) beskriver de miljømæssige receptorer og påvirkninger samt sociale receptorer, som kan forventes at blive væsentligt påvirket for både planlagte aktiviteter og utilsigtede hændelser.
- *Eksisterende miljømæssig og social status* (kapitel 10, § 20, stk. 2, nr. 6 og bilag 7, nr. 3) indeholder en beskrivelse af de relevante aspekter af den aktuelle miljømæssige og sociale tilstand (referencescenariet eller baseline). Disse omfatter en beskrivelse af klima og luftkvalitet, hydrografiske forhold, vandkvalitet, sedimentforhold, biodiversitet, beskyttet natur, materielle goder, kulturarv og fiskeri.
- *Vurdering af planlagte aktiviteterets miljømæssige og sociale virkninger* (kapitel 11-12, § 20, stk. 2, nr. 2 og nr. 3 (også omfattet af kapitel 20) og § 20, stk. 4 og bilag 7, nr. 5 og 7) indeholder miljøkonsekvensvurderingen og den sociale konsekvensanalyse af planlagte aktiviteter. Dette omfatter en beskrivelse og evaluering af de forventede signifikante virkninger på receptorerne som defineret i kapitel 8 og 9.

- *Vurdering af hændelser som følge af utilsigtede hændelser* (kapitel 13, § 20, stk. 5 og bilag 7, nr. 8) beskriver projektets forventede skadelige virkninger på miljøet som følge af utilsigtede hændelser.
- *Vurdering af i overensstemmelse med EU-direktiver* (kapitel 16) beskriver projektets potentielle påvirkning på EU's vandrammedirektiv, EU's havstrategiramme og EU's direktiver om havplan.
- *Natura 2000-vurdering* (kapitel 17) fremlægger en screening af, om projektet kan få væsentlig påvirkning på nærliggende Natura 2000-områder.
- *Afvikling* (kapitel 18) giver et overblik over dekommissioneringsprocessen og virkninger heraf.

Endeligt indeholder rapporten kapitler om overvågning (kapitel 19), afværgetiltag (kapitel 20 og bilag 7, nr. 7), kumulative effekter (kapitel 21 og bilag 7, nr. 5e), manglende viden og usikkerheder (kapitel 22 og bilag 7, nr. 6), grænseoverskridende effekter (kapitel 23) og et resumé af miljøkonsekvensvurderingen (kapitel 23.1). I slutningen af miljøkonsekvensvurderingsrapporten er der en omfattende liste over alle referencer, der er anvendt til at skrive denne rapport (i henhold til Miljøvurderingsloven (2023) § 20 og bilag 7, nr. 10) samt et bilag, som dækker et supplerende teknisk notat til miljøkonsekvensvurderingen.

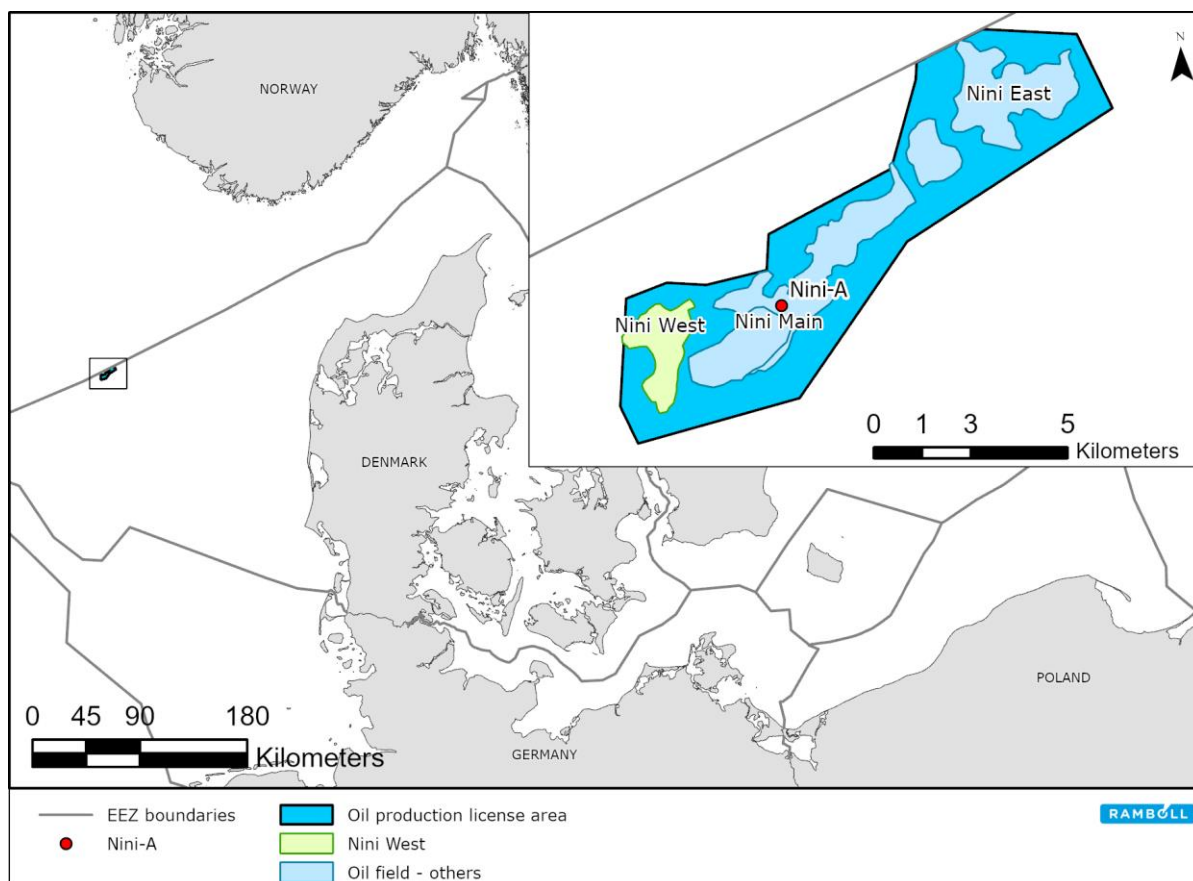
### 3. IKKE-TEKNISK RESUMÉ

#### 3.1 Projektet

Målet med *Projekt Greensand Future* er at bruge udtømte reservoirer i Nini Vest-feltet til lagring af opsamlet kuldioxid (CO<sub>2</sub>). *Projekt Greensand Future* planlægger at levere en samlet lagerkapacitet på 2,4 millioner tons CO<sub>2</sub> med injektion af 0,3 millioner tons pr året (mtpa) over 8 år. Projektet omfatter transport fra Esbjerg (kajside) til Nini A-plattformen og injektion af CO<sub>2</sub> i en eksisterende brønd i Nini Vest-reservoiret.

Nini-feltet ligger i den danske Nordsø, ca. 170 km (direkte rute) ud for den danske vestkyst og består af tre segmenter: Nini Vest, Nini Main og Nini Øst, som vist i Figur 3-1. Kun Nini Vest er i betragtning til CO<sub>2</sub> opbevaring i dette projekt.

Den endelig projektering, indkøb og fabrikation er påbegyndt i 2024. Udførelsesfasen er planlagt til at begynde i 2025 inklusive offshore-installation, idriftsættelse og påbegyndelse af CO<sub>2</sub>-injektionen.



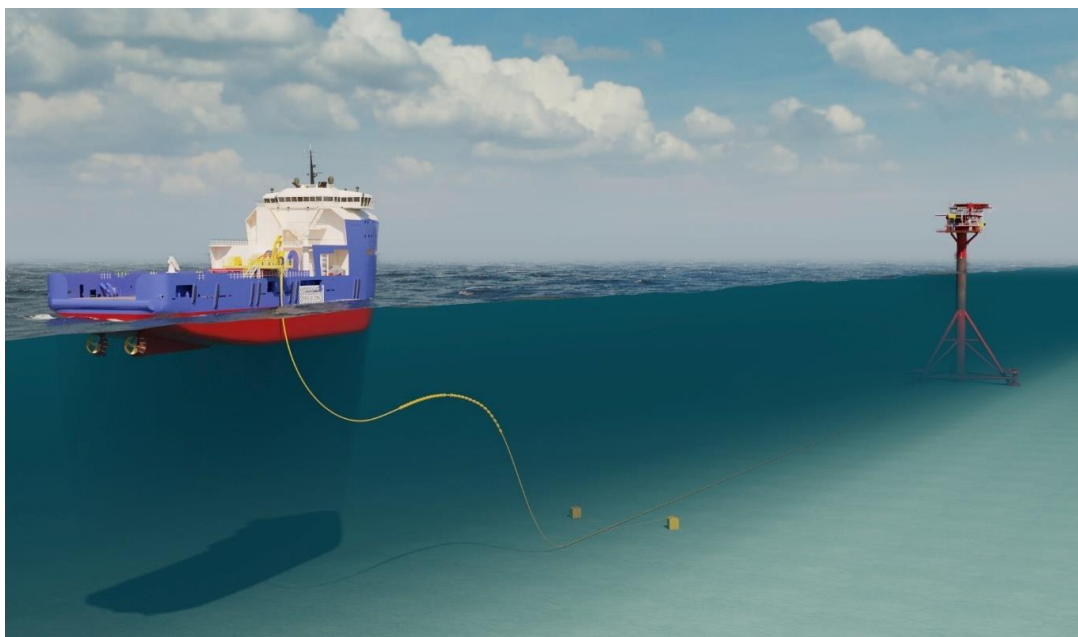
Figur 3-1. Placering af Nini A-plattformen og de tre Nini-segmenter: Nini Vest, Nini Main og Nini Øst.

Nini-området er en del af et større område med oliereservoirer kaldet Siri Canyon. Siri Canyon er en stor undersøisk fordybning i Nordsøen, der blev dannet for millioner af år siden på grund af bevægelser i jordskorpen. Det er veldokumenteret at dæklagene og lerstensforseglingerne over Nini Vest-reservoiret er effektivt til at opbevare CO<sub>2</sub>, og det har vist sig at dæklagene og lerstensforseglingerne er stabile og kemisk inaktive. Derfor er det en yderst effektiv barriere til at holde CO<sub>2</sub> inde og har en stor sikkerhedsmargin til at lagre CO<sub>2</sub> og forhindre lækage gennem havbunden.

### 3.1.1 Anlægsfasen

For at tilpasse det eksisterende udstyr til dets nye funktion kræves der en mindre tilpasning til de nuværende komponenter over vandet. Den eksisterende platform-riser vil blive genbrugt og erstatte en flowline til injektionsbrønden. Offloadingsystemet til overførsel af CO<sub>2</sub> fra transportskibet til Nini A-platformen er illustreret i Figur 3-2. Flere detaljer om installationsmetoder findes i 5.4. Det nye offloadingsystem består af:

- En 6" fast rørledning forbundet til Nini A.
- Betonmadrasser, der dækker undersøisk rørledning.
- Fleksibel slange med opdriftselement og endeventil.
- 2 ankerblokke – understøtter stabiliteten af rørledningens ende.
- Inspektioner af de nye faciliteter vil fortsætte under driftsfasen.



Figur 3-2. Illustration af offloadingsystemet ved Nini A.

Seismisk undersøgelse og nedsækning af ocean bottom stations (OBS'er, havbundstationer) og landeren er også en del af anlægsfasen. Derfor vil der være yderligere offshore-aktiviteter i Q3/Q4 2025:

- Installation af flowline på Nini A-platformen
- Installation af CO<sub>2</sub>-offloadingsystem
- Wireline-arbejde på CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden på Nini A-platformen
- Seismisk undersøgelse i Q4 2025
- Opsætning af OBS'er til kontinuerlig indsamling af seismicitets data Q4 2025
- Opsætning af CO<sub>2</sub>-lækagemonitoringssystem (lander) til kontinuerlig overvågning Q4 2025

### 3.1.2 Driftsfasen

Den samlede forventede varighed af injektionsperioden er 8 år, efterfulgt af yderligere 20 års overvågning af stedet. Fangst af CO<sub>2</sub> på land og transport til havn er ikke en del af denne VVM. Platformen er udstyret med helikopterlandingsplads til transport med helikopter, som vil være den vigtigste form for pendling for personalet. Hovedaktiviteterne beskrives som følger:

#### Transport af CO<sub>2</sub> fra Esbjerg havn til offloadingsystemet på Nini A platformen

CO<sub>2</sub> vil blive lastet på et modificeret PSV (CO<sub>2</sub>-transportskib) i Esbjerg havn og herefter transporteret til Nini A-platformen. CO<sub>2</sub> lastes i tanke på dækket af CO<sub>2</sub>-transportskibet og holdes i flydende tilstand ved at opretholde et højt tryk og temperaturer under nul. Sejlafstanden fra Esbjerg til Nini A-platformen er ca. 127 nm (235 km), og der forventes maksimalt 130 injektionscyklusser om året.

#### Injektion af CO<sub>2</sub> i reservoiret

CO<sub>2</sub>-transportskibet vil blive modificeret til dette specifikke formål og have udstyr til at pumpe CO<sub>2</sub> til og fra fartøjet. Injektionen sker fra fartøjet gennem en fleksibel slange, der er forbundet til en rørledning, der fører til Nini A-brønden.

#### Overvågning af CO<sub>2</sub>-injektionen i reservoiret

Et seismisk reservoiovervågningsprogram med 2D seismisk er designet til at overvåge tilstedeværelsen og bevægelsen af CO<sub>2</sub> i reservoiret.

De vigtigste elementer for seismiske overvågningsaktiviteter:

- Baseline: Der planlægges en seismisk 2D-baselineundersøgelse før den første injektion: Fartøjstransit til og fra undersøgelsesområdet, udsendelse og opsamling af airgun og streamers eller ocean bottom nodes (OBN'er) (Figur 5-19 som beskrevet nedenfor), optagelse af seismik på definerede linjer på tværs af området.
- Første seismiske overvågning: Den første 2D-seismiske overvågningskampagne er planlagt til 2 år efter den første injektion: Fartøjstransit til og fra undersøgelsesområdet, udsendelse og indsamling af airgun og streamers eller OBN'er, seismisk optagelse på definerede linjer på tværs af området.
- Den anden 2D-seismiske overvågningskampagne vil blive revurderet og opdateret på baggrund af resultater og erfaringer fra de to første undersøgelser. Den nuværende plan er at gentage baseline og den første overvågning med seismik i år 4, 6, 8 og 10 for at sikre, at modellen beskriver CO<sub>2</sub>-flodens bevægelse og laterale fordeling nøjagtigt.

#### Overvågning af potentielle lækager

Et CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystem vil blive installeret på havbunden for at detektere utilsigtet lækage af CO<sub>2</sub> fra reservoiret og fra den gamle brønd (Nini 4). Systemet vil blive installeret på en metalramme (lander) og implementeret i anlægsfasen. Systemet består af et sonarsystem til detektering af CO<sub>2</sub>-gasbobler, samt kemiske sensorer (pH, total alkalinitet, nitrat og O<sub>2</sub>) til at detektere ændringer i vandkemi grundet af CO<sub>2</sub>-lækage. Desuden er en strømmåler inkluderet i systemet til støtte for analysen af de andre indsamlede data.

#### Seismicitet overvågning

Seismicitetsdata indsamles for at overvåge naturlige og CO<sub>2</sub>-injektionsinducerede underjordiske bevægelser, som nødvendiggør kontinuerlig overvågning i henhold til den fastlagte plan, der involverer brug af OBS'er (nedsænkning i anlægsfasen). Teknologien til overvågning af seismicitet til havs er under udvikling, og de eksisterende planer og udstyr kan blive ændret i forbindelse med den løbende udvikling.

### **3.1.3 Afviklingsfasen**

Omfanget af afviklingen i denne VVM omfatter hele Nini A-installationen, inklusive rørledninger til Siri, CO<sub>2</sub>-offloadingsystemet og aflukning (P&A) af Nini A-brøndene. Afviklingen vil for elementer som fjernes blive udført ved aktiviteter, der minder meget om anlægsfasen. En fremtidig VVM for

afviklingen vil vurdere aktiviteterne i flere detaljer og blive afleveret som en del af myndighedsgodkendelsen af afviklingsplanerne.

### 3.1.4 Materiale- og ressourceforbrug

Projektet vil kræve et vist materiale- og ressourceforbrug som en del af anlægs- og driftsfasen. For anlægsfasen vurderes både brændsels- og materialeforbrug, men for driftsfasen vurderes kun brændstofforbruget, da det eneste materialeforbrug vil være til mindre vedligeholdelse eller udskiftning af komponenter. Dette vurderes at have et ubetydeligt bidrag til den samlede vurdering af påvirkningen på miljømæssige og sociale receptorer og er derfor ikke en del af denne VVM.

#### Materialer og kemikalier

En af de primære materialer, der er anvendt, er den faste rørledning som er en del af CO<sub>2</sub>-offloadingsystemet ved Nini A. Rørledningen, der fører til platformen, forventes at være 100-300 m lang med en tilsluttet fleksibel slange på yderligere 120 m. Med hensyn til beskyttelse af rørledningen er et konservativt skøn at installere betonmadrasser på hele rørledning, i alt 45 madrasser i værste fald. De nye komponenter, der er tilføjet på Nini A, er angivet i projektbeskrivelsen i Tabel 5-9.

Under lækagetest af rørledningen og brøndforberedelse er det planlagt at bruge 2 kemikalier der begge er klassificeret som "gule" i henhold til Miljøstyrelsens farvekodning (stoffer, der udviser en vis miljøfare). Yderligere oplysninger findes i projektbeskrivelsen (afsnit 5.7.1).

Kemikalier vil blive brugt ved lukning (P&A) af Nini A brøndene. Kun grønne og gule kemikalier vil blive udledt. Flere detaljer kan findes under beskrivelsen af afvikling i kapitel 18.

#### Brændstofforbrug

I anlægsfasen kræves et supportfartøj og andre fartøjer og aktiviteter, der i alt bruger ~600 m<sup>3</sup> brændstof. I driftsfasen vil der være behov for forskellige aktiviteter, som opsummeret er op til ~4000 m<sup>3</sup> brændstof, hvor det største brændstofforbrug vil være relateret til transport af CO<sub>2</sub>. Brændstofforbruget for hver rejse med transportskibet er anslået til at være ca. 29,4 m<sup>3</sup> brændstof og i alt ca. 3.800 m<sup>3</sup> brændstof årligt. Afviklingsaktiviteter bidrager med ~16.000 m<sup>3</sup> brændstof brugt.

## 3.2 Olie- og gasproduktionsfasen

Nini A-platformen blev taget i brug i 2003 og består af en topside og en jacket, se videre beskrivelse i kapitel 4. I 2009, 6 år efter at Nini A blev taget i brug, blev Nini-feltet udvidet med den ekstra satellitplatform Nini B.

Boringsaktiviteter ved Nini A henviser til perioden fra 2003 til 2010:

- Ensco 70: februar 2003 - november 2014 (NA-1, NA-2, NA-3, NA-4, NA-5 og NA-6)
- Ensco 101: April 2005 - maj 2005 (NA-7)
- Noble George: juni 2007 - august 2007 (NA-8)
- Mærsk Rolute: Januar 2009 - Januar 2010 (NA-9 og NA-10)

De følgende afsnit beskriver historiske udledninger, emissioner og påvirkninger og giver en kort vurdering baseret på den tilgængelige viden.

### 3.2.1 Undervandsstøj

Følgende aktiviteter relateret til Nini A-platformen og tilhørende rørlednings konstruktion og drift kan potentielt have genereret støjpåvirkninger for marine organismer:

- Installation af Nini A-platform inkl.

- Højfrekvent støj fra undersøgelsesudstyr f.eks. havbundsinspektion
  - Pæleramning for at sikre og fæstne jacket til havbunden
- Etablering af brønde
  - Maskinstøj fra boreplatform under boring af brønde
  - Nedramning af forerør
- Fartøjsaktivitet
  - Maskin- og skruestøj fra undersøgelses- og supportfartøjer

Den lovgivningsmæssige regulering vedrørende beskyttelse af havpattedyr har ændret sig betydeligt i løbet af Nini A's drift. Når det har været nødvendigt, er der ansøgt om og opnået tilladelse til støjproducerende aktiviteter fra myndighederne. Foranstaltninger til beskyttelse af havpattedyr er blevet overholdt i henhold til tilladelsen og gældende bedste praksis på tidspunktet for aktiviteten.

### 3.2.2 Arealinddragelse

Nini A-plattformen har en arealinddragelse på ca. 1.500 m<sup>2</sup> (området inden for de tre platformsben).

- Rigger, der bruges til boreaktiviteter ved Nini A, har tre spudcans, der hver indrager et areal på 200 m<sup>2</sup> på havbunden (Bokalis Offshore AS, 2003)
  - Det forventes, at arealinddragelsen samt sedimentresuspension og -aflejringer fra aktiviteterne ville have været minimale (ingen udgravning eller etablering af fordybninger til nedlægning af rørledninger). Af den grund ville der ikke have været nogen væsentlige effekter på den omkringliggende sedimentsammensætning eller fauna.
- Rørledningerne, der bruges til transport af procesolie, -vand og -gas mellem Siri og Nini A, er alle nedgravede.
  - De nedgravede rørledninger bidrager ikke til det fysiske aftryk, da de ikke optager plads på havbunden. De er dog beskyttet af stenbeskyttelse eller betonmadrasser.
  - Ti betonmadrasser er anlagt nær Nini A-plattformen inden for 500 m zonen (DONG, 2017). N Nær Siri-plattformen dækker yderligere ti betonmadrasser rørledningen, der løber mellem Nini A og Siri (COWI, 2023a).
- Stenbeskyttelse er udført på spoleender (rørsamlinger), rørledningskrydsninger og -bøjninger for at beskytte dem, og i alt er 1.600 m af rørledningen mellem Nini A og Siri dækket af sten (INEOS, 2013). Bredden af stenbeskyttelsen på rørledningen er ca. 2 meter på hver side.
  - Udgravning, stendumping og placering af betonmadrasser resulterer i suspension af sediment nær havbunden. Basisundersøgelsesrapporten om sedimentforhold viste, at projektområdet er meget homogent (DHI and Rambøll, 2023a). Aktiviteter, der sker på havbunden, såsom nedgravning og stenbeskyttelse, ville højst sandsynligt have ført til spredning af sedimenter med lignende karakteristika til dem i området, hvor materialet aflejreredes.

Der er ikke planlagt etablering af platforme, rørledninger eller aktiviteter, der resulterer i arealinddragelse eller fysiske forstyrrelse af havbunden indtil starten af *Projekt Greensand Future*.

### 3.2.3 Udslip

Produktionen af olie, gas og vand fra Nini A-plattformen eksporteres til Siri, hvor de tre faser, råolie, gas og vand, adskilles, og det **producerede vand** behandles yderligere for at opfylde udledningskravene. Under normale driftsforhold vil produceret vand derfor ikke blive udledt. Unormale eller forstyrrede forhold kan resultere i udledning af procesvand ved Siri-komplekset. i

de senere år er ca. 1 % af de ~5.000.000 Sm<sup>3</sup> procesvand, der årligt genereres på Siri-komplekset, blevet udledt. Nini A bidrager med ca. 10-20 % af procesvand, svarende til en udledning på 5.000-10.000 Sm<sup>3</sup> pr. år. Den potentielle påvirkning fra udledning af produceret vand fra Siri-komplekset på marine organismer generelt er begrænset til en vandvolumen mindre end 100 meter væk fra udledningspunktet. Af den grund er påvirkningen fra produceret vand fra Nini A-plattformen ubetydelig.

Under **boringen** af de 10 brønde ved Nini A i perioden 2003 til 2010 er størstedelen af de kemiske udledninger til havet i den grønne kategori og har derfor lav toksicitet og lav påvirkning af havmiljøet. De mere giftige komponenter (røde og til en vis grad de gule kemikalier) efterlades typisk i brønden og udledes ikke.

Der har været årlige **vedligeholdelsesaktiviteter for brøndhoveder** på Nini A-plattformen og lejlighedsvis brøndinterventioner, når det har været nødvendigt. De anvendte kemikalier bortskaffes i brønden og udledes ikke i havet. Alle de anvendte kemikalier er rangeret som grønne eller gule, og miljøpåvirkningen relateret til brugen af disse kemikalier er ikke identificeret.

### 3.2.4 Fast affald

Alt affald genereret ved Nini A transporteres til land, hvor det genbruges, forbrændes eller deponeres i henhold til gældende lovgivning. Desuden følger alle fartøjer standarderne og procedurerne for håndtering og kontrol af skibes ballastvand og sedimenter i overensstemmelse med Ballastvandkonventionen, som sikrer, at alt affald sendes til land og behandles i overensstemmelse med gældende lovgivning. Dette gælder både for de historiske aktiviteter og indtil starten af *Projekt Greensand Future*.

### 3.2.5 Emissioner

Under anlægsfasen antages emissioner at være relativt sammenlignende med det anslåede for afviklingsfasen, der dækker over, at rørledninger fjernes ved reverse reeling (tilbageoprulning), hvor topside og jacket fjernes ved enkelt-løftmetoden.

Under driften kræves en række aktiviteter for at sikre sikker drift (årlige emissioner er beskrevet i afsnit 4.4.5):

- Strømproduktion
- Vedligeholdelse af topside
- Optankning og produktionsaktiviteter
- Vedligeholdelse af udstyr og reparation

### 3.2.6 Lys

Sikkerhedslys har været til stede på Nini A siden installation. Fartøjer, som bruges til installation af platformen og rørledninger, vedligeholdelse og sikkerhedsinspektioner er belyst, mens de arbejder i mørke timer. Lys kan have en effekt på fisk, marine pattedyr og fugle, da de kan blive tiltrukket af oplyste områder, fordi det kan forbedre byttedetektion. Belysning kan også desorientere trækfugle. Da påvirkningen fra de oplyste fartøjer er midlertidig, og de permanente sikkerhedslys ved Nini A er af lav intensitet, forventes påvirkningen fra lys at have været ubetydelig. Ingen påvirkninger forventes at forekomme fra 2024 indtil starten på *Projekt Greensand Future*.

### 3.2.7 Ressourceforbrug

Som en del af Nini A-faciliteterne anvendes en række materialer til anlæggelse af jacket, rørledninger og brønde. De består hovedsageligt af metaller, beton og polymerer. Metaller er det

dominerende materiale, særligt stål i forskellige legeringer. Ressourceforbruget er yderligere specificeret i kapitlet, der dækker afvikling (kapitel 18).

### 3.2.8 Sikkerhedszoner

Sikkerhedszoner omkring Nini A-plattformen og dens rørledning til Siri har til formål at forhindre maritim trafik og fiskeriaktiviteter, der kan føre til kollisioner eller andre forstyrrelser. Med en 500 m sikkerhedszone omkring platformen og 200 m sikkerhedszoner langs rørledningen anses påvirkningen for fiskeri og maritim trafik for at være minimal på grund af den lave fiskeriintensitet og afstanden fra større og mindre skibsfartsruter. Der forventes ingen væsentlige påvirkninger på fiskeri eller maritim trafik indtil starten af *Project Greensand Future* i 2024.

### 3.2.9 Utsigtede hændelser

En stor ulykke i produktionshistorien var bruddet på 10" vandinjektionsrørledningen i 2007. Rørledningen bristede 2 km fra Siri-installationen på grund af grubetæring, der skyldtes dårlig vandhåndtering. Rørledningen blev dengang repareret og midlertidigt genindsat i drift i to år, før en ny rørledning blev etableret i forlængelse af Nini B's installation i 2009.

Bruddet resulterede i en frigivelse af maksimalt 3.000 m<sup>3</sup> produceret vand. Kvaliteten af det frigivne producerede vand er dog af samme kvalitet som vandet, der udledes til havet ved Siri. Det producerede vand, der frigives på Siri-plattformen, behandles for at opfylde udledningskravene. Af den grund var påvirkningen fra produceret vand, der blev frigivet ved bruddet, ubetydelig.

## 3.3 Alternativer

Alternativet til udførelsen af *Projekt Greensand Future* er at følge standardprocedurer for afvikling af det nuværende udstyr i Nini-komplekset inden for dets nuværende Nini-licens. Den endelige afvikling af Nini A-plattformen og relaterede strukturer er omfattet af en separat VVM (COWI, 2023b).

## 3.4 Metode til miljøkonsekvensvurdering

Betydningen af konsekvensen af forskellige projektaktiviteter og risici (utsigtede hændelser) er blevet vurderet ud fra følgende kriterier i Tabel 3-1.

**Tabel 3-1. Vurderingskriterier og kategorier.**

Vurderingskriterier	Påvirkningskategorier
Sårbarhed af den miljømæssige og sociale receptor, der beskriver, hvor følsom en receptor er over for en påvirkning	Lav Medium Høj Meget høj
Påvirkningens geografiske udbredelse	Umiddelbar nærhed (0-1 km) Lokal (>1-10 km) Regional (>10-50 km) National / international (>50 km) Global
Intensitet af påvirkningen, der beskriver kraften eller styrken af en påvirkning	Ubetydelig Lav Medium Høj Meget høj

Vurderingskriterier	Påvirkningskategorier
Påvirkningens varighed	Meget kort (timer til mindre end en uge/6 dage) Kort (7 dage til 30 dage) Mellemlang (en måned/31 dage til flere måneder, mindre end et år) Lang (et til mindre end fem år) Permanent (hele driftsfasen eller >5 år)

Ved at kombinere disse kriterier er den samlede konsekvens af hver aktivitet og effekt blevet vurderet for alle relevante receptorer i følgende kategorier: Ingen/ubetydelig, begrænset, moderat og signifikant. Positive virkninger, der har en gavnlig påvirkning på den pågældende receptor, er blevet vurderet som enten ubetydelige (ubetydelige til moderat positive påvirkninger) eller signifikante (signifikant positive påvirkninger). Vurderingen af konsekvensen er en samlet faglig vurdering og dermed ikke en matematisk sum af de nævnte kriterier.

### 3.5 Afgrænsning af miljøkonsekvensvurderingen

Afgrænsningen beskriver, hvilke miljømæssige og sociale receptorer som er anført i miljøvurderingsloven (lovbekendtgørelse nr. 4 af 03/01/2023) og som vurderes i denne VVM. Følgende er miljømæssige- og sociale receptorer og potentielle påvirkningsmekanismer opført og relevansen markeret i Tabel 3-2 og Tabel 3-3.

#### Miljømæssige receptorer:

- Klima og luftkvalitet
- Hydrografi
- Vandkvalitet
- Sedimentforhold
- Plankton
- Benthisk fauna
- Fisk
- Havpattedyr
- Havfugle
- Bilag IV-arter
- Beskyttede områder

#### Sociale receptorer:

- Materielle goder
- Kulturarv
- Fiskeri

#### Relevante direktiver:

- Vandrammedirektivet
- Havstrategirammedirektivet
- Havplan
- Natura 2000

#### Potentielle påvirkningsmekanismer:

- Undervandsstøj
- Forstyrrelser fra fartøjer
- Arealinddragelse
- Fysisk forstyrrelse af havbunden
- Udledning af kemikalier
- Fast affald (kun onshore - afvikling)
- Emissioner
- Lys
- Ressourceforbrug
- Sikkerhedszoner

### Planlagte aktiviteter og potentielle påvirkninger

En oversigt over de planlagte aktiviteter og de potentielle påvirkningsmekanismer i forbindelse hermed findes i Tabel 3-2.

**Tabel 3-2. Planlagte aktiviteter og potentielle påvirkningsmekanismer for Projekt Greensand Future. "X" markerer relevansen for konsekvensanalysen.**

Fase	Potentielle påvirkninger	Eftermontering af udstyr på topside	Offloadingsystemet	Helikopter transport og båd bemanning	Seismisk og seismicitet overvågning	Overvågning af CO <sub>2</sub> -lækage	Transport af CO <sub>2</sub> /andre fartøjer	Fjernelse af strukturer
Anlægsfase	Undervandsstøj		X		X		X	
	Forstyrrelser fra fartøjer		X		X		X	
	Arealinddragelse		X					
	Fysisk forstyrrelse af havbunden		X					
	Udledning af kemikalier		X					
	Fast affald	X	X					
	Emissioner	X	X	X	X		X	
	Lys	X	X		X		X	
	Ressourceforbrug	X	X	X	X		X	
	Sikkerhedszoner	X	X					
Driftsfase	Undervandsstøj		X		X		X	
	Forstyrrelser fra fartøjer		X		X	X	X	
	Arealinddragelse		X			X		
	Emissioner			X	X		X	
	Lys	X	X		X	X	X	
	Ressourceforbrug			X	X		X	
	Sikkerhedszoner	X	X					
Afviklingsfasen	Undervandsstøj						X	X
	Forstyrrelser fra fartøjer						X	X
	Fysisk forstyrrelse af havbunden							X
	Emissioner						X	X
	Fast affald							X

### Relevante miljømæssige og sociale receptorer

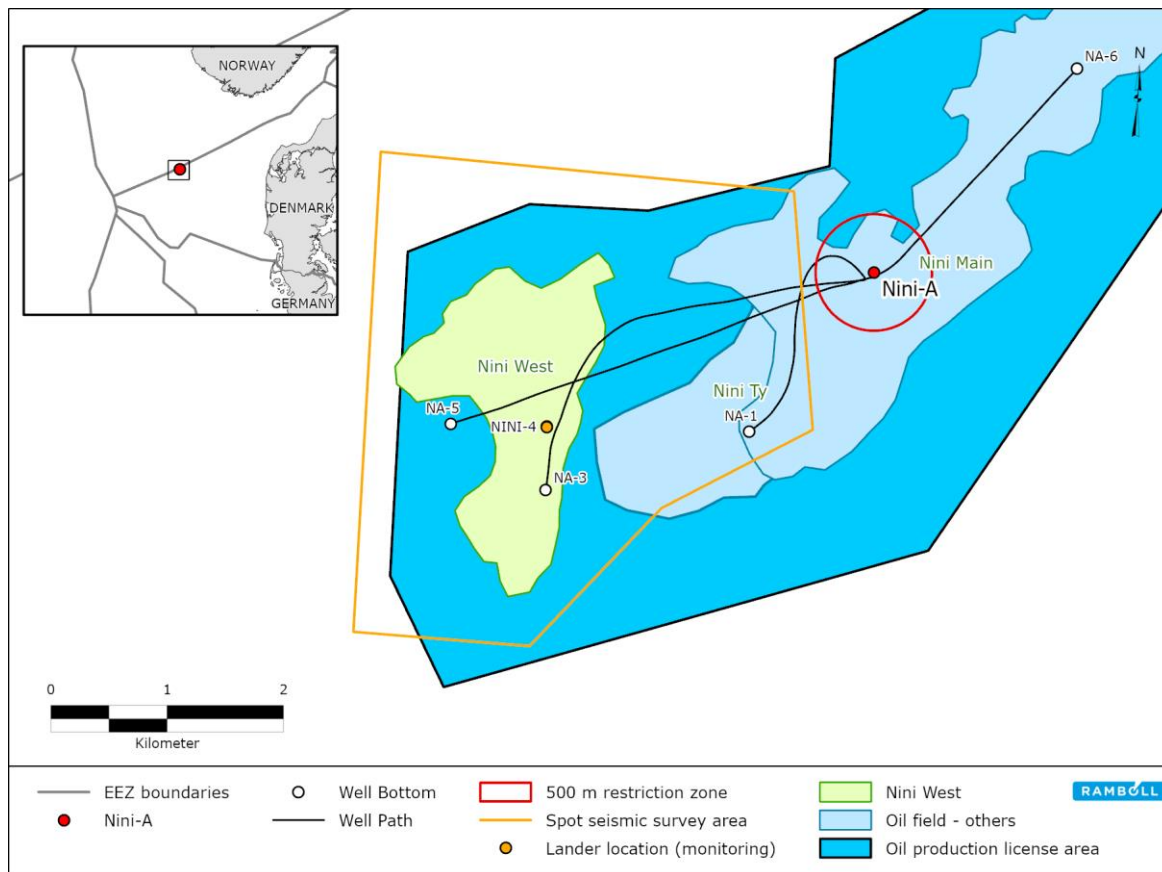
De relevante receptorer er vurderet ud fra projektbeskrivelsen og de potentielle effektmekanismer. De receptorer, der er relevante for konsekvensanalysen, er sammenfattet i Tabel 3-3.

**Tabel 3-3. Potentielle påvirkningsmekanismer og relevante miljømæssige og sociale receptorer og direktiver fra Projekt Greensand Future. "X" markerer relevansen for konsekvensanalysen.**

	Potentiel indvirkning på miljømæssig/social receptor	Undervandsstøj	Forstyrrelser fra fartøjer	Areainddragelse	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Udledning af kemikalier	Emissioner	Lys	Ressourceforbrug	Sikkerhedszoner
Miljømæssige receptorer	Klima og luftkvalitet						X		X	
	Hydrografi			X						
	Vandkvalitet					X				
	Sedimentforhold			X	X					
	Plankton					X				
	Bentisk fauna			X	X	X				
	Fisk	X		X	X			X		
	Havpattedyr	X	X					X		
	Havfugle		X					X		
	Bilag IV-arter	X	X					X		
	Beskyttede områder	X								
Social Recep.	Materielle goder									X
	Kulturarv			X	X					
	Fiskeri									X
Relevante direktiver	Vandrammedirektivet					X				
	Havstrategirammedirektivet	X	X	X	X			X		
	Havplan									X
	Natura 2000	X	X					X		

### 3.6 Beskrivelse af eksisterende forhold i projektområdet

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af den aktuelle miljømæssige og sociale tilstand for de relevante receptorer i projektområdet (Figur 3-3).



Figur 3-3. Lokation for Nini A-plattformen og de tre Nini segmenter: Nini Vest, Nini Main og Nini Øst.

#### 3.6.1 Klima og luftkvalitet

Projektområdet ligger centralt i Nordsøen, og luftforureningen er i denne region lav. De fleste emissioner i Nordsøområdet er relateret til fragtskibe, og koncentrationen af menneskeskabte emissioner falder med afstanden fra kysten. CO<sub>2</sub> er den primære drivhusgas, og CO<sub>2</sub>-emissioner bidrog med 67,9 % af de samlede nationale emissioner (eksklusiv arealanvendelse) af drivhusgasser i 2021. De sektorer der bidrog mest til drivhusgasemissioner i 2021, anslås at være energi (61,8%), landbrug (26,2%), arealanvendelse (5,3%), industriprocesser og produktanvendelse (4,0%) og affald (2,7%).

#### 3.6.2 Hydrografi og vandkvalitet

Projektområdet ligger uden for vigtige hydrografiske strømme og er generelt kendetegnet ved svage havstrømme og relativt lave vanddybder på ca. 60 m. Projektområdets miljøtilstand er klassificeret som god med hensyn til eutrofiering (næringsstofberigelse), men som det meste af den centrale del af Nordsøen er områdets kemiske tilstand klassificeret som et problemområde med hensyn til forurenende stoffer. I løbet af de seneste 30 år er koncentrationerne af metaller, polychlorede biphenyler (PCB'er) og polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH'er) imidlertid faldet betydeligt, og PAH-niveauet vurderes at udgøre en lav risiko for havets biologiske samfund.

### 3.6.3 Sedimentforhold

Sedimentprøver blev indsamlet som en del af baselineundersøgelsen og brugt til at adressere sedimentets fysiske og kemiske egenskaber (DHI and Rambøll, 2023a). Sedimentet var mudret sand, fint sand og meget fint sand. Disse observationer stemmer overens med de dominerende naturtyper, der findes i den vestlige del af Danmarks eksklusive økonomiske zone (EØZ). De kemiske analyser viste, at koncentrationerne af både tungmetaller og kulbrinter generelt viste sig at være lavere end grænseværdierne. Kun for én prøvestation, M7, lå arsen koncentrationen over det lave interval for mulig toksikologisk virkning. For en anden station, T06, viste prøverne forhøjede niveauer af carbonhydrids anthracen og ΣPAH16 (polycykliske aromatiske carbonhydrider).

### 3.6.4 Biodiversitet - Plankton

Projektområdet ligger i et område med en gennemsnitlig biomasse og en tæthed af fytoplankton, der kan sammenlignes med resten af Nordsøen. Fytoplanktonsamfundet domineres af dinoflagellater og kiselalger, mens dyreplanktonsamfundene i Nordsøen domineres af vandløpper (små krebsdyr) (Rambøll, 2015).

### 3.6.5 Biodiversitet - Bentisk fauna

Den bentiske fauna i projektområdet blev undersøgt som en del af baselineundersøgelse (DHI and Rambøll, 2023a). De dominerende grupper af bentisk fauna er: Børsteorme som den største gruppe med 39 arter, Bløddyr med 20 arter, Krebsdyr med 12 arter og Pighuder med 10 arter. Den altdominerende art var den lille rørboende børsteorm med  $>2.000$  individer/m<sup>2</sup>. Den gravende slangestjerne talte over 200 individer/m<sup>2</sup>. Der blev ikke fundet nogen rødlistede arter for Nordsøen.

En bakteriel eDNA-analyse afslørede, at de påviste mikroorganismer generelt tilhørte velkendte grupper af havbakterier, der forventes at være udbredt i Nordsøens sedimenter. Bakteriesamfundene var relativt homogene på tværs af de 20 prøvetagningsstationer. De dominerende grupper af bundfauna var: Børsteorme som den største gruppe med 39 arter, bløddyr med 20 arter, krebsdyr med 12 arter og pighuder med 10 arter. De altdominerende arter var den lille rørboende børsteorm med  $> 2.000$  individer/m<sup>2</sup>. Den gravende brittlestar talte over 200 individer / m<sup>2</sup>. Der blev ikke fundet en rødlistet organisme for Nordsøen.

### 3.6.6 Biodiversitet - Fisk

De mest almindelige fiskearter i og omkring projektområdet er håising, makrel, tobis, torsk, ising, rødspætte, kuller, grå knurhane, sild, rødtunge, brisling og hvilling. De fiskearter, der findes gydende i projektområdet, er kendetegnet ved gydning i de frie vandmasser (pelagisk gydning). De demersale gydere, tobis, findes gydende i et område beliggende ca. 11 km nord for projektområdet i norske farvande.

### 3.6.7 Biodiversitet - Havpattedyr

Marsvin, hvidnæse og vågehval er de mest almindelige havpattedyr i denne del af Nordsøen. Biologien og fordelingen af disse arter samt deres habitatpræference er relateret til fødetilgængeligheden. Marsvin, hvidnæse og vågehval betragtes som mest sårbare inden for deres yngle- og parringsperioder. Projektområdet er dog ikke udpeget som potentielt yngleområde for hvidnæse eller vågehval og er ikke et vigtigt yngleområde for marsvin.

Spættede sæler og gråsæler kan bruge området og optræder sporadisk. Hvilepladser for sæler er vigtige områder at hvile, fælde og yngle. Den nærmeste hvileplads for spættet sæl og gråsæl ligger ca. 178 km fra projektområdet. Ud fra det faktum, at gråsæler bevæger sig over lange afstande, er det sandsynligt, at gråsæler kan ses fouragere inden for projektområdet, men mindre sandsynligt, at man støder på spættede sæler, da de normalt fouragerer 20-25 km fra deres hvileplads.

### **3.6.8 Biodiversitet - Havfugle**

De mest almindelige havfuglearter, der findes i eller i nærheden af projektområdet, er ride, lomvie, sule, alk, mallemuk, sildemåge og sølvmåge. Da Nini A ligger relativt langt (ca. 100 km) fra det nærmeste vigtige fugleområde (Important Bird Areas – IBA) og offshore fra kontinentalsoklen, er farvandet omkring platformen ikke et vigtigt område for havfugle.

### **3.6.9 Bilag IV-arter**

Hvalarterne marsvin, vågehval og hvidnæse er de eneste bilag IV-arter, der er opført i habitatdirektivet, og som naturligt forekommer i projektområdet. De tre hvalarter er hjemmehørende i Nordsøen og beskyttet i hele deres udbredelsesområde. Projektområdet er ikke udpeget som et vigtigt føde- eller yngleområde for disse arter. Bestandstilstanden for alle tre arter er vurderet som gunstig i den danske del af Nordsøen i 2019.

### **3.6.10 Beskyttet natur**

Beskyttede områder tæt på projektområderne omfatter Natura 2000-områder, Ramsarområder, vigtige fugleområder (Important Bird Areas – IBA), værdifulde og sårbare områder (SVO'er), beskyttede havområder og områder udpeget i henhold til havstrategirammedirektivet. Det nærmeste marine beskyttede område (MPA) ligger > 75 km og SVO-område ca. 11 km fra projektområdet.

### **3.6.11 Materielle goder**

Materielle goder omkring projektområdet omfatter eksisterende olie- og gasinfrastruktur, havvindmølleparker, undersøiske kabler og rørledninger samt skibstrafik.

### **3.6.12 Kulturarv**

Skibs- og flyvrage er de mest sandsynlige kulturarvsgenstande, der findes i og nær projektområdet. I betragtning af den omfattende aktivitet omkring Nini-komplekset gennem de sidste 20 år, hvor der ikke er identificeret vrage, forventes projektområdet ikke at have nogen væsentlig betydning for kulturarven. Det nærmeste registrerede objekt ligger 20 km sydøst for projektområdet. Der findes dog ingen arkæologiske undersøgelser af projektområdet, hvorfor tilstedeværelsen af kulturarvsgenstande i projektområdet ikke helt kan udelukkes.

### **3.6.13 Fiskeri**

Nordsøen er et vigtigt område for kommercielt fiskeri. Omkring 6.600 fiskerfartøjer er aktive i Nordsøen, som omfatter Nordsøen, Den Engelske Kanal, Skagerrak og Kattegat. Her toppede landingerne i 1970'erne med 4 millioner tons og er siden faldet til omkring 2 millioner tons i dag. Den geografiske fordeling eller præference af fiskeredskeer varierer i Nordsøen. De fiskebestande, der fanges i Nordsøen, fiskes i overensstemmelse med opnåelsen af en god miljøtilstand i henhold til EU's havstrategirammedirektiv, men bestandenes reproduktionsevne har ikke nået dette niveau. Den største fysiske forstyrrelse af havbunden skyldes mobile bundkontaktredskaber.

Projektområdet består hovedsageligt af tobis (54,3 %), rødspætte (36,9 %), rødtunge (2,4 %), torsk (1,8 %) og pighvar (1,1 %).

### 3.7 Miljømæssige og sociale påvirkninger

Det følgende afsnit opsummerer de potentielle miljømæssige og sociale virkninger forbundet med *Projekt Greensand Future*, som er beskrevet detaljeret i denne VVM-rapport. Den samlede påvirkning af klimaet vurderes at have moderate konsekvenser i både anlægs- og driftsfasen. Påvirkningen fra hele CCS-kredsløbet vurderes dog at have betydelige positive konsekvenser for klimasystemet.

Receptor	Samlet konsekvens	Sammenfatning af de potentielle påvirkninger
<b>Anlægsfasen</b>		
Klima og luftkvalitet	Moderat	<b>Emissioner – klima</b> Da projektet er af relativt lille skala, vurderes intensiteten af emissionerne som medium og resulterer derfor i moderate konsekvenser. Påvirkningen fra hele CCS-kredsløbet vurderes at have betydelige positive konsekvenser for klimasystemet, fordi det er planlagt at lagre 0,3 MT CO <sub>2</sub> e (CO <sub>2</sub> -ækvivalenter) årligt, hvilket er højere end udledningen fra anlægsfasen (1.833 tons CO <sub>2</sub> e) og drift (~11.000 tons CO <sub>2</sub> e/år)
	Begrænset / ubetydelig	<b>Emissioner – luftkvalitet</b> Aktiviteterne i forbindelse med anlægsfasen vil resultere i udledning af gasser og partikler til luften. Sårbarheden af luftkvaliteten offshore vurderes lav. Da emissionsintensiteten er lav, vurderes de kombinerede konsekvenser af de planlagte aktiviteter at være begrænsede.
Hydrografiske forhold	Ubetydelig	<b>Arealinddragelse</b> Nye konstruktioner forventes at resultere i et fysisk fodaftryk i anlægsfasen, når de installeres, og de vil forblive i hele driftsfasen. Tilstedeværelsen af fysiske strukturer, der efterlader et fodaftryk på havbunden og optager plads i vandsøjlen, kan resultere i mindre hydrografiske ændringer, der kan påvirke havstrømme og potentielt forårsage ændringer i saltholdighed og temperaturregimer ved/nær havbunden. Da de hydrografiske forhold styres af kræfter, der fungerer på større skala, vurderes konsekvenserne som ubetydelige.
Vandkvalitet	Ubetydelig	Udledning af kemikalier Potentielle påvirkninger af vandkvaliteten fra projektet omfatter udledning af kemikalier, som vurderes under plankton og bentisk fauna. Konsekvenserne af udledning af kemikalier vurderes at være ubetydelige.
Sedimentforhold	Ubetydelig	<b>Arealinddragelse</b> Installation af nye strukturer, der efterlader et fysisk fodaftryk på havbunden, resulterer i tab af substrat under strukturerne og ændrer sedimentets fysiske og kemiske sammensætning. Den permanente placering af strukturer på havbunden introducerer levesteder med hårdt substrat til det overvejende blødbundsmiljø i projektområdet, hvilket ændrer havbundens fysiske egenskaber. På grund af det store område med homogent sediment påvirker tabet på ca. 850 m <sup>2</sup> ikke havbundens overordnede funktion eller struktur.
		<b>Fysisk forstyrrelse af havbunden</b> I anlægsfasen er den fysiske forstyrrelse af havbunden relateret til potentiel resuspension af sedimenter under installationen af offloadingsystemet. Resuspension af sediment vil ikke ændre sedimentets fysiske aspekter, og mindre fysiske eller kemiske ændringer forventes hurtigt at vende tilbage til deres oprindelige tilstand, når aktiviteterne ophører.
Plankton	Ubetydelig	<b>Udledning af kemikalier</b> Udledning af kemikalier er kun forbundet med lækagetest af offloadingsystemet. Nogle planktonarter kan reagere hurtigt på en toksisk virkning, men plankton har en kort omsætningstid, hvilket gør det muligt hurtigt at gendanne samme tilstand som før påvirkningen, når miljøpåvirkningen ophører. Udledningsmængderne er små (13 m <sup>3</sup> vand fra lækagetesten), og fortynding af den kemiske udledning vil resultere i ikke-detekterbare niveauer.

Receptor	Samlet konsekvens	Sammenfatning af de potentielle påvirkninger
Bentisk fauna	Ubetydelig	<p><b>Arealinddragelse</b> Installation af nye strukturer, der efterlader et fysisk fodaftryk på havbunden, resulterer i tab af substrat under strukturerne og den bentiske fauna, der lever på det berørte substrat. Et mindre areal på ca. 850 m<sup>2</sup> vil blive påvirket i det vidtstrakte homogene habitat bestående af næsten identisk bundsamfund.</p> <p><b>Fysisk forstyrrelse af havbunden</b> Installation af den undersøiske rørledning og betonmadrasser kan medføre en påvirkning på bundfaunaen, hvis omgivende topsedimenter forstyrres, organismer fortrænges eller oplever øget dødelighed. Samfundet forventes at komme sig, og eksistensen af lignende bentiske samfund i den omgivende havbund vil muliggøre rekolonisering af de forstyrrede sedimenter. Det bentiske samfunds' koloniseringsevner varierer mellem arter.</p> <p><b>Udledning af kemikalier</b> Udledninger af kemikalier i forbindelse med lækagetest af offloadingsystemet kan resultere i en toksisk virkning på bundfaunaen. Udledningsmængderne er små (13 m<sup>3</sup> lækagetestvand), og fortynding af den kemiske udledning vil resultere i ikke-detekterbare niveauer. Kemikalierne er godkendt til udledning af Energistyrelsen og vurderes ikke at have en langtidseffekt på marine organismer. Det bentiske miljø har evnen til at komme sig efter udledning af kemikalier.</p>
Fisk	Begrænset / ubetydelig	<p><b>Undervandsstøj</b> De måder, hvorpå fisk kan påvirkes af undervandsstøj af relativt høj intensitet, er stort set reversible over tid eller ophører, når støjeksposeringen ophører, hvorved fiskene tilskrives lav følsomhed over for undervandsstøj. Fisk, der har en svømmeblære, som sild, har bedre hørelse og er derfor mere følsomme over for støj end for eksempel fladfisk, der ikke har svømmeblære. Fiskenes samlede sårbarhed over for undervandsstøj vurderes derfor som lav, da det forårsager reversible påvirkninger for fiskene, og de forventes at vende tilbage til området, når påvirkningen ophører.</p> <p><b>Arealinddragelse</b> De installerede strukturer (offloadingsystem og CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystem) vil resultere i et permanent tab af levesteder. Tabet af levesteder er dog relativt lille, da de kun optager omkring 850 m<sup>2</sup> af havbundens vidtstrakte homogene levesteder. På grund af arealinddragelsens små dimensioner i et stort og homogent område vil der ikke være en påvirkning på fiskebestanden.</p> <p><b>Fysisk forstyrrelse af havbunden</b> Potentielle påvirkninger af fisk forårsaget af fysiske forstyrrelser af havbunden, såsom ophvirvling af sediment, kan påvirke fiskearter, der er afhængige af havbunden til gydning og fouragering. Mængden af resuspenderet sediment fra placering af konstruktioner, hovedsageligt betonmadrasser, på havbunden forventes at være meget lille og begrænset til arealinddragelsen på 850 m<sup>2</sup>. Det forventes, at havbunden, der påvirkes af ophvirvling af sediment, vil vende tilbage til sin tilstand før påvirkningen inden for et relativt kort tidsrum. Der er ingen vigtige demersale gydeområder for fisk inden for projektområdet.</p> <p><b>Lys</b> Sikkerhedslys er til stede på alle satellitplatforme og fartøjer i hele konstruktions- og driftsfasen. Sikkerhedslys er generelt lavintensitetslyskilder, påvirkningen fra sikkerhedslys forventes at have mindre omfang end de oplyste fartøjer. Oplyste områder kan give et forbedret fourageringsmiljø for fisk ved at give tilstrækkeligt lys til at lokalisere og fange bytte. For juvenile fisk er der sandsynligvis et trade-off mellem fouragering i et kunstigt oplyst natligt miljø og den øgede risiko for rovdyr. Da fiskene er meget mobile, og området ikke udgør vigtige gydepladser for fisk, forventes påvirkningerne at være ubetydelige.</p>
Havpattedyr	Begrænset / ubetydelig	<p><b>Undervandsstøj</b> Undervandsstøj forventes fra fartøjer og ROV-udstyr, dykkeraktiviteter, seismisk undersøgelse og fartøjer. Hørelse er den primære sans for mange havpattedyr til at opdage bytte, rovdyr, kommunikation og navigation, og undervandsstøj kan derfor forårsage alvorlige konsekvenser. Havpattedyr forventes at undgå området, og de vurderes ikke at være følsomme</p>

Receptor	Samlet konsekvens	Sammenfatning af de potentielle påvirkninger
		<p>overfor små fortrængninger. Undvigelsesadfærd for marsvin er modelleret til at være op til 6,1 km. Med den første forstyrrelse fra fartøjer og brugen af en softstart-procedure vil der være en meget begrænset risiko for skader fra undervandsstøj på havpattedyr.</p> <p><b>Forstyrrelser fra fartøjer</b> Påvirkning fra forstyrrelser sker op til 200-400 m fra fartøjerne, men da havpattedyr forventes at undgå fartøjer i denne afstand, forventes der ingen påvirkning.</p> <p><b>Lys</b> Lys på Nini A-plattformen og fartøjer og kan lokalt tiltrække fisk, der tjener som bytte for havpattedyr, men det har ingen direkte påvirkning.</p>
Havfugle	Ubetydelig	<p><b>Forstyrrelser fra fartøjer</b> Forstyrrelser fra fartøjer forventes ikke at forårsage en væsentlig fortrængning af havfugle, der kan påvirke den tid, der er til rådighed til at hvile eller fouragering.</p> <p><b>Lys</b> Lysemissioner fra sikkerhedslys på Nini A-plattformen og fartøjer er begrænsede, og selvom nogle individer kan blive påvirket af disse lyskilder, forventes virkningerne ikke at forårsage negative påvirkninger på populationsniveau.</p>
Bilag IV	Begrænset / ubetydelig	<p>De tre bilag IV-arter i projektområdet er hvaler, der er hjemmehørende i Nordsøen: marsvin, hvidnæse og vågehal (se afsnit Havpattedyr for yderligere beskrivelse). Som beskrevet ovenfor vil der være en begrænset risiko for skader fra undervandsstøj på havpattedyr med passende langsom og softstart-procedure på plads. Projektet omfatter ikke forsætlig indfangning eller drab af bilag IV-arter. Yngle- og/eller rasteområdernes økologiske funktionalitet opretholdes.</p>
Beskyttet natur	Ingen	<p><b>Undervandsstøj</b> SVO-området er NS2 "tobisfelt". Forskning i påvirkninger af fisk fra undervandsstøj er relativt sparsom og er kun blevet udført for nogle få fiskearter. Undervandsstøj forårsager kun en påvirkning i umiddelbar nærhed af fartøjerne og anlægsaktiviteterne. I betragtning af afstanden på 11 km fra projektområdet til SVO-området og 4,6 km til overvågning OBS (seismicitet) forventes der ingen påvirkning i dette beskyttede område.</p>
Kulturarv	Begrænset	<p><b>Arealinddragelse</b> Fysisk fodaftryk på havbunden under anlægs- og driftsfasen kan potentielt skade kulturarvs-genstande eller gøre disse utilgængelige for fremtidig forskning i projektets operationelle levetid. Området er tidligere blevet undersøgt uden detektion af fund. En geofysisk undersøgelse af lokaliteten vil give verifikation af, om der er behov for beskyttelsesforanstaltninger af fund. I tilfælde af fund, vil disse blive indberettet til de relevante myndigheder, og yderligere foranstaltninger vil blive identificeret og koordineret, hvis det er nødvendigt.</p> <p><b>Fysisk forstyrrelse af havbunden</b> Kulturarvs-genstande er ofte skrøbelige og følsomme over for fysiske forstyrrelser. Den potentielle resuspension af sediment er lille på grund af de små dimensioner af de installerede strukturer, og fordi rørledningen vil blive lagt på havbunden. Området er blevet scannet og kommercielt udnyttet forud for dette projekt, og på grund af den meget lave sandsynlighed for at støde på kulturarv i projektområdet, vurderes konsekvenserne ubetydelige.</p>
<b>Driftsfasen</b>		
Klima og luftkvalitet	Moderat	<p><b>Emissioner – klima</b> I driftsfasen er CO<sub>2</sub>-fartøjets brændstofforbrug den største bidragyder til klimaaftryk og resulterer i moderate konsekvenser. Som nævnt under anlægsfasen vurderes påvirkningen fra hele CCS-kredsløbet at have betydelige positive konsekvenser for klimasystemet.</p>
	Begrænset / Ubetydelig	<p><b>Emissioner – luftkvalitet</b> Aktiviteterne i forbindelse med driftsfasen vil resultere i emissioner af gasser og partikler til luften. Sårbarheden af luftkvaliteten offshore/kystnær vurderes lav/medium. Da emissionsintensiteten er lav, vurderes de kombinerede konsekvenser af de planlagte aktiviteter at være begrænsede.</p>

Receptor	Samlet konsekvens	Sammenfatning af de potentielle påvirkninger
Hydrografiske forhold	Ubetydelig	<b>Arealinddragelse</b> Offloadingsystemet og CO <sub>2</sub> -lækagemonitoreringssystemet optager plads på havbunden og i vandsøjlen. Installationen vil resultere i et fysisk fodaftryk på ca. 850 m <sup>2</sup> i alt med en maks. højde på ca. 0,5 m. Tilstedeværelsen af disse fysiske strukturer kan resultere i mindre hydrografiske ændringer, der kan påvirke fremherskende havstrømme og potentielt forårsage ændringer i saltholdighed og temperaturregimer ved/nær havbunden. Da de hydrografiske forhold styres af kræfter, der virker på stor skala, forventes det, at når strukturerne er fjernet, vil de hydrografiske forhold naturligt vende tilbage til deres oprindelige tilstand.
Sedimentforhold	Ubetydelig	<b>Arealinddragelse</b> De nye strukturer, der efterlader et fysisk fodaftryk på havbunden, resulterer i tab af substrat under strukturerne og ændrer sedimentets fysiske og kemiske sammensætning. Den permanente placering af strukturer på havbunden introducerer levesteder med hårdt substrat til det overvejende blødbundsmiljø i projektområdet, hvilket ændrer havbundens fysiske egenskaber. På grund af det store område med homogent sediment, påvirker tabet på ca. 850 m <sup>2</sup> ikke havbundens overordnede funktion eller struktur.
Bentisk fauna	Ubetydelig	<b>Arealinddragelse</b> De nye strukturer, der efterlader et fysisk fodaftryk på havbunden, resulterer i tab af substrat under strukturerne og den bentiske fauna, der lever på det berørte substrat. Kun et mindre areal på ca. 850 m <sup>2</sup> vil blive påvirket set i forhold til det samlede homogene habitat og store omfang af næsten identiske bentiske samfund. Det bentiske faunasamfund forventes at gendanne sig, og eksistensen af lignende bentiske samfund i den omgivende havbund vil muliggøre rekolonisering af de forstyrrede sedimenter. Det bentiske samfunds koloniseringssevner varierer mellem arter. Berørte organismer forventes at kunne finde egnede levesteder i nærliggende sedimenter i løbet af påvirkningen.
Fisk	Begrænset / ubetydelig	<b>Undervandsstøj</b> Undervandsstøj forventes fra seismisk undersøgelse, seismiske undersøgelsesfartøjet og CO <sub>2</sub> -transportskibe. Virkningerne fra overvågningen af reservoiret (seismiske undersøgelser) vurderes. Seismisk aktivitet udsender høje lyde, som potentielt kan føre til dødelighed eller dødelig skade af fisk. Da softstart-proceduren kræves af myndighederne, forhindres risikoen for ikke-reversible virkninger af fisk (dødelighed og dødelig skade). Anvendelse af softstart-procedure fjerner ikke risikoen for dødelig skade på larver i en rækkevidde på 0,8 km (SELCum) (3D) og 0,9 km (SELCum) (2D) fra kilden. Det vil dog næppe få konsekvenser for reproduktion og bestandsoprustning. Påvirkninger fra fartøjer er relateret til adfærdsmæssige og maskerende virkninger, som forventes at ophøre, når påvirkningen ophører. <b>Arealinddragelse</b> Offloadingsystemet og CO <sub>2</sub> -lækagemonitoreringssystemet udgør permanente strukturer på havbunden, som forbliver i hele projektets levetid. På grund af arealinddragelsens små dimensioner i et stort og homogent område vil der ikke være en påvirkning på fiskebestanden. <b>Lys</b> Sikkerhedslys er til stede på alle satellitplatforme og fartøjer i hele anlægs- og driftsfasen. Da fiskene er meget mobile, og området ikke udgør vigtige gydepladser for fisk, forventes virkningerne at være begrænsede.
Havpattedyr	Begrænset / ubetydelig	<b>Undervandsstøj</b> Undervandsstøj kan stamme fra CO <sub>2</sub> -transportskibet og overvågningsfartøjet (kontinuerlig støj), men også fra brugen af airguns under seismisk undersøgelse af reservoiret. Med anvendelsen af softstart-proceduren og forstyrrelsen fra fartøjer vil der være en meget begrænset risiko for skader fra undervandsstøj. I løbet af den 5-10 dages seismiske kampagne kan adfærdsmæssige reaktioner forekomme op til 6,1 km for marsvin og 28,9 km for sæler. <b>Forstyrrelser fra fartøjer</b> Påvirkning fra forstyrrelser er op til 200-400 m fra CO <sub>2</sub> -transportskibet, men da havpattedyr forventes at undgå fartøjer i denne afstand, forventes der ingen påvirkning.

Receptor	Samlet konsekvens	Sammenfatning af de potentielle påvirkninger
		<p><b>Lys</b> Platformen er ubemandet, men der vil være sikkerhedslys til stede, og CO<sub>2</sub>-transportskibet vil være oplyst. Lys kan lokalt tiltrække fisk som er bytte for havpattedyr, men det har ingen direkte indvirkning på dem.</p>
Havfugle	Ubetydelig	<p><b>Forstyrrelser fra fartøjer</b> CO<sub>2</sub>-fartøjets hyppige tilstedeværelse og den årlige tilstedeværelse af det seismiske undersøgelsesfartøj vil ikke resultere i fysiske påvirkninger eller ændret funktion af bestanden af havfugle i området, da påvirkede fugle forventes at vende tilbage relativt hurtigt, efter at påvirkningen ophører, eller de placerer sig længere væk fra påvirkningen.</p> <p><b>Lys</b> Lysemissioner fra sikkerhedslys på Nini A-platformen og fartøjer er begrænsede, og selvom nogle individer kan blive påvirket af disse lyskilder, forventes påvirkningerne ikke at forårsage negative virkninger på populationsniveau.</p>
Bilag IV	Begrænset / ubetydelig	<p>De tre bilag IV-arter i projektområdet er hvaler, der er hjemmehørende i Nordsøen: marsvin, hvidnæse og vågehval (se afsnit om Havpattedyr for yderligere beskrivelse). Som beskrevet ovenfor vil der være en meget begrænset risiko for skader fra undervandsstøj på havpattedyr. Undgåelsesadfærd kan forekomme op til 6,1 km væk fra lokationer med seismiske aktiviteter. Projektet omfatter ikke forsætlig indfangning eller drab af bilag IV-arter. Yngle- og/eller rasteområdernes økologiske funktionalitet opretholdes.</p>
Beskyttet natur	Ingen	<p><b>Undervandsstøj</b> Det nærmeste SVO-område er NS2 "tobisfelt". Forskning i påvirkninger af fisk fra undervandsstøj er relativt sparsom og er kun blevet udført for nogle få fiskearter. Undervandsstøj forårsager kun en påvirkning i umiddelbar nærhed af fartøjerne. Med 11 km fra projektområdet til SVO-området forventes ingen påvirkning i dette beskyttede område.</p>
Materielle goder	Ubetydelig	<p><b>Sikkerhedszoner</b> Offloadingsystemet er placeret inden for den allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen. Opankring eller trawlfiskeri er begrænset inden for hele zonen. Denne sikkerhedszone gælder allerede og vil forblive i hele driftsfasen. Et nyt sikkerhedspunkt relateret til CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet vil blive implementeret.</p>
Kulturarv	Begrænset	<p><b>Arealinddragelse</b> Installerede strukturer inddrager areal på havbunden, der kan forårsage direkte skade på kulturarvsgenstande, for eksempel skibs- og flyvrage, som er de mest sandsynlige fund, der findes inden for projektområdet. Fysisk fodaftryk på havbunden i anlægs- og driftsfasen har potentiale til at skade kulturarvssteder/genstande eller gøre disse utilgængelige for fremtidig forskning i projektets levetid.</p>
Fiskeri	Ubetydelig	<p><b>Sikkerhedszoner</b> Nordsøen udgør vigtige fiskepladser. Det er ikke tilladt at fiske inden for sikkerhedszonerne. For den undersøiske rørledning vil der ikke blive implementeret nogen yderligere sikkerhedszone, da 200 m-zonen omkring rørledningen ligger inden for den allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen. Et nyt sikkerhedspunkt relateret til CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vil blive implementeret. Fiskeriet vil ikke blive påvirket mere af denne sikkerhedspunkt omkring platformen, end det er i dag. Når strukturer, der indfører sikkerhedszoner, er afviklet, vil fiskepladsen vende tilbage til en tilstand før påvirkningen.</p>

### 3.8 Påvirkninger fra større ulykker

#### 3.8.1 Olieudslip fra blowout

Hvis der opstår et CO<sub>2</sub>-blowout, kan det resultere i frigivelse af olie til miljøet. Et blowout er en ekstremt sjælden begivenhed, og omfattende forebyggende sikkerhedsforanstaltninger gennemføres for at reducere sandsynligheden for sådanne hændelser. Blowout kan sjældent forekomme i CO<sub>2</sub>-injektionsfasen. I det usandsynlige tilfælde af et blowout spredes olien med strømmen. Oliekomponenter og deres nedbrydningsprodukt kan påvirke marine og kystnære levesteder og arter.

Generelt vil de alvorligste påvirkninger fra et olieudslip forekomme, hvis olieforureningen passerer flokke af havfugle, eller hvis olien ender i kystnære farvande og på kystlinjer. Der er tidligere udført en oliespredningsmodellering fra et blowout for NB-01-brønden ved Nini B-plattformen, der ligger 8 km fra Nini A-plattformen. Et blowout, der finder sted i *Projekt Greensand Future* et år efter injektionsstart, forventes at resultere i en oliefrigivelseshastighed på 100 m<sup>3</sup> pr. dag, mens et blowout, der finder sted 10 år efter injektionsstart, forventes at resultere i en oliefrigivelseshastighed på 70 m<sup>3</sup> pr. dag, og et blowout, der finder sted 20 år efter injektionsstart, forventes at resultere i en oliefrigivelseshastighed på 50 m<sup>3</sup> pr. dag. Det modellerede scenarie for NB-01 brønden brugt i senere afsnit af denne VVM er derfor et meget konservativt skøn.

Med hensyn til påvirkningen på kysten viste modellen, at størstedelen af olien (>99,5 %) forventes at forblive offshore, idet mindre end 0,5 % når kysten. Danmark og Norge er de eneste to lande, der risikerer kystpåvirkning fra et udslip om vinteren, mens et udslip om sommeren også kan påvirke den svenske kystlinje.

Natura 2000-områderne, de danske områder Lille Fiskebanke, Store rev, Gule Rev, Thyborøn Stenvolde og Skagens Gren og Skagerrak ligger tættest på Nini i retningen af olieforureningsdriften, og der er relativt stor sandsynlighed for, at disse områder vil blive påvirket af et olieudslip hvis der sker et blowout. Selv om der er en vis risiko for oliesedimentering og dermed påvirkning på havbundens levesteder og den dermed forbundne flora og fauna, er der en ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin- og sælbestående i disse områder.

Derudover kan de norske SVO'er nord for Nini A-plattformen blive påvirket af et blowout uden implementering af afværgetiltag, da oliekoncentrationerne i dette område er over 25 ppb og vil være skadelige for fiskeæg og larver og derved påvirke gydningen. Desuden er tobisfeltet syd et værdifuldt levested for lomvier og mallebukker fra april til december, og der vil være risiko for oilering og dødelighed af fugle i disse områder.

Da sandsynligheden for et sammenstød er lav, fordi et blowout er meget usandsynlig og kan stoppes meget hurtigere end modelleret, vurderes den samlede konsekvens af påvirkningen på havmiljøet at være begrænset eller moderat. Risikoen for påvirkningen på Natura 2000-områder og andre beskyttede områder anses for ubetydelig.

#### 3.8.2 CO<sub>2</sub>-blowout

I det usandsynlige tilfælde af et blowout under eller efter injektionsfasen vil dette resultere i frigivelse af den injicerede CO<sub>2</sub> sammen med olie og vand fra reservoiret. Modelleringsresultater af et blowout viser, at CO<sub>2</sub>-gassen hurtigt vil stige op og slippe ud i atmosfæren. Kun få procent af den frigivne CO<sub>2</sub> opløses i havvandet, og opløsningen vil hovedsageligt ske ved havoverfladen.

Da det globale klimasystem er sårbart over for yderligere klimagasser, vil udledningen af CO<sub>2</sub> påvirke klimaet som en global påvirkning. Sandsynligheden for en worst-case utilsigtet hændelse

vurderes at være lav. Effekten af et blowout på klimasystemet vurderes at være negativ, mens den resterende lagrede CO<sub>2</sub> resulterer i en positiv effekt.

Intensiteten af påvirkningen fra et blowout er faldende i perioden efter injektionens afslutning. Langtidsmodellering af reservoiret viser, at i +10 år efter injektionens afslutning er fraktionen af frifase-CO<sub>2</sub> faldende, og på det tidspunkt vil den største del af CO<sub>2</sub> være lagret enten opløst i saltlage eller mineraliseret som f.eks. karbonater.

### 3.8.3 CO<sub>2</sub>-lækager

Sandsynligheden for CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret forventes at være lav baseret på de indledende undersøgelser og analyser af de geologiske lag. I det usandsynlige tilfælde af CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret forventes de største påvirkninger at påvirke faunaen nær havbunden, da opløsningen af CO<sub>2</sub>-gasbobler vil ske hurtigt og inden for de første 2-5 m over havbunden. CO<sub>2</sub>-lækagen forventes hovedsageligt at påvirke immobile organismer eller langsomt bevægende organismer, der ikke er i stand til at migrere til upåvirkede områder.

CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret er meget usandsynlig baseret på de omfattende indledende undersøgelser af de geologiske lag, og der kan kun forekomme lækage fra gamle brønde. Sandsynligheden for en lækage vurderes at være meget lav. Der forventes ingen væsentlig påvirkning på bundfaunasamfundet i Nordsøen, da kun et relativt lille område vil blive berørt, og der forventes derfor ingen påvirkning længere oppe i fødekæden (fisk og havpattedyr).

Under offloadingproceduren fra fartøjet til brønden er der en række potentielle ulykkes-scenarier, der kan føre til CO<sub>2</sub>-emissioner til miljøet, f.eks. slangebrud eller utilsigtet frakobling. Injektionssystemerne er designet med nødstopventiler (ESDV'er) på strategiske steder, der automatisk lukker ved utilsigtede hændelser. Dette forhindrer eller reducerer udslip i tilfælde af utilsigtede hændelser, der forårsager brud, og udslippet er begrænset til ca. 11,5 tons CO<sub>2</sub>. Sandsynligheden for en sådan utilsigtet hændelse er lav, og den samlede konsekvens af virkningen vurderes at være begrænset til klimaet og ubetydelig for andre miljøreceptorer.

### 3.8.4 Skibskollisioner

Det antages, at CO<sub>2</sub> vil blive transporteret på en PSV, der er modificeret til CO<sub>2</sub>-transport, fra Esbjerg havn. Sejlafstanden fra havn til Nini A-plattformen forventes at være 127 nm (235 km).

Det forventes, at der vil blive anvendt ét fartøj til transport af CO<sub>2</sub>, og at det maksimalt vil udføre op til 130 injektionscyklusser om året. Afhængigt af transporternes oprindelse kan skibsruterne ændre sig og dermed udgøre forskellige kollisionsrisici.

De 130 injektionscyklusser pr år vurderes at være ubetydelige sammenlignet med skibstrafikken langs transportruterne. Transporten af CO<sub>2</sub> under tryk sker kun for den del af turen, der går mod Nini A-plattformen, mens CO<sub>2</sub>-forsyningskibet er i ballast, når det vender tilbage til havnen. I betragtning af brugen af lodsåbåd, hvor det er nødvendigt, og i overensstemmelse med almindelige COLREG-regler for sikker sejlads, vurderes den ekstra kollisionsrisiko, som CO<sub>2</sub>-transportskibet pålægger at være lav.

## 3.9 Vandrammedirektivet

Det overordnede mål med vandrammedirektivet er at sikre kvaliteten af overfladevand (søer, vandløb, overgangsvande og kystvande) og grundvand ved at opnå god økologisk tilstand og god

kemisk tilstand senest i 2027. Da omfanget for denne VVM udelukkende omhandler offshore-aktiviteter, er det derfor kun påvirkninger af kystvande, der er relevante som er analyseret.

Målet om at opnå god økologisk tilstand gælder inden for 1 nm-zonen fra kysten, mens målet om at opnå god kemisk tilstand gælder inden for 12 nm-zonen fra kysten. For kystvande bestemmes den økologiske tilstand generelt ud fra fire kvalitetselementer (fytoplankton, makroalger og angiospermer, bundfauna, vandkemi, nationalt specifikke miljøfarlige stoffer i sedimenter og biota) og tilknyttede indikatorer (koncentration af klorofyl A, dybdegrænse for rodfæstede bundplanter (ålegræs eller vandaks), dansk kvalitetsindeks for bundfauna og gældende lovgivning). Tilsammen udgør den økologiske og kemiske tilstand et vandområdes overordnede tilstand.

For kystvande langs den jyske kyst anvendes kun fytoplankton og bentisk fauna til vurdering af den økologiske tilstand, da væksten af rodfæstede makrofyter hæmmes af en høj grad af fysisk eksponering i dette område. Den kemiske tilstand bestemmes på grundlag af koncentrationer af prioriterede stoffer og deres koncentrationstærskler.

Potentielle virkninger på vandrammedirektivet relaterer sig til påvirkninger på vandkvalitet, som kan forårsages af udledning af kemikalier eller utilsigtede hændelser såsom olieudslip fra blowout. Driftstiden for olie efter et olieudslip fra Nini A til kysten vil være mere end 20 dage i tilfælde af et olieudslip, der varer 90 dage (worst-case). Den strandede olie vil for det meste være i form af tjærekugler. Risikoen for blowout er meget lav og vurderes ikke at kunne påvirke kvalitetselementerne fytoplankton, makroalger og angiospermer samt bundfauna.

Det vurderes, at *Projekt Greensand Future* ikke vil forsinke eller hindre vandrammedirektivets målsætning om at opnå god økologisk og god kemisk tilstand i danske kystfarvande.

### 3.10 Havstrategirammedirektivet

Havstrategirammedirektivet har til formål at beskytte havmiljøet gennem en økosystembaseret tilgang, hvor det overordnede mål er at opnå en god miljøtilstand i medlemsstaternes havområder. Deskriptorerne omfatter både receptorer og kilder til påvirkninger til identifikation af menneskelig påvirkning på marine økosystemer. Denne kombination af årsager og virkninger beskrives i ret generelle vendinger.

Det nærmeste havstrategiområde ligger ca. 17 km fra projektområdet og 15,3 km fra det nærmeste OBS for seismicitetsovervågning. Anvendelsen af arealet er nødvendig for at overholde havstrategirammedirektivets mål om at opnå god økologisk tilstand. Potentielle påvirkninger fra planlagte aktiviteter i *Projekt Greensand* er undervandsstøj, forstyrrelser fra fartøjer, arealinddragelse, fysisk forstyrrelse af havbunden, lysemission og olieudslip fra utilsigtede hændelser.

De receptorer, der er identificeret i denne VVM, er især relateret til havstrategirammedirektivets tilstandsdeskriptorer, der vedrører biodiversitet (havfugle, havpattedyr, ikke-kommercielt udnyttede fiskearter og pelagiske levesteder, dvs. plankton), havets fødenet og bentiske habitattyper.

Ingen forbudte aktiviteter finder sted inden for havstrategiområder, og derfor overholder *Projekt Greensand Future* direktivet. Ingen signifikante påvirkninger på nogen individuel receptor er blevet identificeret. Det vurderes, at *Projekt Greensand Future* ikke vil forsinke eller hindre havstrategirammedirektivets mål om at opnå god økologisk tilstand gennem deskriptorerne i havstrategirammedirektivet.

### 3.11 Havplan

Direktivet om havplan er udarbejdet for at sikre en bæredygtig udvikling af havområderne og fremme bæredygtig udvikling og bæredygtig udnyttelse af havets ressourcer. *Projekt Greensand Future* ligger inden for et område, der er udpeget til olie- og gasefterforskning og -udvinding og til CO<sub>2</sub>-lagring i henhold til havplanen. Projektområdet overlapper ikke med vigtige skibskorridorer og ligger uden for områder til vedvarende energi og energiøer og områder med beskyttelsesforanstaltninger for luftfart. De potentielle påvirkninger på udnyttelsen af det rumlige havområde vedrører sikkerhedszoner, hvor ankring eller fiskeri ikke er tilladt.

I anlægsfasen er der planlagt yderligere 300 m undersøisk rørledning i det nuværende projekt, som ligger inden for Nini A-plattformens 500 meter sikkerhedszone. Landeren til CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vil have en navigationsbøjle, som markerer dens placering og beskytter mod ankring og trawling. Dette sikkerhedspunkt gælder, når landeren er placeret og igennem hele driftsfasen. Det nye sikkerhedspunkt forstyrrer ikke andre geografiske brugszoner ifølge havplanen. Det nye sikkerhedspunkt omkring CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vurderes ikke at have nogen væsentlig påvirkning på den arealmæssige anvendelse af området.

### 3.12 Natura 2000-vurdering

Natura 2000-nettet er det største koordinerede netværk af beskyttede områder i verden, der sikrer biodiversiteten ved at bevare naturlige levesteder og vilde dyr og planter på EU's område. Formålet med Natura 2000-områder er at opretholde eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter (både flora og fauna) i deres naturlige udbredelsesområde. Natura 2000-nettet omfatter særligt beskyttede områder, særlige bevaringsområder og lokaliteter af rekreativ betydning.

Der er udpeget fire Natura 2000-områder tættest på projektområdet (afstand angivet): Jyske Rev, Lillefiskerbanke (71 km), Skagens Gren og Skagerrak (102 km), Thyborøn Stenvolde (142 km), Sydlige Nordsø (147 km), Dogger Bank (Tyskland, 121 km) og Dogger Bank (Holland, 156 km). Der er ikke planlagt aktiviteter i forbindelse med *Projekt Greensand Future* inden for udpegede Natura 2000-områder, og på grund af afstanden og de potentielle virkninger af dette projekt forventes ingen påvirkninger at strække sig ind i noget Natura 2000-område.

Selv om ingen af de potentielle påvirkningsmekanismer forventes at brede sig til Natura 2000-områder, kan væsentlige påvirkninger på udpegede arter uden for Natura 2000-områder påvirke bevaringsmålene, hvis arter påvirkes på populationsniveau.

Som opsummeret i afsnittet 3.7, udelukkes væsentlige påvirkninger på havpattedyr eller bilag IV-arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder som følge af undervandsstøj, der genereres i dette projekt. Det kan konkluderes at der ikke forventes at være nogen påvirkning på havpattedyr eller bilag IV-arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne fra projektets aktiviteter.

Lysemissioner i driftsfasen kan forårsage påvirkning i en afstand på op til 10 km fra lyskilden. Fugle, der findes på udpegningsgrundlag i nærliggende Natura 2000-områder, kan potentielt blive tiltrukket af disse lyskilder, hvilket kan medføre en forstyrrelse af trækadfærden. Da virkningerne imidlertid kun er midlertidige, forventes der ingen virkninger på populationsniveau for nogen art, der kan have konsekvenser for bevaringsmålsætningerne for et Natura 2000-område.

### 3.13 Afviklingsfasen

Afviklingsaktiviteter er beskrevet på overordnet niveau. En fremtidig VVM for afvikling vil vurdere aktiviteterne i yderligere detaljer og blive afleveret som en del af myndighedsgodkendelsen af afviklingsplanerne.

De potentielle påvirkningsmekanismer fra afvikling omfatter undervandsstøj, forstyrrelser fra fartøjer, fysiske forstyrrelser af havbunden, kemiske udledninger, emissioner, lys og fast affald. Potentielle påvirkede miljøreceptorer er begrænset til klima og luftkvalitet, sedimentforhold, plankton, bentisk fauna, fisk, havpattedyr og havfugle. De samlede konsekvenser af afviklingsaktiviteterne vurderes generelt som begrænsede/ubetydelige.

### 3.14 Overvågningsprogram

Som en del af *Projekt Greensand Future* er der udarbejdet et overvågningsprogram, der skal dække de størst mulige miljøpåvirkninger. Da *Projekt Greensand Future* er det første CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt (>100 kt) i Danmark, er overvågning af reservoiret og lækageovervågning planlagt og vurderet som en integreret del af projektet. Programmet vedligeholdes og ajourføres under alle omstændigheder hvert femte år for at tage hensyn til ændringer i den vurderede risiko for lækage, ændringer i de vurderede risici for miljøet og menneskers sundhed, ny videnskabelig viden og forbedringer inden for den bedste tilgængelige teknologi.

Da utilsigtede hændelser, såsom udslip af CO<sub>2</sub> fra havbunden, kan have påvirkning på bundfaunaen, selv om de ikke er signifikante, kan regelmæssig overvågning af bundfauna og sedimentkemi i projektets levetid overvejes. Et regelmæssigt overvågningsprogram vil give en forståelse af mulige virkninger på bundsamfundene, herunder mikrober, som følge af CO<sub>2</sub>-lækage til havbundens overflade. Derfor foreslås et overvågningsprogram med et 5-årigt interval startende fra den første injektion, svarende til baselineundersøgelsen (DHI and Rambøll, 2023a).

Der vil blive gennemført en undersøgelse efter afviklingen for at kontrollere, at alle elementer er fjernet ved projektets afslutning. Undersøgelsen vil omfatte identifikation og bjærgning af vragester inden for 500 m zonen omkring platformen.

Ingen af de planlagte aktiviteter fører til væsentlige negative påvirkninger på miljømæssige eller sociale receptorer, og der er derfor ikke behov for yderligere overvågning.

### 3.15 Afværgetiltag

Ingen af de identificerede påvirkningsmekanismer fra planlagte begivenheder er blevet vurderet til at resultere i signifikant negativ påvirkning på hverken de miljømæssige eller sociale receptorer. Det er således ikke nødvendigt at implementere afværgetiltag i *Projekt Greensand Future*.

Foranstaltninger som softstart-proceduren for at minimere skader på havpattedyr under seismiske undersøgelser i driftsfasen betragtes som standardvilkår og beskrives som en del af projektbeskrivelsen.

### 3.16 Kumulative effekter

Der er ikke identificeret andre planer og/eller projekter, der kan bidrage til kumulative effekter. Eksisterende olie- og gasaktiviteter i Nordsøen forventes ikke at resultere i kumulative effekter med *Projekt Greensand Future* på grund af afstand fra projektområdet og karakteristika for potentielle påvirkninger fra det nuværende projekt og fra andre olie- og gasaktiviteter. Derudover overlapper påvirkninger fra andre nærliggende planlagte projekter ikke tidsmæssigt eller geografisk med *Projekt Greensand Future*.

Baseline overvågningsaktiviteter (seismicitet og CO<sub>2</sub> lækage) udføres i Q1-Q4 2025 og afsluttes før den første CO<sub>2</sub>-injektion. Disse aktiviteter er omfattet af en separat ansøgning/tilladelse. Baseline aktiviteterne slutter i Q4 2025 og konstruktions fasen starter i Q3 2025, hvilket medfører et midlertidigt overlap.

I Q1 2025 udlægges havbundsstationer (OBS) til indsamling af baseline seismicitets data og CO<sub>2</sub>-lækage-overvågningssystemet (lander) til baselineovervågning. OBS'er og landeren vil blive hentet op i Q4 2025. Indsamling af baseline OBS'er vil kræve en ROV-operation, hvor alle 8 OBS'er vil blive indsamlet indenfor 3 dage. Indsamling af baseline OBS'er falder sammen med nedsættelsen af OBS'er til den kontinuerlige overvågning i driftsfasen. Yderligere offshore-aktiviteter i Q3/Q4 2025 omfatter installation af flowline på Nini A-plattformen (1 måned), installation af CO<sub>2</sub>-offloading-system (7 dage + 1,5 dage) og wireline-arbejde på CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden på Nini A-plattformen (1 måned), hvilket fører til en overlapning i aktiviteterne med baseline overvågningsaktiviteterne.

Seismiske undersøgelser og indsamling af baseline OBS'er (seismicitet) er ikke planlagt til at finde sted på samme tid og i umiddelbar nærhed af hinanden. Påvirkninger fra baseline overvågningsaktiviteterne er lokale, kortsigtede og midlertidige, og det vurderes, at der ikke er en væsentlig risiko for påvirkning af bilag IV-arter og integriteten af Natura 2000-lokaliteternes. Desuden er den periode, hvor baselineundersøgelserne potentielt falder samtidig med andre aktiviteter, meget kort (nogle få timer på den nærmeste station), og virkningen vurderes at være ubetydelig. På baggrund af ovenstående konkluderes det, at der ikke er risiko for kumulative effekter af aktiviteterne.

### 3.17 Manglende viden og usikkerheder

Samlet set anses manglende viden og usikkerheder i vurderingen af virkningerne af *Projekt Greensand Future* for at være begrænsede. Den samlede vurdering vurderes at være holdbar, og det samme gælder den bedste tilgængelige viden fra et område i Nordsøen, der er velundersøgt. De potentielle påvirkninger er velkendte, da aktiviteterne i projektet ligner dem, der finder sted i olie- og gasindustrien, og derfor kan erfaringer fra årtiers arbejde med olie og gas overføres til *Projekt Greensand Future*. Omfanget af mulige påvirkninger er derfor velkendt, og ud fra et miljømæssigt perspektiv betragtes den planlagte del af projektet og virkningerne heraf som enkle. Virkninger fra utilsigtede hændelser har altid en vis grad af usikkerhed. For *Projekt Greensand Future* er der lagt en stor indsats i at identificere risiciene for miljøet, og mulige virkninger er blevet modelleret (olieudslip og CO<sub>2</sub>-frigivelse fra blowout).

### 3.18 Grænseoverskridende effekter

En aktivitet er blevet identificeret til at forårsage potentielle grænseoverskridende effekter, hvilket er den seismiske undersøgelse. Seismisk undersøgelse kan have påvirkning på fisk og havpattedyr, herunder bilag IV-arter som beskrevet nedenfor.

#### Fisk

Det norske SVO-område "tobisfelt" ligger relativt tæt på den dansk-norske EØS-grænse ca. 11 km fra projektområdet. Undervandsstøj fra 2D/3D seismiske undersøgelser er den eneste påvirkningsmekanisme, der potentielt kan forårsage grænseoverskridende virkninger. Men efterhånden som softstart anvendes til seismiske undersøgelser, reduceres de forventede påvirkningsområder for ikke-reversible påvirkninger effektivt til 0 m. Brugen af softstart-procedure fjerner ikke risikoen for dødelige skade på larver i en rækkevidde på 0,8 km (SELCum) (3D) og 0,9 km (SELCum) (2D) fra kilden. Det vil dog næppe få konsekvenser for reproduktion og bestandsoprustning. En

påvirkningsrækkevidde på 1,5 km (3D) og 2 km (2D), der resulterer i TTS, betyder, at de norske tobisfelter ikke påvirkes.

#### Havpattedyr og bilag IV-arter

Påvirkninger i anlægsfasen er lokale og hovedsageligt relateret til fartøjer, dykkeraktiviteter og brugen af ROV-udstyr ved hjælp af højfrekvent lyd. Havpattedyrs adfærdsmæssige virkninger kan forekomme op til 4,8 km fra Nini A-plattformen, og der kan forekomme forskydning af dyr i norske farvande, da afstanden fra Nini A-plattformen til EØS er ca. 4 km. Da virkningen imidlertid er kortvarig, reversibel og kun rammer et meget begrænset antal dyr, vurderes den at have ubetydelige grænseoverskridende virkninger.

I driftsfasen kan undervandsstøj stamme fra fartøjer og seismiske undersøgelser af reservoiret. Reservoirovervågningen foregår i et undersøgelsesområde, hvor den nærmeste afstand er ca. 800 m fra den norske EØS. Da de airguns, der anvendes under undersøgelsen, kan forårsage undvigeadfærd for hvaler i en afstand på op til 36,8 km, kan der være en fortrængning af dyr i norske farvande. Da virkningen er kortvarig (5 dage), reversibel og kun påvirker et meget begrænset antal dyr, vurderes det at have ubetydelige grænseoverskridende effekter. Ligeledes kan overvågningen fortrænge sæler i en radius af 28,9 km, men da afstanden til den norske kyst, hvor hvilepladser findes, er mere end 100 km væk, vurderes det ikke at påvirke norske sælbestande.

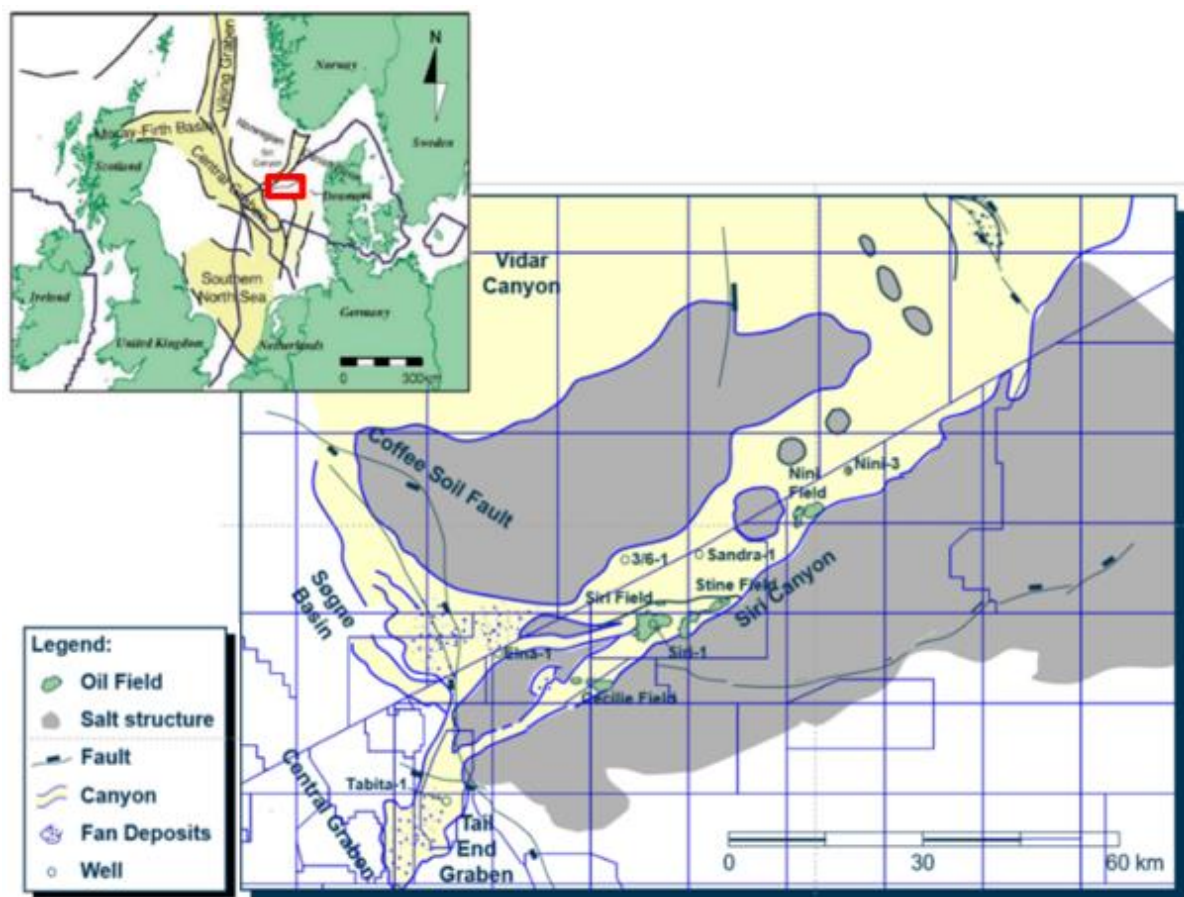
## 4. OLIE- OG GASPRODUKTIONSFASEN

Dette kapitel beskriver de historiske aktiviteter relateret til installation, infrastrukturer og drift af Nini A-plattformen i Nini feltet og dækker olieproduktionsfasen siden 2003 indtil produktionsophør (COP). COP er i øjeblikket planlagt til slutningen af 2026. Der har ikke været produceret Hydrokarboner fra Nini Vest siden 2018. CCS-projektet er beskrevet i kapitel 5.

Kapitlet opsummerer de aktiviteter, der er relateret til offshore installations- og produktionsfasen, for at give et overblik over miljøpåvirkninger fra denne periode.

### 4.1 Lokation

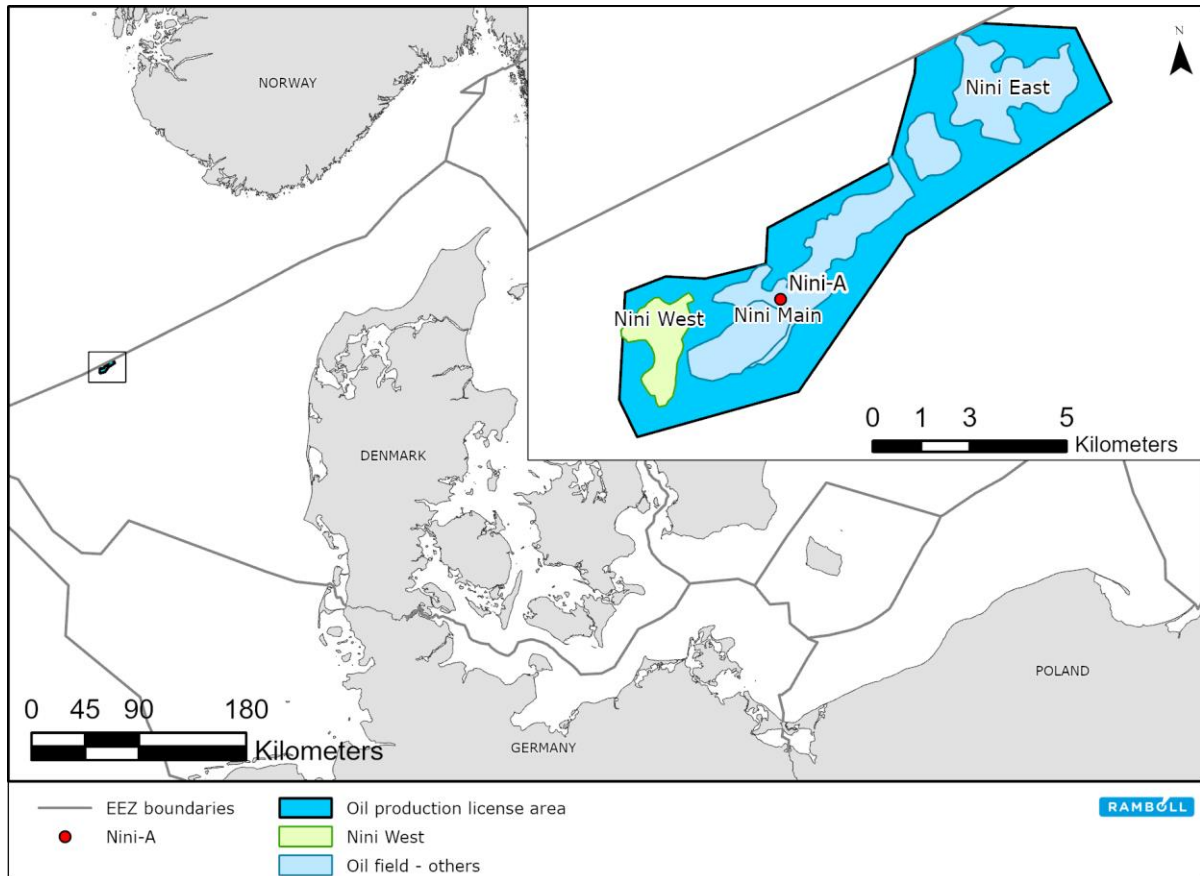
Nini-reservoiret er beliggende i den danske del af Nordsøen ved Siri Canyon. Siri Canyon er en 15-20 km bred erosionsfordybning i kalk-overfladen, der strækker sig cirka 150 km fra Stavangerplateauet til Central Graben langs grænsen mellem den norske og danske Nordsøsektorgrænse (NO/DK EØS-grænsen), se Figur 4-1.



**Figur 4-1 Placering af Siri Canyon og reservoirerne i Siri Canyon. Nini-reservoiret er det nordøstligste og mest lavvandede reservoir.**

Oliereservoirerne og -fundene i Siri Canyon (Figur 4-1) er alle relateret til Paleocæn-Eocæn-successionen, der består af klastiske reservoirer deponeret i dybe, marine aflejringer. Kulbrinterne, der findes i Siri Canyon-reservoirerne, blev oprindeligt dannet i Tail End Graben mod sydvest og migrerede lateralt langs den sydlige kant af Siri Canyon og nåede Nini-reservoiret. Olien blev senere indesluttet på grund af saltbevægelser i lagene nedenfor.

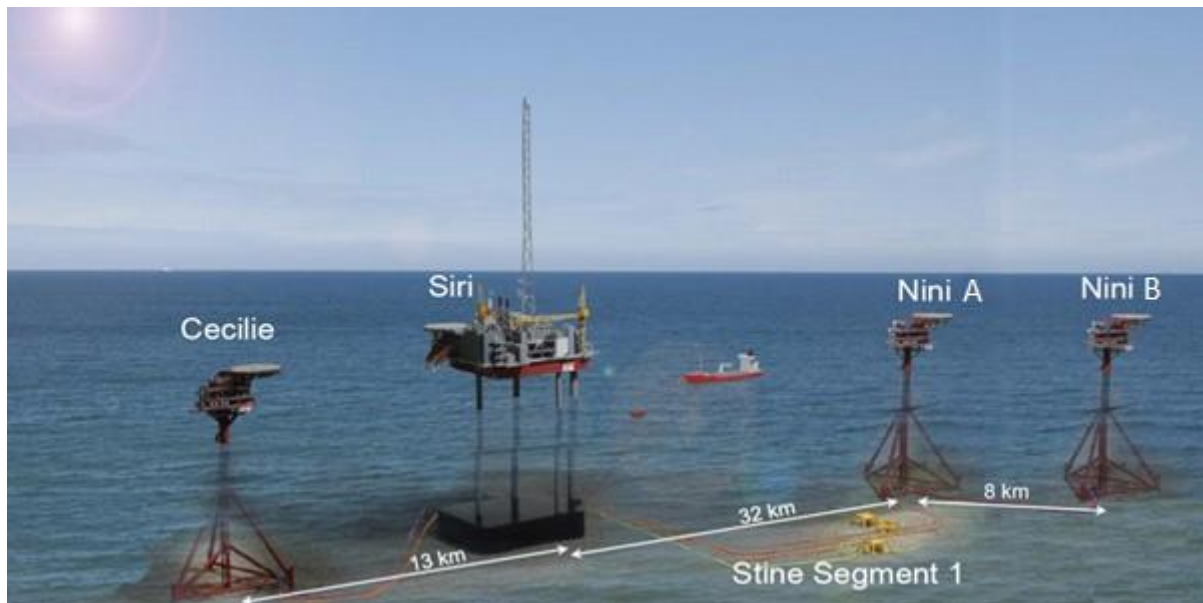
Nini-reservoaret ligger cirka 170 km fra den danske vestkyst og 32 km nordøst for Siri-plattformen, se Figur 4-2. Nini-reservoaret består af tre områder: Nini Vest, Nini Main og Nini Øst. Nini Vest og Nini Main produceres fra Nini A-plattformen, mens Nini Øst produceres fra Nini B.



**Figur 4-2 Placering af Nini A-plattformen og de tre Nini-segmenter: Nini Vest, Nini Main og Nini Øst.**

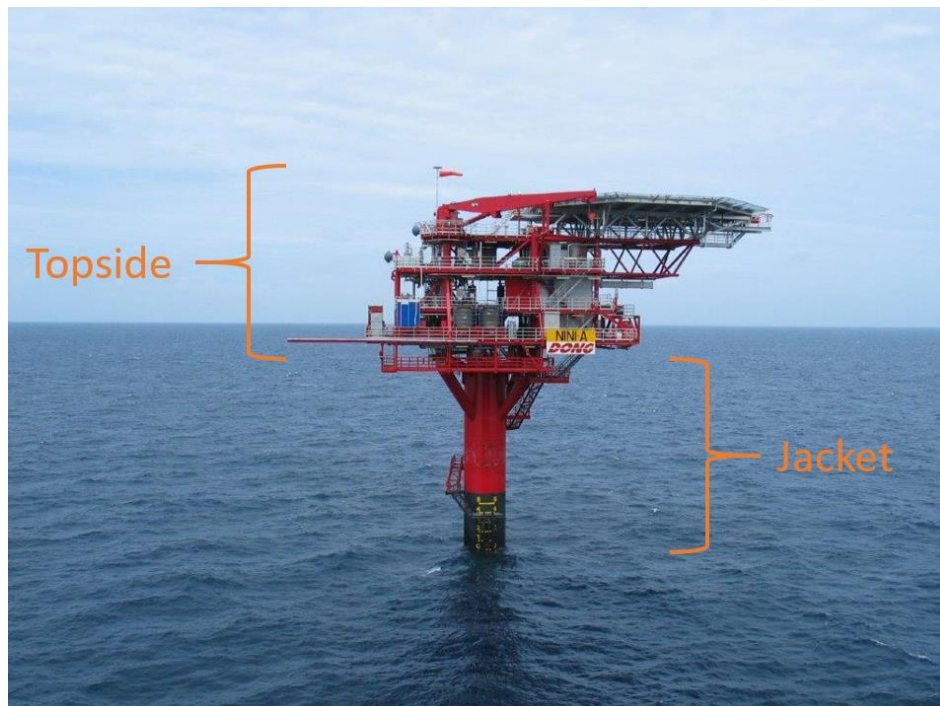
## 4.2 Faciliteter

I dag består infrastrukturen i Siri-området af hovedplattformen Siri, tre ubemandede satellitplatforme (NUI), dvs. Nini A, Nini B og Cecilie, og to undersøiske brønde med tilbageføringer, Stine, som vist i Figur 4-3. Kun Nini A-plattformen og dens tilbageføring til Siri er en del af denne rapport's omfang.



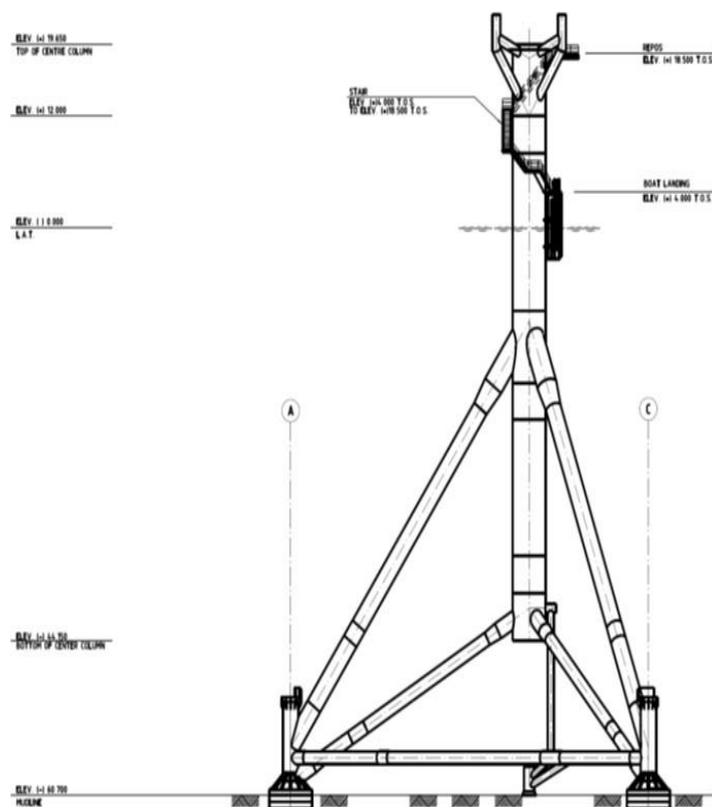
**Figur 4-3 De fire platforme placeret i Siri-området med Siri som hovedplatform og tre satellitplatforme.**

Nini A-platformen består af en topside og jacket (monopæl), og når cirka 30 m over havets overflade, se Figur 4-4. Topside henviser til sektioner over havoverfladen, der primært indeholder forsyninger, brøndhoved og juletræer (modul på toppen af brøndhoved, som sikrer bl.a. mod udslip), helikopterdek, containere og faciliteter til personale. Jacket er delen, der bruges til at fastgøre platformen til havbunden, hvilket sikrer, at hele platformen ikke bevæger sig fra sin tilsigtede placering. Platformen er bemannet til procesindgreb, brøndservice, vedligeholdelse og inspektionsarbejde, men er ellers ubemannet. Fjernovervågning af Nini A-platformen udføres fra det centrale kontrolrum (CCR) på Siri-platformen, hvortil signalerne transmitteres via telemetrisystemet (Line of site, LOS). Se kapitlet om afvikling for yderligere beskrivelse af Nini A-etableringen, inklusiv infrastrukturen (afsnit 18.2).



Figur 4-4 Topside og jacket strækker sig til havbunden på Nini A-plattformen (vanddybde ca. 60 m).

Plattformen er ca. 90 m høj og fastgjort på havbunden med tre 50 m lange 72" funderingspæle. Alle foringsrør og stigerør er placeret inden i den midterste søjle. Brøndrammen er placeret under den midterste søjle. Den generelle struktur af jacket er vist i Figur 4-5.



Figur 4-5 Struktur af jacket (general figur).

### *Brønde*

I alt er der boret ti brønde fra Nini A, inklusive både olieproducenter og vandinjektionsbrønde. Brøndene er yderligere beskrevet i afsnit 4.3.2.

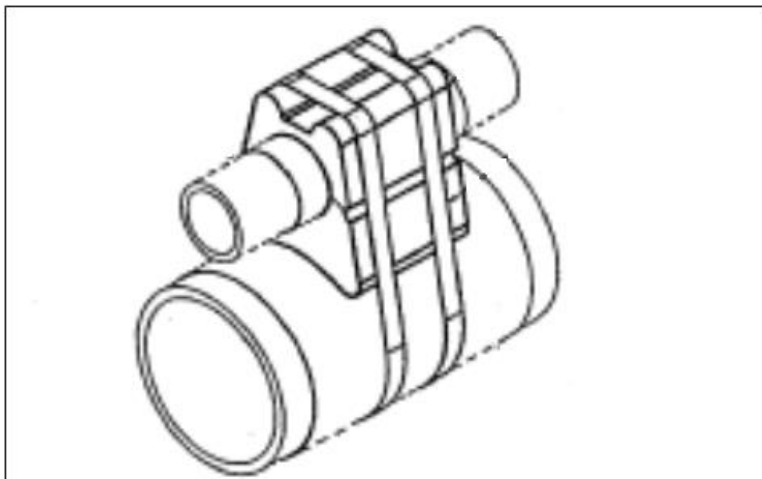
### *Rørledninger og stigerør*

I alt forbinder tre rørledninger Nini A med Siri:

- En 10" vandinjektionsrørledning
- En 14" multifaserørledning
- En 4" gasløftrørledning, der er koblet på (piggyback) 10" vandinjektionsrørledningen, se Figur 4-6

Længden af rørledningerne mellem Siri og Nini A er cirka 32 km.

I 2009, seks år efter Nini A blev sat i drift, blev Nini-reservoiret yderligere udviklet med en ekstra satellitplatform, Nini B. Rørledninger fra Nini B løber til Nini A, og tilbageføringer fra Nini A bruges af begge Nini-platforme.



**Figur 4-6 10" WI-rørledningen og 4" gasløftrørledningen (piggyback).**

## **4.3 Historiske aktiviteter**

Afsnittet opsummerer de vigtigste produktionsbegivenheder siden installationen af Nini A og relaterede rørledninger. De væsentligste historiske aktiviteter er opført i Tabel 4-1.

Installation af Nini A offshore fandt sted i andet halvår af 2003. Jacket, dvs. den midterste søjle med tre ben, blev sejlet ud til beliggenheden på en pram. En kran, der var ombord på prammen, placerede jacket på havbunden over brøndrammen – efterfulgt af pæleramningsaktivitet for at fastgøre den. Topside blev også transporteret til offshore-lokationen på en pram og løftet op på jacket.

Som nævnt tidligere består den installerede infrastruktur yderligere af tre rørledninger til Siri fra Nini A. Vandinjektionsrørledningen blev nedgravet sammen med gasrørledningen til gasløft. Multifaserørledningen blev lagt i en separat rende. Tilbageføring til platformens stigerør blev etableret via et spolestykke for hver rørledning. Rørledningerne er beskyttet med betontunneller

(såkaldte GRP-elementer), betonmadrasser og stenbeskyttelse tæt på Siri og Nini A-installationerne. Derudover er rørledningskrydsninger og -bøjninger beskyttet af stenbeskyttelse for at forhindre havbundserosion på grund af strømmen.

En hændelse i produktionshistorien var bruddet på 10" vandinjektionsrørledningen i 2007. Rørledningen bristede 2 km fra Siri-installationen på grund af grubetæring, der skyldtes dårlig vandhåndtering. Rørledningen blev dengang repareret og midlertidigt genindsat i drift i to år, før en ny rørledning blev etableret i forlængelse af Nini B's installation i 2009.

**Tabel 4-1 Tidslinje for væsentlige hændelser ved Nini A**

År	Hændelse
<b>Faciliteter og produktion</b>	
2003	Nini A-plattformen, rørledningsinstallation (multifase, injektionsvand og gasløft) og tilbageføring til Siri
2003-2010	Fire borekampagner, ti brønde færdige
2007	Tæring i vandindsprøjtningrørledninger forårsager brud
2009	Ny vandinjektionsrørledning anlagt, og gamle vandinjektionsrørledning er taget ud af brug.
2009	Nini B sat i drift med "op-og-over"-tilbageføring til Siri via Nini A-plattform
2018	Nini Vest (Nini A-plattform) produktion sluttede
2023	Greensand Pilot CO <sub>2</sub> -injektion i Nini Vest

#### 4.3.1 Aktiviteter ved Nini A's topside

Planlagte vedligeholdelsesaktiviteter er nødvendige ved Nini A under drift. Bemandingen af anlægget foregår enten med helikopter, med skib via hurtig redningsbåd (FRB) eller heave-kompenseret "Walk to Work"-gangbro. Personale er enten indkvarteret på Siri eller ombord på et support-/standbyfartøj.

Vedligeholdelseskampagnens aktiviteter omfatter:

- Vedligeholdelse – sikkerhedskritiske/ikke-sikkerhedskritiske.
- Inspektion af processystemer og bærende dele.
- Løbende vedligeholdelse (maling/ udskiftning af korroderede rør og strukturer).
- Mindre konstruktionsprojekter og -ændringer.

Fra 1. april til 30. september udføres fire til seks vedligeholdelseskampagner af op til seks dages varighed. Derudover planlægges to-dagsbesøg hver fjerde uge (12 gange om året) for produktionsrelaterede aktiviteter, typisk for at fylde dieselgenerator op og for kemiske forsyninger. Når det er muligt, planlægges almindelig vedligeholdelse, herunder brøndserviceaktiviteter, sammen med de månedlige besøg.

Endelig udføres der i gennemsnit fem endagsbesøg om året for reparation og nedbrud. Der vil altid være et standbyfartøj ved Nini A, når den er bemandet.

#### 4.3.2 Boringsaktiviteter

Boringsaktiviteter ved Nini A henviser til perioden 2003 til 2010. De er opsummeret i Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Tidslinje for boringsaktiviteter ved Nini A

År /Boringsplatformsnavn	Brønd, der er boret i
<b>Ensco 70</b>	
Februar 2003 – november 2014	NA-1, NA-2, NA-3, NA-4, NA-5 og NA-6
<b>Ensco 101</b>	
April 2005 – maj 2005	NA-7
<b>Noble George</b>	
Juni 2007 – august 2007	NA-8
<b>Maersk Resolute</b>	
Januar 2009 – januar 2010	NA-9 og NA-10

Borekemikalier, der er anvendt under ovennævnte brøndaktiviteter, er præsenteret i Tabel 4-3. Se afsnit 4.4.3 for udledning af borekemikalier og borespåner til havet.

Tabel 4-3 Kemikalier, der er brugt ved Nini A-brønde.

År / SPUD	Brøndnavn	Anvendt Rød**	Anvendt Gul**	Anvendt Grøn**
		Ton		
2003	NA-1	22,2	132	279
2003	NA-2	40,9	297	881
2003	NA-3	36,9	209	462
2004-5	NA-4	72,9	524	970
2004	NA-5	21,9	106	540
2004	NA-6	66,4	320	686
2005	NA-7	51,1	345	1.174
2007	NA-8	1,3	521	608
2008	NA-9*	31,4	246	546
2010	NA-10*	31,4	246	546

SPUD = Påbegyndelse af boringsaktiviteter  
 \* = Faktiske data kan ikke hentes. Værdier er gennemsnitligt forbrug ved tidligere borerede brønde.  
 Kemikalier er sammenlagt for boring, cementering, færdiggørelse og test.

\*\* Kemikalier klassificeres i henhold til Miljøstyrelsens farvekodesystem, som følger OSPAR-klassificeringen (substitution, rangordning og PLONOR) og relaterer til miljøfare ved offshore kemikalier:

- Sorte kemikalier er de mest kritiske og er ikke acceptable at bruge offshore.
- Røde kemikalier (substitution) er miljømæssigt farlige i en sådan grad, at de generelt bør undgås og substitueres, hvor det er muligt. Stoffer, der er uorganiske og yderst toksiske og/eller har en lav biologisk nedbrydelighed, klassificeres som røde.
- Grønne kemikalier betragtes som værende af ikke-miljømæssige bekymringer (såkaldte PLONOR-stoffer, der "Pose Little Or NO Risk" for miljøet)
- Gule kemikalier (rangordning) er dem, der ikke falder ind under nogen af de ovenstående kategorier, dvs. stoffer, som udviser en vis grad af miljøfare, som i tilfælde af betydelige udledninger kan give anledning til bekymring. Stoffer, der opfylder et af tre kriterier for lav biologisk nedbrydelighed, høj bioakkumulering eller toksicitet, klassificeres som gule. Hvis stofferne opfylder to eller tre kriterier, vil de blive klassificeret som røde.

#### 4.3.3 Produktionsaktiviteter, inklusiv brøndvedligehold

Under olie- og gasproduktion på Nini A anvendes kemikalier til at understøtte driften; se det typiske forbrug pr. år i Tabel 4-4. Brøndproduktionen fra Nini A overføres i multifaserørledningen til Siri. På grund af den potentielle risiko for voksdannelse og kalkaflejringer samt tæring i multifaserørledningen er anvendelsen af kemikalier nødvendig.

**Tabel 4-4 Produktionskemikalier brugt pr. år ved Nini A.**

Produkttype	Farveklassificering*	Årligt forbrug (ton)
Korrosionshæmmende	Gult kemikalie	23,0
Kalkaflejningshæmmende	Gult kemikalie	26,5
Voksopløser	Gult kemikalie	4,5
*Se kemisk farveklassificering i fodnoten til Tabel 4-3.		

Yderligere kemikalier anvendes som en del af aktiviteter ved brøndarbejde, og det samlede forbrug er opsummeret i Tabel 4-5. Brøndvedligeholdelse inkluderer følgende:

- Regelmæssigt årligt brøndhovedvedligehold:
  - Typisk en dag pr. brønd pr. år.
  - Kemikalier, nogle kg smørelse og < 100 liter MEG pr. brønd.
  - Alle kemikalier bortskaffes i brønde og dækkes af årlige offshore kemirapporter til Miljøstyrelsen.
- Regelmæssig halvårlig SSSV-tilstrømningstest (sikkerhedsventiludstyr).
  - Typisk ½ dag pr. brønd pr. år.
  - Ingen kemikalier bruges.
- Brøndarbejde fra 2003 til 2023:
  - I alt kun ni wireline interventioner – sammenlagt for alle brønde.
  - Typisk ti dages varighed pr. job.
  - Typiske kemikalier: MEG < 1000 liter/opgave, friktionsdæmper < 100 liter/opgave, syrevask af SSSV-opgave og en kemisk hæmningsopgave. Alle bortskaffes i brønde og dækkes af de årlige offshore kemirapporter til Miljøstyrelsen.
  - Dieselbrændstof til strømforsyningsenhed - leveret af aktiviteter.

Kombineret er brøndvedligeholdelsesaktiviteterne relativt begrænsede og resulterer ikke i nogen udledninger til havet.

**Tabel 4-5 Brøndvedligeholdelseskemikalier brugt under aktiviteter.**

Kemikaliekategorier - farveklassificering*	Totalt forbrug 2003-2023 (ton)
Grønne kemikalier	6,0
Gule kemikalier	1,0
* Se kemikalie farveklassificering i fodnoten til Tabel 4-3.	

Yderligere produktionsaktiviteter ved Nini A er:

- Pigging-aktiviteter: Vandinjektionsrørledningerne fra Siri til Nini A og Nini B rengøres en gang om ugen – ingen bemanning på Nini A nødvendig. Omtrent 600 m<sup>3</sup> injektionsvand udledes fra Nini B under rengøringsaktiviteten. Vandet har procesvandskvalitet, er rengjort på Siri og har specifikationer i henhold til udledningstilladelse. Intet vand udledes fra Nini A.
- Dieselgeneratoraktiviteter: For at sikre strømforsyningen til Nini A-aktiviteter er en dieselgenerator installeret.

#### 4.4 Udslip, emissioner og påvirkninger

I dette afsnit beskrives de vigtigste udslip, emissioner og påvirkninger fra anlæggelse og olie- og gasaktiviteter af Nini A-faciliteterne.

##### 4.4.1 Undervandsstøj

Følgende aktiviteter relateret til Nini A-plattformen og tilhørende rørledningers konstruktion og drift kan potentielt have genereret støjpåvirkninger for marine organismer:

- Installation af Nini A-plattform inkl.
  - Højfrekvent støj fra undersøgelsesudstyr f.eks. havbundsinspektion
  - Pæleramning for at sikre og fæstne undersøiske jacket og topside til havbunden.
- Etablering af brønde
  - Maskinstøj fra boreplatform under boring af brønde
  - Nedramning af forerør
- Fartøjsaktivitet
  - Maskin- og fremkørselsstøj fra undersøgelses- og supportfartøjer

Den lovgivningsmæssige regulering vedrørende beskyttelse af havpattedyr har ændret sig betydeligt i løbet af Nini A's servicetid. Når det har været nødvendigt, er der ansøgt om og opnået tilladelse til støjproducerende aktiviteter fra myndighederne. Foranstaltninger til beskyttelse af havpattedyr er blevet overholdt i henhold til tilladelsen og gældende bedste praksis på tidspunktet for aktiviteten.

##### **Undersøgelse og undersøiske aktiviteter (2003-COP)**

En række undersøgelser er blevet udført omkring Nini A-plattformen. Mange af dem omfattede brugen af et USBL (ultra short baseline) undervandspositioneringssystem relateret til brug af ROV (fjernstyret undervandsfartøj) og andet udstyr til at kontrollere og spore placeringer under vandet. Udstyret udsender støj i et frekvensbånd fra 20 - 31 kHz, dvs. inden for detektionsområdet for marsvin. De forventede lydkildeniveauer for brugen af dette udstyr beskrives i afsnit 5.5.3 sammen med de forventede rækkevidder for fysiske og adfærdsmæssige påvirkninger på havpattedyr. Risikoen for fysisk skade var lav, da skibsaktiviteten ville have afskrækket individer fra at være tæt på aktiviteterne før igangsættelse. Det er mest sandsynligt, at der var en adfærdsmæssig respons op til et par kilometer væk under aktiviteten. Baseret på antallet af forventede marsvin i området og det faktum, at de kunne vende tilbage til området, efter undersøgelsesaktiviteten var afsluttet, vurderes det, at der ikke var varige påvirkninger på individer på grund af aktiviteten. Derfor var effekten på marsvinpopulationen i Nordsøen ubetydelig.

##### **Pælefundering under installation af platformsben (år 2003)**

Nini A-plattformens jacket er fastgjort med tre funderingspæle med en samlet vægt på 522 tons. Pælene har en diameter på 72" og er blevet boret ca. 50 meter ned i havbunden ved hjælp af en tryklufdsdrevet/hydraulisk slaghammer. Pælefunderingen blev igangsat med lavenergi-hamring, og pælefunderingsaktivitetens varighed pr. pæl var omkring 1,5 time.

Undervandsstøjen fra pæleramning er impulsiv i karakter, med flere stød, der opstår med slaggrater i størrelsesordenen 30 til 60 slag pr. minut. Typiske lydkildeniveauer spænder fra SEL 170-225 dB re 1  $\mu\text{Pa}2\cdot\text{s}$  for en enkelt puls og et maksimalt niveau på 190-245 dB re 1  $\mu\text{Pa}$  (Bailey et al., 2010). Det meste af lydenergien foregår normalt ved lavere frekvenser mellem 100 Hz og 1 kHz. Faktorer, der påvirker lydkildeniveauet, inkluderer størrelsen, formen, længden og materialet på pælen, hammerens vægt og faldhøjde samt havbundsmaterialet og dybden. Tærskelniveauer for støj under vand, der kan forårsage fysisk skade på havpattedyr eller resultere i adfærdsmæssige reaktioner, præsenteres i afsnit 11.8.3.

In-situ undersøgelser og målinger fra pæleramning har indikeret, at risikoen for TTS for mellemfrekvente hvaler kan begrænses til et område på ca. 100 meter væk fra pæleramning af 1,8 m stålpile under installation af vindmøller (Bailey et al., 2010). Andre studier indikerer adfærdsmæssige reaktioner fra hvaler mere end 20 km fra pæleramningsaktiviteten, men at dyrene vendte tilbage til normal adfærd og antal, kort efter konstruktionen var afsluttet (Graham et al., 2017).

Regeringen i Sydafrika etablerede i 2012 observationszoner og nedlukningszoner for pælefunderingsaktiviteter sammen med den estimerede zone af adfærdsmæssig reaktion (Government of South Africa, 2012). Nedlukningszoner defineredes som områder, hvor der var risiko for fysisk påvirkning af havpattedyr, og var sat til 1 km, når den forventede lydkildestyrke ville overstige SEL 150 dB(M) re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s. Adfærdsmæssige reaktioner forventedes op til 10 km fra pælefunderingsstedet. Tougaard (2021) identificerer 103 dB re 1  $\mu$ Pa som adfærdstærskel for marsvin baseret på adskillige pælefunderingsundersøgelser. Adfærdspåvirkningsområder på mere end 10 km er rapporteret i nogle af disse studier (Tougaard, 2021b).

Pælefunderingen ved Nini A blev afsluttet i løbet af to dage, og hvalers støjeksponering fra denne kilde var derfor kortvarig. Som beskrevet i afsnit 10.5.4 kan der være adskillige arter af havpattedyr i projektområdet, dog ikke i betydelige antal, og området er ikke identificeret som et vigtigt fourageringssted. Det kan ikke udelukkes, at der var en risiko for fysisk skade på havpattedyr i umiddelbar nærhed af pælefunderingsstedet. Risikoen for varig høreskade var dog lav, da skibsaktiviteten ville have afskrækket individer fra at være tæt på pæleramningen. Det er mest sandsynligt, at der var en adfærdsmæssig reaktion op til flere kilometer væk under aktivitetens varighed. Baseret på det forventede antal havpattedyr i området, og det faktum, at de kunne vende tilbage til området, efter pælefunderingsaktiviteten var afsluttet, vurderes det, at der ikke var nogen varig effekt på havpattedyrpopulationer i Nordsøen.

### ***Boreaktiviteter fra 2003 til 2010 i fire kampagner***

Det roterende udstyr på boreplatformen og andet maskineri relateret til f.eks. energiproduktion og behandlingsanlæg til boreslam/borespåner vil skabe undervandstøjemissioner. Feltundersøgelser ved boreplatformen Noble Koskaya og det tilknyttede supportfartøj Northern Seeker i den tyske sektor af Doggerbanke har vist, at aktiviteterne ved platformen og støj fra shipping kun påvirker adfærden hos marsvinsaktivitet under manøvrering ved platformsdokning/platformsafgang (Todd et al., 2009; Todd, V.L.G. et al., 2007). Borestøjen ved brønden blev målt til 120 dB re 1  $\mu$ Pa, dvs. over tærsklen, der potentielt udløser adfærdsændring hos marsvin (103 dB re 1  $\mu$ Pa). Adfærdsmæssige påvirkninger af marsvin kunne derfor finde sted under sådanne aktiviteter. Imidlertid overvågede Bach et al. (2010) marsvinsaktivitet ved to platforme i Nordsøen ved hjælp af T-PODs og konkluderede, at boreaktiviteter generelt ikke påvirkede de små hvaler (Bach et al., 2010).

Sæler kunne potentielt vise adfærdsreaktioner på støjniveauer over 160 dB re 1  $\mu$ Pa (Tougaard, 2014). Det er derfor vurderet, at adfærdsreaktioner ville have været begrænset til et par hundrede meter fra boreplatformen.

Fysiske påvirkninger på havpattedyr eller fisk forventes ikke at være forekommet i forbindelse med boreaktiviteter baseret på lydkildeniveauerne præsenteret i Tabel 4-6 og tærskelniveauerne for påvirkning beskrevet i afsnit 11.8.3 og 11.7.3.

Tabel 4-6 Undervandsstøjniveau ved forskellige afstande fra boreplatforme.

Lydkildeniveauer ved forskellige afstande fra kilden (dB re 1µPa)				Referencer
Ved kilden	100 m	125 m	400-500 m	
120	-	-	-	(Todd et al., 2009)
163	123	-	-	(Richardson et al., 1995)
145-190	-	-	-	(P. M.; Thompson et al., 2010)
-	-	117	115	(McCauley, 1998)

### **Nedramning af forerør (Mellem 2003 og 2010 fordelt i fire kampagner)**

Den første sektion af borerøret, forerøret, er delvist nedrammet i havbunden ved hjælp af en hydraulisk hammer på boreplatformen. Det 26" forerør lægges ned i et forboret hul og hamres til sidst til bunden +/- 170 meter sanddybde under havoverfladen, dvs. cirka 110 meter ned i havbunden over en hamringsperiode på cirka en time for hver brønd.

Lydpåvirkningen fra nedramning af forerør er mindre intens sammenlignet med pælefundering under installation af jacket på grund af forerørets mindre diameter. Ikke desto mindre kan det ikke udelukkes, at der var risiko for fysiske skader af havpattedyr i den umiddelbare nærhed af forerørets nedramningssted. Imidlertid var risikoen for permanent høretab lav, da aktiviteten fra fartøjet og boreplatformen ville have afskrækket individer fra at være tæt på stedet. Det er mest sandsynligt, at der var en adfærdsmæssig reaktion op til flere kilometer væk i løbet af nedramningens varighed. Baseret på det forventede antal havpattedyr i området og det faktum, at de kunne vende tilbage til området, efter nedramningsaktiviteten var færdig, vurderes det, at der ikke var nogen permanent effekt på havpattedyrs populationer som følge af aktiviteten.

### **Fartøjsaktivitet (2003-COP)**

Nye studier fra Nordsøen tyder på, at marsvin viser adfærdsmæssige reaktioner over for skibstrafik 5-10 % af tiden, selv på længere afstande (> 2 km) (Frankish et al., 2023). En undersøgelse i Sortehavet har vist, at marsvin undgår fartøjer på en afstand af 200-400 m (Bas et al., 2017). Tidligere undersøgelser har dokumenteret, at marsvin undgår skibe på afstande op til 1 km, hvilket antyder, at støj potentielt fremkalder negative reaktioner (Barlow, 1998; Palka & Hammond, 2001). Andre hvaler og sæler skønnes at have omtrent den samme undvigelsesafstand fra fartøjer.

En nyere undersøgelse fra Dan-F platformen viser høj marsvinaktivitet ved platformen på trods af forhøjede niveauer af undervandsstøj (Clausen et al., 2021). Det indikerer, at undvigelsen af konstruktioner og fartøjer også afhænger af andre faktorer. Det skyldes muligvis, at der er øget tilgængelighed af byttedyr, som skabes af den kombinerede effekt af det kunstige rev, der dannes af undervandskonstruktionen, og det lokalbeskyttede område ved alle platforme, hvor fiskeri er forbudt (Clausen et al., 2021).

Både under etableringen af Nini A-platformen, brøndboringerne og brøndservice/almindelig vedligeholdelse har fartøjer været til stede ved platformen. Havpattedyr betragtes ikke som følsomme over for fortrængning fra relativt små områder, og påvirkningen er reversibel, da forstyrrelsen fra fartøjer ophører, når fartøjerne forlader området (Dyndo et al., 2015) (Wisniewska et al., 2018). Skibsaktivitetens kortvarige karakter i området antyder yderligere, at den adfærdsmæssige påvirkning på individer ville have været begrænset, og at den samlede påvirkning på havpattedyrs bestand ville have været ubetydelig. Dette dækker både de historiske aktiviteter og de aktiviteter, der forventes indtil starten af *Projekt Greensand Future*.

#### 4.4.2 Arealinddragelse og fysiske forstyrrelser af havbunden

##### *Platform*

Nini A-platformen har en arealinddragelse på ca. 1.500 m<sup>2</sup> (området inden for de tre platformsben). Rigger, der bruges til boreaktiviteter ved Nini A, har tre spudcans, der hver indrager et areal på 200 m<sup>2</sup> på havbunden (Bokalis Offshore AS, 2003).

Det forventes, at arealinddragelsen samt sedimentresuspension og -aflejringer fra aktiviteterne har været minimale, da udgravning og etablering af fordybninger til nedlægning af rørledninger ikke fandt sted. Af den grund har der ikke været nogen væsentlige effekter på den omkringliggende sedimentsammensætning eller fauna, da området er homogent og strækker sig over et stort område.

##### *Rørledninger*

Rørledningerne, der bruges til transport af procesolie, -vand og -gas mellem Siri og Nini A, er alle nedgravede. Alle rørledninger er hver 31,7 km lange og nedgravet til ca. en meters dybde i havbunden. De nedgravede rørledninger bidrager ikke til det fysiske aftryk, da de ikke optager plads på havbunden. Rørledningsspolestykker nær platformen og rørledningskrydsninger er beskyttet af stenbeskyttelse eller betonmadrasser.

Ti betonmadrasser er anlagt nær Nini A-platformen inden for 500 m zonen (DONG, 2017). Nær Siri-platformen dækker yderligere ti betonmadrasser rørledningen, der løber mellem Nini A og Siri (COWI, 2023a).

Stenbeskyttelse er udført på spoleender (rørsamlinger), rørledningskrydsninger og -bøjninger for at beskytte dem, og i alt er 1.600 m af rørledningen mellem Nini A og Siri dækket af sten (INEOS, 2013). Bredden af stenbeskyttelsen på rørledningen er ca. 2 meter på hver side.

Nedgravninger, stenbeskyttelse og placering af betonmadrasser har forårsaget suspension af sediment nær havbunden. Baseline undersøgelsesrapporten om sedimentforhold fandt, at de fysiske karakteristika af sedimentprøverne i hele projektområdet var stærkt homogene og hovedsageligt bestod af fint sand og mudret sand (DHI and Rambøll, 2023a). Aktiviteter, der sker på havbunden, såsom nedgravning og stenbeskyttelse, har højst sandsynligt ført til spredning af sedimenter med lignende karakteristika til dem i området, hvor materialet aflejredes. Kornstørrelsesfordelingen af sedimentet i projektområdet forventes derfor ikke at have ændret sig på grund af suspension af sedimenter.

Der er ikke planlagt etablering af platforme, rørledninger eller aktiviteter, der resulterer i fysiske aftryk eller fysisk forstyrrelse af havbunden indtil starten af *Projekt Greensand Future*.

#### 4.4.3 Udledninger

Kemiske udledninger er forekommet fra udledninger af produceret vand ved Siri og via udledninger under boreaktiviteter.

##### *Produceret vand (2003-COP)*

Olie-, gas- og vandproduktionen fra Nini A-platformen eksporteres til Siri-platformen via multifaserørledningen. På Siri-platformen adskilles de tre faser, råolie, gas og vand, og produceret vand behandles yderligere for at opfylde udledningskravene, dvs. olieindholdet reduceres til koncentrationer under 30 ppm. Efter behandlingen indeholder det producerede vand naturligt forekommende komponenter som tungmetaller, spor af oliekomponenter og vandopløselige kemikalier, der er tilsat for at støtte multifaseeksporten og behandlingsprocessen (Tabel 4-4).

Produceret vand anvendes til trykstøtte, dvs. det injiceres tilbage i reservoiret for at forbedre olie- og gasudvindingen. Under normale driftsforhold vil produceret vand derfor ikke blive udledt. Unormale eller forstyrrede forhold kan resultere i udledning af procesvand ved Siri-komplekset. Tabel 4-7 viser, at i de senere år er ca. 1 % af de ~5.000.000 Sm<sup>3</sup> procesvand, der årligt genereres på Siri-komplekset, blevet udledt. Nini A bidrager med ca. 10-20 % af procesvand, svarende til en udledning på 5.000-10.000 Sm<sup>3</sup> pr. år.

**Tabel 4-7 Produktion af produceret vand fra 2010-2023. Nini A's vandproduktion er inkluderet i Siri-totalen.**

År	Vandproduktion (Sm <sup>3</sup> )		Nini A's andel af Siris Totale Vandproduktion	Genindført procesvand
	Nini A	Siri Total		Vægtet gennemsnit
2010	188.890	3.379.372	5,6 %	100,0 %
2011	330.504	3.380.436	9,8 %	100,0 %
2012	285.297	3.566.348	8,0 %	100,0 %
2013	153.666	1.825.716	8,4 %	100,0 %
2014	313.789	1.456.884	21,5 %	98,7 %
2015	452.693	3.815.742	11,9 %	99,5 %
2016	518.666	4.578.187	11,3 %	99,2 %
2017	367.930	4.961.566	7,4 %	98,9 %
2018	418.462	5.146.368	8,1 %	98,9 %
2019	660.347	5.798.348	11,4 %	98,5 %
2020	790.288	5.030.860	15,7 %	98,8 %
2021	888.571	4.840.833	18,4 %	99,0 %
2022	887.392	5.079.491	17,5 %	99,1 %
2023	702.127	4.234.702	16,6 %	99,1 %

Som foreskrevet af Miljøstyrelsen (European Commission, 2003; Miljøministeriet, 2017) skal Risiko Baseret Tilgang (RBA) for håndtering af Procesvand (PW) anvendes i overensstemmelse med OSPAR-konventionen til støtte af Anbefaling 2012/5 for en risikobaseret tilgang til håndtering af udledninger af produceret vand fra offshore-installationer (OSPAR Agreement, 2012). RBA skal vurdere den potentielle toksicitet af hver komponent til stede i udledningen af produceret vand.

I 2021 forberedte NORCE den seneste rapport, der præsenterede resultaterne af RBA for udledning af produceret vand ved Siri (NORCE, 2021). Rapporten inkluderer resultater fra Dose-Related Risk and Effect Assessment Model (DREAM), som er baseret på det producerede vands udledningsvolumener, komponentkoncentrationer og deres respektive toksicitet samt de hydrologiske forhold ved udløbet af det producerede vand (Rye et al., 2013). Simulationen brugte en daglig udledning på 136 Sm<sup>3</sup>/ dag over en standardiseret 30-dages periode.

Tilsatte kemikalier er blevet godkendt af Miljøstyrelsen og rangeret i henhold til OSPAR-anbefalinger (OSPAR, 2010). Gule kemikalier, der frigives med produceret vand, var inkluderet i modellen. Der blev ikke udledt røde kemikalier i 2021. Derudover er PLONOR-kemikalier, der frigives i store mængder, også inkluderet i simulationerne, som specificeret i RBA-retningslinjerne (f.eks. metanol). Kemikalier, der anvendes, men ikke udledes, blev udelukket fra modellen.

Det første skridt i DREAM-modellen er den tredimensionel henfaldsmodellering, der beregner Predicted Environmental Concentration (PEC) af alle komponenterne i udledningen. Henfaldsmodelleringen tager hensyn til de fysiske egenskaber, som enten er oplyst (for kemikalier) eller defineret indenfor modellen (for de naturligt forekommende komponenter) såsom biologisk nedbrydningsrate og tæthed. Efter henfaldsmodelleringen genereres et risikokort ved at sammenligne PEC med den forudsete No Effect Concentration (PNEC) for komponenterne i udledningen. Dette inkluderer beregning af Environmental Impact Factor (EIF), der indikerer vandmængden, hvor der er potentiale for miljømæssig påvirkning på marine organismer, dvs.  $PEC/PNEC > 1$  (OLF, 2003). En EIF på 1 indikerer, at vandvolumen, hvor PEC overstiger PNEC, er begrænset til et volumen på 100x100x10 meter (Johnsen et al., 2000).

DREAM-simulationen, der blev gennemført i 2021, viste, at EIF aldrig overskred 1 og var overvejende mindre end 0,1. Den potentielle toksiske effekt af alle komponenterne i det udledte producerede vand var derfor begrænset til vandvolumen et par meter væk fra udledningspunktet.

Under standard drift genindføres tæt på 100 % af produceretvand til reservoiret. I tilfælde af forstyrrede forhold kan op til 2.500 Sm<sup>3</sup> af detvproducerede vand dog udledes på en dag. Simulationen undervurderer derfor den maksimale daglige udledning, men overvurderer den samlede udledning over en 30-dages periode. Overordnet vurderes det derfor, at den potentielle påvirkning fra udledning af produceret vand fra Siri-komplekset på marine organismer generelt er begrænset til en vandvolumen mindre end 100 meter væk fra udledningspunktet. Desuden var Nini A's bidrag af procesvand til Siri-plattformen cirka 19 % i 2021. Som følge heraf er påvirkningen fra produceret vand, der stammer fra Nini A-plattformen, ubetydelig.

Som vist i Tabel 4-7 er volumen af produceret vand steget fra 2010 til 2021. Volumenen af produceret vand er faldet siden da, og en genindføringsrate på 99 % forventes at fortsætte indtil slutningen af 2026 eller COP. Derfor reflekterer RBA-rapporten fra 2021 den højeste potentielle påvirkning relateret til udledning af produceret vand fra Siri-komplekset og Nini A-plattformen både historisk og indtil COP.

### **Boreudledninger (2003-2010)**

Under boringen af de 10 brønde ved Nini A i perioden fra 2003 til 2010 var de kemiske udledninger til havet som set i Tabel 4-8. Hovedparten af kemiske udledninger til havet er i den grønne kategori og har derfor lav toksicitet og lav påvirkning på havmiljøet. De mere toksiske forbindelser (røde og til en vis grad gule kemikalier) efterlades typisk i brønden og bliver ikke udledt til havet.

**Tabel 4-8 Kemiske udledninger pr. Nini A-brønd.**

År/ SPUD	Brøndnavn	Udledning rød	Udledning gul	Udledning grøn	Udledte borespåner
		Ton			
2003	NA-1	3,1	0,0	90	309
2003	NA-2	3,0	3,0	415	1.073
2003	NA-3	1,0	0,0	82,0	250
2004-5	NA-4	3,0	0,0	149	463
2004	NA-5	1,3	0,0	207	313
2004	NA-6	3,1	0,0	91,0	375
2005	NA-7	2,0	8,0	361	320
2007	NA-8	0,0	0,2	44,0	Ingen data
2008	NA-9*	1,7	1,1	144	345
2010	NA-10*	1,7	1,1	144	345

SPUD = Påbegyndelse af boringsaktiviteter

\*) Faktiske data kan ikke hentes. Tal er gennemsnitligt forbrug for tidligere borede brønde.  
Udledningsaffald er alle WBM-skærringer - boring af tophulssektioner.

### *Påvirkning på sediment sammensætning*

Den benthiske fauna og fysisk-kemiske sammensætning af havbundssedimentet i Nini-reservoiret blev undersøgt som en del af baseline-undersøgelsen for *Projekt Greensand Future* (DHI and Rambøll, 2023a). Baseline-undersøgelsen blev gennemført i juli 2022 med ROV og Van Veen-sedimentprøver og omfattede 24 stationer fordelt langs to transekter, der strakte sig mellem 50 m og 3500 m nordøst og sydvest for Nini A-plattformen (afsnit 10.4).

Kemiske analyser inkluderede vurdering af følgende indikatorer:

- Organisk indhold: Totalt organisk kulstof (TOC), total nitrogen (TN) og total fosfor (TP)
- Metaller: Sølv (Ag), Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Beryllium (Be), Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Kobber (Cu), Jern (Fe), Kviksølv (Hg), Mangan (Mn), Molybdæn (Mo), Nikkel (Ni), Bly (Pb), Antimon (Sb), Selen (Se), Tin (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V), og Zink (Zn)
- BTEX: Benzen, Toluen, Ethylbenzen og Xylen
- NPD: Naftalin, C1-Naftalin, C2-Naftalin, C3-Naftalin, C1-Fenantren, C2-Fenantren, C3-Fenantren, Dibenzothiophen, C1-Dibenzothiophen, C2-Dibenzothiophen, C3-Dibenzothiophen
- 16 PAH'er (Aromatiske kulbrinter) (EPA16): Naftalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Fenantren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benz(a)anthracene, Chrysen, Benz(e)acephenanthrylene, Benzo(k)fluoranthren, Benz(a)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(ghi)perylene og Indeno(123cd)pyren
- THC: Alle Hydrocarboner (C12 – C35)
- Alifatiske forbindelser (C5 – C35)

Sammenlignet med målinger ved referencestationer kan sedimentkoncentrationen af de ovennævnte forurenende stoffer betragtes som lav og tæt på baggrundsniveauet. De fysiske og kemiske sammensætninger af sedimenterne i projektområdet karakteriseres af en meget høj grad af homogenitet mellem de stationer, hvorfra der er taget prøver. Af den grund fandt Greensand-baselineundersøgelsen ikke tendenser eller karakteristika, der kunne indikere øget kontaminering som følge af tidligere aktiviteter og udledninger. Der var forhøjede niveauer af barium, som er relateret til brugen af baryt i boreslam, hvilket bekræfter, at boreudledninger har fundet sted i området. Ifølge OSPAR er baryt kategoriseret som et PLONOR/grønt stof (Posing Little or No Risk), og barium anses for at være biologisk inaktivt og generelt ikke-toksisk for marine organismer. Barium er derfor i højere grad en historisk markør for boreudledninger end en indikator for skadelige kontaminationsniveauer (DHI and Rambøll, 2023a). Ovenstående resultater og fund er yderligere beskrevet i afsnit 10.4.

### *Benthisk fauna*

Den dominerende gruppe af benthisk fauna var havbørsteorme som den største gruppe med 39 arter, bløddyr med 20 arter, krebsdyr med 12 arter og pighuder med ti arter. Den altdominerende art var små rørboende børsteorme med >2.000 individer/m<sup>2</sup>. Nedgravede slangestjerner blev talt til over 200 individer/m<sup>2</sup>. Sammensætningen af den benthiske fauna bestod af arter, der er velkendte i Nordsøen, og selvom der har været olie- og gasaktiviteter i årtier, er den nuværende havbund relativt naturligt og uforstyrret. Prøvetagningen viste en høj ensartethed i benthisk fauna for alle stationer bortset fra en, hvor substratet var groft sand i stedet for mudret sand.

Videobillederne fra ROV viste en relativt varieret epibentisk fauna. Dog blev større organismer (*nekto-bentos*) som almindelige slangestjerner (*Ophiura albida*) og tibenede krebsdyr sjældent observeret. I stedet syntes mindre arter såsom den mudrede slangestjerne (*Amphiura filiformes*), små krebsdyr og almindelig sømus (søpindsvin) (*Echinocardium cordatum*) at trives. Der var omfattende tegn i sedimentoverfladen, der tydede på høj aktivitet af nedravede organismer (infauna), hvilket bekræftede analysen af sedimentprøverne.

Der var ingen væsentlige ændringer i artssammensætningen i forbindelse med afstand fra Nini A-plattformen. Der var heller ingen indikation af påvirkning på den bentiske fauna, som relaterede sig til historiske boreudledninger fra Nini A-plattformen. Metoderne og resultaterne af undersøgelsen af den bentiske fauna er yderligere beskrevet i afsnit 10.4. Baseret på sedimentets farve og lugt syntes iltforholdene gode, og de kemiske forhold indikerede ikke nogen bemærkelsesværdig forurening i området.

De fysisk-kemiske forhold i det undersøgte område beskrives yderligere i afsnit 10.4.

Der er ikke planlagt yderligere brønde til olie- og gasproduktion ved Nini A. Derfor vil der ikke være flere boreudledninger i perioden fra 2024 til 2026. Efter det forventede produktionsophør i 2026 vil brøndene blive cementeret og nedlagt (P&A). P&A-aktiviteterne beskrives i kapitel 18.

#### **Brøndhovedvedligeholdelse og brøndarbejde (2003-COP)**

Som beskrevet i afsnit 4.3.3 har der været årlige brøndhovedvedligeholdelsesaktiviteter på Nini A-plattformen samt lejlighedsvist brøndarbejde efter behov. De anvendte kemikalier er beskrevet i Tabel 4-5. Alle kemikalierne bortskaffes i brønden og udledes ikke til havet. Alle anvendte kemikalier er klassificeret som grønne eller gule, og der er ikke identificeret miljøpåvirkninger relateret til brugen af kemikalierne.

Årlig brøndhovedvedligeholdelse vil fortsætte i perioden fra 2024 til COP. Brøndarbejde vil blive udført efter behov, men forventes eller planlægges ikke.

#### **4.4.4 Fast affald**

Alt affald genereret ved Nini A transporteres til land, hvor det genbruges, forbrændes eller deponeres i henhold til gældende lovgivning. Desuden følger alle fartøjer standarderne og procedurerne for håndtering og kontrol af skibes ballastvand og sedimenter i overensstemmelse med Ballastvandkonventionen, som sikrer, at alt affald sendes til land og behandles i overensstemmelse med gældende lovgivning. Dette gælder både for de historiske aktiviteter og indtil starten af *Projekt Greensand Future*.

Som en del af boreaktiviteterne, der er beskrevet tidligere, genereres affald fra borespåner, hvilket sendes til land for videre håndtering. De ti brønde ved Nini A har genereret affaldsmængder som anført i Tabel 4-9.

Fast affald genereret fra afviklingsaktiviteter er beskrevet i kapitel 18.

Der forventes derfor ikke at være marint affald fra projektet.

**Tabel 4-9 Borespåner sendt til land fra de forskellige Nini A brønde.**

År/ SPUD	Brøndnavn	Borespåner sendt til land (Ton)
2003	NA-1	439
2003	NA-2	873
2003	NA-3	769

År/ SPUD	Brøndnavn	Borespåner sendt til land (Ton)
2004-2005	NA-4	968
2004	NA-5	607
2004	NA-6	1,183
2005	NA-7	845
2007	NA-8	ingen data
2008	NA-9*	632
2010	NA-10*	632
SPUD = Påbegyndelse af boringsaktiviteter * = Faktiske data kan ikke hentes. Værdier er gennemsnitligt forbrug ved tidligere borerede brønde. Borespåner sendt til land er OBM-borespåner – hovedsageligt nedre tophulssektioner og i reservoiret.		

#### 4.4.5 Emissioner

##### Anlæggelse

Under anlæggelsesfasen antages emissioner at være relativt sammenlignende med det anslåede for afviklingsfasen, der dækker over, at rørledninger fjernes ved reverse reeling (tilbageoprulning), hvor topside og jacket fjernes ved enkelt-løftmetoden, Tabel 4-10.

**Tabel 4-10 Emissioner fra installation af platform og rørledninger under anlæggelse.**

CO <sub>2</sub> [ton]	NO <sub>x</sub> [ton]	SO <sub>x</sub> [ton]	CH <sub>4</sub> [ton]	nmVOC [ton]
22-23.500	350-400	7-8	1-2	35-38

##### Drift

Under driften kræves en række aktiviteter for at sikre sikker drift; disse aktiviteter og tilhørende brændstofforbrug er opført i Tabel 4-11. Aktiviteterne er yderligere beskrevet i afsnit 4.3.

**Tabel 4-11 Type af aktivitet og brændstofforbrug under drift pr. år.**

Drift	Type	Nr./år	Dage pr. enhed	Brændstof-forbrug [m³/dag]	Kommentarer
Strømproduktion	Generator	Optankning med 5 m³ diesel pr. måned			
Vedligeholdelse af topside	Standbyfartøj	4-6	6	3	~5 kampagner af 6-dages varighed
	Helikoptere*	8-12	6	0,15	
Optankning og produktionsaktiviteter	Standbyfartøj	12	2	3	Hver 4. uge
	Helikoptere*	24	2	0.15	
Vedligeholdelse af udstyr og reparation	Standbyfartøj	5	1	3	10 helikopterunderstøttede kampagner af en dags varighed
	Helikoptere*	10	1	0,15	
*Helikopter er i drift 0-15 min/tur, Brændstof: Kerosene/Jet A					

Ovenstående aktiviteter svarer til de årlige emissioner, der er anført i Tabel 4-11. Yderligere i løbet af året med brøndudvikling på Nini A-feltet resulterer i emissioner som anført i Tabel 4-12. Ud fra præsentationen i dette afsnit er det tydeligt, at anlægs- og afviklingsfasen resulterer i de største emissioner. Fra 2024 og indtil starten af *Projekt Greensand Future* vil kun emissionerne, som er angivet i Tabel 4-11, have indvirkning på luftkvalitet og klima.

**Tabel 4-12 Drivhusgas og luftforurenende emissioner relateret til årligt brændstofforbrug under drift.**

Fartøj	CO <sub>2</sub> e [ton]	NO <sub>x</sub> [ton]	SO <sub>2</sub> [ton]	nmVOC [ton]
Strømproduktion	167	3,7	0,09	0,09
Vedligeholdelse af topside	273	5,5	0,15	0,27
Brændstof og piggingaktiviteter	218	4,4	0,12	0,22
Vedligeholdelse af udstyr og reparationer	87	1,8	0,05	0,07
<b>I alt</b>	<b>744</b>	<b>15</b>	<b>0,40</b>	<b>0,64</b>

Tabel 4-13 Luftemissioner relateret til boreaktiviteter ved Nini A.

År/ SPUD	Brøndnavn	CO <sub>2</sub> -produceret gas- /oileafbrændning [ton]	CO <sub>2</sub> -emission [ton]	NO <sub>x</sub> -emission [ton]	SO <sub>2</sub> -emission [ton]
2003	NA-1	527	2.228	45,5	6,7
2003	NA-2	n/a	1.085	21,3	2,6
2003	NA-3B	542	1.200	23,9	2,9
2004-5	NA-4	0,0	3.254	63	6,8
2004	NA-5	0,0	1.464	27,1	3,5
2004	NA-6	0,0	2.254	44,4	5,5
2005	NA-7	0,0	2.899	57,2	7,0
2007	NA-8	0,0	2.449	48,4	4,2
2008	NA-9*	0,0	1.944	38,4	4,7
2010	NA-10*	n/a	1.944	38,4	4,7

SPUD = Påbegyndelse af boringsaktiviteter  
 \* = Faktiske data kan ikke hentes. Værdier er gennemsnitligt forbrug ved tidligere borerede brønde.  
 n/a = data ikke tilgængelige.  
 Emissioner fra boreplatforme, forsyningskibe, helikoptere og standbyfartøj.

#### 4.4.6 Lys

Sikkerhedslys har været til stede på Nini A siden installation. Derudover er fartøjer, som bruges til installation af platformen og rørledninger, vedligeholdelse og sikkerhedsinspektioner belyst, mens de arbejder i mørke timer.

Lys kan have en effekt på fisk, marine pattedyr og fugle, da de kan blive tiltrukket af oplyste områder, fordi det kan forbedre byttedetektion. Belysning kan også desorientere trækfugle. Da påvirkningen fra de oplyste fartøjer er midlertidig, og de permanente sikkerhedslys ved Nini A er af lav intensitet, forventes påvirkningen fra lys at have været ubetydelig. Ingen påvirkninger forventes at forekomme fra 2024 indtil starten på *Projekt Greensand Future*.

#### 4.4.7 Ressourceforbrug

Som en del af Nini A-faciliteterne anvendes en række materialer til anlæggelse af jacket, rørledninger og brønde. De består hovedsageligt af metaller, beton og polymerer. Metaller er det dominerende materiale, særligt stål i forskellige legeringer. Ressourceforbruget er yderligere specificeret i kapitlet, der dækker afvikling i kapitel 18.

#### 4.4.8 Sikkerhedszoner

Sikkerhedszoner blev implementeret ved Nini A-platformen og langs rørledninger fra Nini A til Siri. Platformen er omgivet af en 500 m sikkerhedszone, hvor normal maritim trafik er forbudt for at forhindre skibskollision. På hver side af rørledningen er der en 200 m sikkerhedszone, hvor fiskeri og forankring er forbudt. Disse sikkerhedszoner kan have en påvirkning på fiskeri og maritim trafik. Nini A-platformen er beliggende i et område med relativ lav fiskeriintensitet (se afsnit 10.9). Vigtige skibsfartsruter er placeret langt fra Nini A-platformen, og mindre skibsfartsruter er heller ikke placeret nær platformen (se afsnit 10.7). Derfor forventes det ikke, at sikkerhedszoner har haft en væsentlig påvirkning på fiskeri eller maritim trafik. Det forventes heller ikke, at der vil være en påvirkning på receptorerne fra 2024 indtil starten på *Projekt Greensand Future*.

#### **4.4.9 Utilsigtete udledninger**

Kun en enkelt udslipshændelse i produktionens historik har påvirket miljøet. Det var en større brud på 10"-vandinjektionsrørledningen i 2007, som resulterede i, at maksimalt 3.000 m<sup>3</sup> produceret vand blev udledt. Imidlertid er kvaliteten af det frigivne producerede vand sammenlignelig i kvalitet til vandudledningen til havet på Siri under en produktionsforstyrrelse, se også afsnit 4.4.3. Det producerede vand udledt på Siri-plattformen behandles for at imødekomme udledningskravene, dvs. olieindholdet reduceres til koncentrationer under 30 ppm. Af den grund er påvirkningen fra produceret vand frigivet ved bruddet ubetydelig.

## 5. PROJEKT BESKRIVELSE

Formålet med Projekt *Greensand Future* er at anvende udtømte reservoirer i Nini Vest-feltet til lagring af indfanget CO<sub>2</sub>. Projekt Greensand Future forventer at have en samlet lagerkapacitet på 2,4 millioner tons CO<sub>2</sub> med injektion af 0,3 millioner tons pr år (mtpa) over 8 år. Projektet omfatter transport fra Esbjerg havn til Nini A-plattformen, og injektion af CO<sub>2</sub> i en eksisterende produktionsbrønd i Nini Vest-reservoir. Dette kapitel indeholder en overordnet projektbeskrivelse, herunder en tidsplan og en beskrivelse af placering, geologi og reservoir på det valgte lagringssted. Derefter følger en beskrivelse af de eksisterende faciliteter og nyt udstyr, der kræves for gennemførelse af projektet. Projektbeskrivelsen dækker anlægs-, drifts- og afviklingsfasen, samt den tekniske overvågning af reservoir. Specifikationerne for de nødvendige ressourcer til de forskellige faser er kvantificeret så detaljeret som muligt, og inkluderer både anvendelse af materialer og fartøjer.

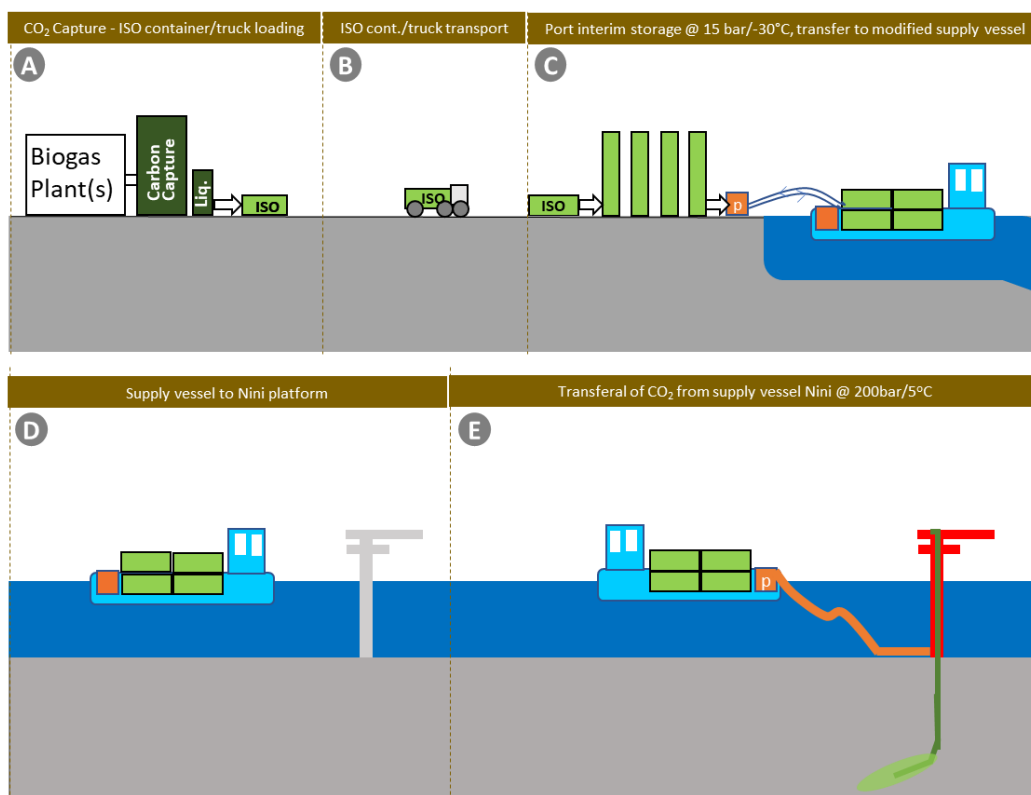
Projektplanen er baseret på Storage Site Application (inkl. PDO & MMV-plan), der blev indsendt den 5. februar 2024. Det forventes, at investeringsbeslutningen træffes i 4. kvartal 2024, og at den første injektion påbegyndes i 4. kvartal 2025. Den efterfølgende driftsfase er 8 år, og planen for overvågning af injektion efter lukning af anlægget er ca. 20 år. Afviklingsfasen er ikke vist i tidsplanen som ses i Figur 5-1.

Den foreslåede tidsplan for projekt Greensand Future frem til første injektion omfatter følgende vigtige milepæle:

- Ansøgning om lagringssted (inkl. PDO, MMV-plan og VVM) sendt 05-02-2024
- Opdateret VVM sendt primo juli 2024
- Opdateret MMV-plan indsendt november 2024
- Opdateret VVM Q4 2024
- Forventet endelig investeringsbeslutning (FID) i Q4 2024
- Yderligere offshore-aktiviteter i Q3/Q4 2025:
  - Installation af flowline på Nini A-plattformen. Varighed ~ 1 måned
  - Installation af CO<sub>2</sub>-offloading-system. Varighed ~ 7 dage installation + 1,5 dage for installation af flange/tilkobling af fleksibel riser
  - Wireline-arbejde på CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden på Nini A-plattformen. Varighed ~ 1 måned
  - Seismisk baseline undersøgelse Q4 2025. Varighed ~ 5 dage
- Installation af havbundsstationer (OBS) til kontinuerlig indsamling af seismiske data Q4 2025. Varighed ~ 2 dage
- Installation af CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystem (lander) til kontinuerlig overvågning Q4 2025. Varighed ~ 2 dage
- Driftsstart i Q4 2025 med forventet første injektion 01-12-2025

	2025			
Aktivitet	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>Offshore modifikationer (Nini A)</b>				
Installation af flowline i Nini A Topside				
Installation af offloading system				
Wireline-arbejde på CO <sub>2</sub> -injektionsbrønd på Nini A-plattformen				
<b>Overvågning af reservoirer</b>				
Seismisk undersøgelse (baseline)				
Installation af havbundsstationer (OBS'er) til kontinuerlig seismicitetsovervågning				
<b>Overvågning af havbunden</b>				
Installation af CO <sub>2</sub> -lækageovervågningssystem (lander) til kontinuerlig overvågning				
<b>Første injektion</b>				01-12-2025

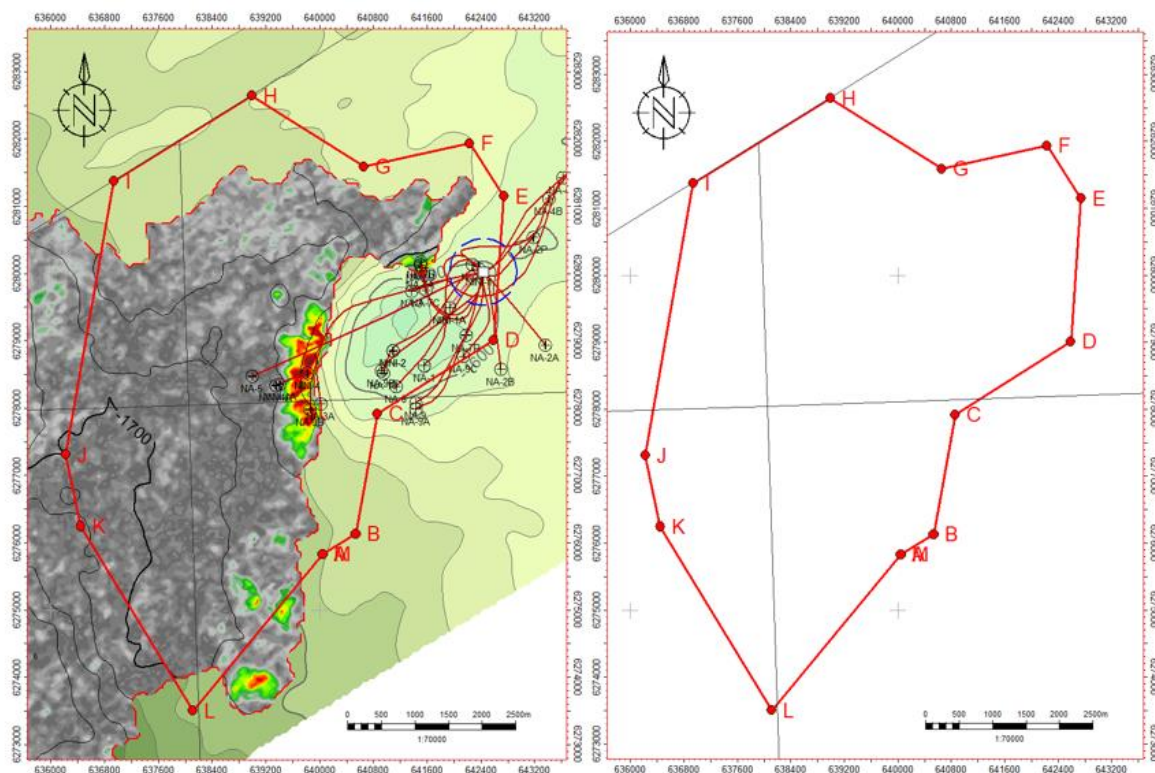
Figur 5-1 Tidsplan for projektet.

Figur 5-2 CCS-værdikæden fra fangst af CO<sub>2</sub> til injektion ved lagringslokationen. Denne VVM omfatter transport fra havnen til platform og lagring af CO<sub>2</sub> i undergrunden.

Den samlede CCS-værdikæde er vist i Figur 5-2. VVM'en er begrænset til lagringsdelen (beskrevet i afsnit 5.4) og transport fra kaj (beskrevet i afsnit 5.5.1).

### 5.1 Projektområdet

Projektområdet er defineret af Nini Vest-lagerkomplekset, der er vist i Figur 5-3, og koordinaterne i Tabel 5-1. Den placering, der er vurderet som en del af denne VVM, er yderligere beskrevet i afsnit 4.1.



Figur 5-3 Projektområde (rød linje). Nini A platformen er vist som en hvid firkant og sikkerhedszonen som en blå cirkel.

Tabel 5-1 Koordinater for anvendelsesområdet Lat/Lon og UTM (ED50-UTM31)

Navn	Lat	Long	UTM X	UTM Y
A	56 36 16.134526 N	5 16 52.927322 E	640047,51	6275828,13
B	56 36 25.439131 N	5 17 22.185029 E	640536,71	6276132,36
C	56 37 22.744718 N	5 17 44.537764 E	640858,47	6277916,44
D	56 37 56.245391 N	5 19 28.233061 E	642590,34	6279011,48
E	56 39 5.206348 N	5 19 41.166657 E	642738,29	6281150,56
F	56 39 31.142155 N	5 19 13.057782 E	642232,54	6281936,02
G	56 39 21.651591 N	5 17 39.888074 E	640656,24	6281589,27
H	56 39 57.624745 N	5 16 4.056438 E	638987,89	6282646,94
I	56 39 18.687305 N	5 14 1.107797 E	636934,41	6281374,62
J	56 37 8.056267 N	5 13 11.587902 E	636222,02	6277309,27
K	56 36 33.479901 N	5 13 22.697793 E	636446,00	6276246,61
L	56 35 3.046639 N	5 14 55.132636 E	638113,33	6273502,61
M	56 36 16.134526 N	5 16 52.927322 E	640047,51	6275828,13

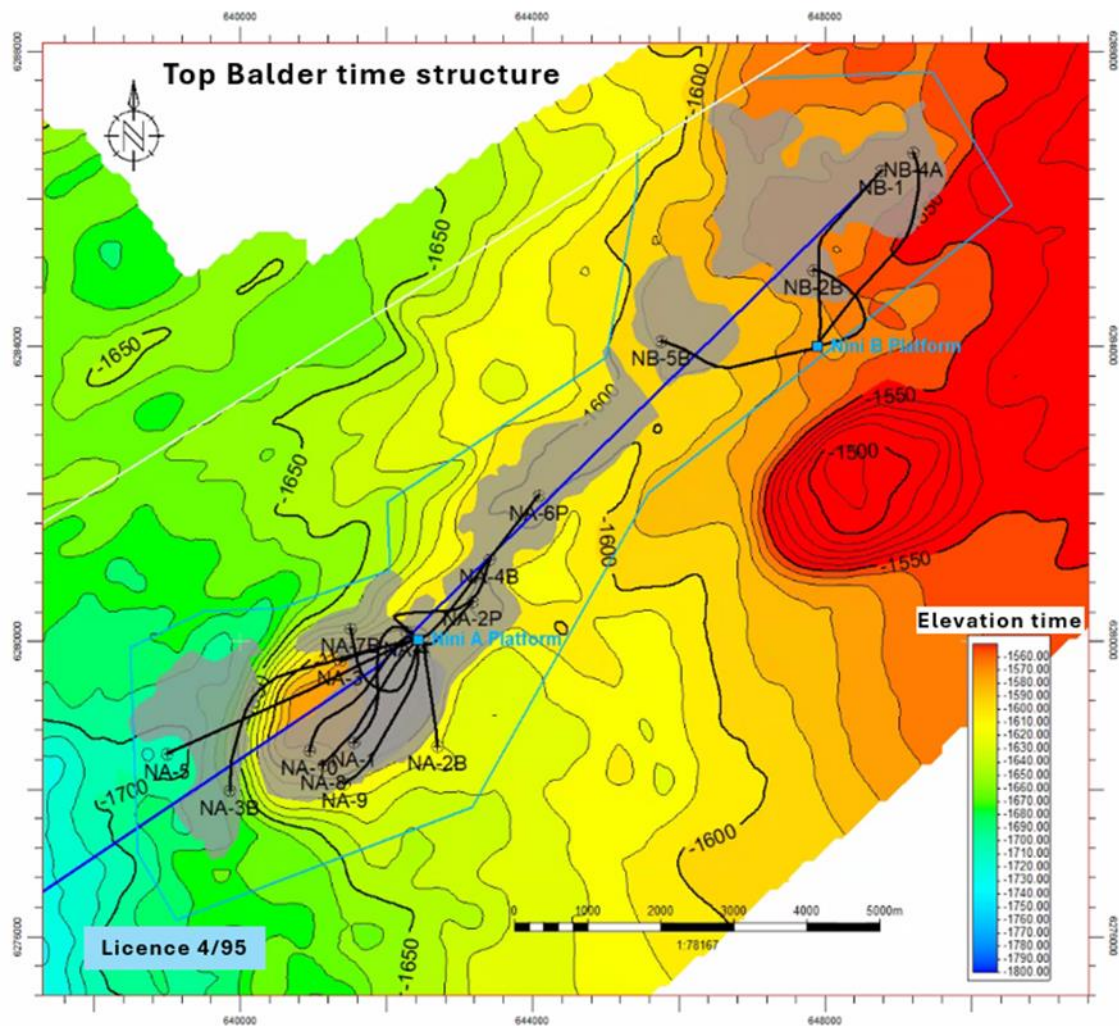
### 5.1.1 Geologi

Nini Vest-lagerkomplekset er defineret som bestående af Nini Vest-lagerenheden (Frigg Member-reservoiret) og den overliggende primære og sekundære forseglingslag (Horda- og Lark-formationen). Nini Vest-lagerenheden (reservoir) består af sandsten, der blev aflejret som dybe marine sedimenter i den geologiske periode Paleocæn-Eocæn (for 65-33 millioner år siden). Sandstenene har dannet reservoirer for olie og gas i millioner af år og var målet for Nini Vest-oliefeltet, der producerede olie fra 2003-2018. Efter at olieproduktionen fra Nini Vest stoppede, blev reservoiret brugt til vandinjektion indtil marts 2024. Reservoirs sandsten er overlejret af flere tykke skiferlag, dvs. meget finkornede bjergarter, som består hovedsageligt af lerminerale: De ca. 900 m tykke skiferlag kan opdeles i den primære forseglingslag og den sekundære forseglingslag. De blev aflejret som marine muddersten i en periode for 5-55 millioner år siden og tilhører de geologiske perioder eocæn til miocæn. Forseglingsenhederne har en stor regional udbredelse og kan findes i Nordsøen og på land i Danmark.

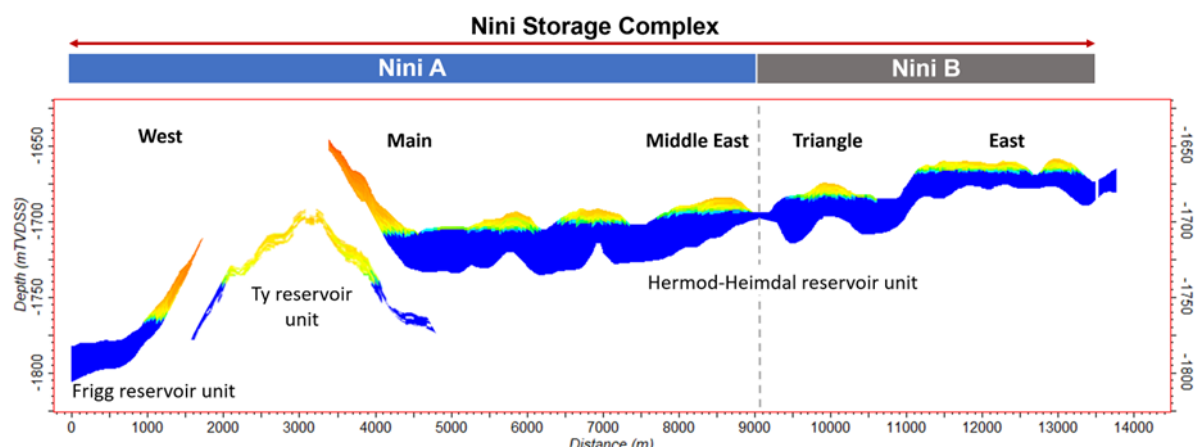
Den primære forseglingslag er defineret som den skiferenhed, der forekommer over Frigg-reservoiret og strækker sig op til de første porøse og permeable lag i Mid Lark-formationen. Den primære segl i Nini Vest-feltet er ca. 340 m tykt (1.780-1.450 m). Den sekundære forseglingslag er defineret som startende fra bunden af de første porøse og permeable lag i Mid Lark-formationen. I Nini-4-boringen er dette fra 1.450 m. Den øvre grænse er ved bunden af et sandlag ved 830 m, og det er ca. 550 m tykt.

Overjordiske lag over Nini Vest-lagerkomplekset starter fra en dybde på ca. 800 m under havbundens overflade og består for det meste af sandede og grusede gletsjerflejringer. Lagringsstedet er velkendt fra 3D-seismiske data, brøndata, herunder kerner, og produktionshistorikken for Nini Vest-feltet.

Nini A- og B-platformene med brønde, rørledninger og dybden til toppen af hovedreservoiret er vist i Figur 5-4. De grå områder viser de oprindelige oliefelter, og den blå linje viser et tværsnit af Nini-reservoirerne med farver, der angiver den oprindelige vandmætning (Figur 5-5).



Figur 5-4 Kort over Nini-feltet på Top Balder-tidsoverfladen. Lyseblå firkanter viser placeringen af de to platforme, Nini-A og Nini-B.



Figur 5-5 Tværsnit, der viser de vigtigste reservoirenheder og indledende vandmætning i segmenterne Nini Vest, Nini-Main og Nini Øst. Blå = fuldt vandmættet, grøn/gul = overgangsmætning, rød/orange = fuldt oliemættet.

### 5.1.2 Karakteristik af reservoiret og forsegling

Forseglingenhederne er kendetegnet ved grøngrå skifer, og deres integritet er blevet evalueret gennem en semi-regional vurdering og analyse af den faktiske dækstenformation på Nini Vest-lokaliteten. Olieeftersforskning og feltudvikling har sikret en omfattende database med fuld 3D-seismisk dækning samt yderligere data, herunder petrofysiske logfiler og kernesnitdata fra dækstenen. Forseglingsskapaciteten i Nini Vest-området er blevet undersøgt af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) (Petersen et al., 2022).

Den primære forsegling i projektområdet er blevet testet og har vist sig at være i stand til effektivt at tilbageholde superkritisk CO<sub>2</sub> (scCO<sub>2</sub>) (Holmslykke et al., 2021a). In situ-data om forseglingens evne til at tilbageholde CO<sub>2</sub> omfatter målinger, der viser ingen eller meget begrænset opadgående migration af gasser fra Nini Vest-området. Disse data tyder på, at forseglingen er i stand til effektivt at indeslutte eventuelle gasser, der måtte være til stede i området. Derudover er der ingen tegn på migration af gasser gennem dækstenen, og tilstedeværelsen af gas i overgrunden over dækstenen menes at stamme fra ikke-flytbare in situ-genererede biogene gasser (Petersen et al., 2022). Disse genereres fra organisk materiale, der allerede findes i de sedimentære lag.

Mud gas logs viser, at der kun er sket en meget begrænset vertikal gasmigration fra reservoiret til den basale del af forseglingen (Petersen et al., 2022). Hovedkonklusionen fra forseglingsstudierne er, at de generelt meget lave gaskoncentrationer og gassammensætningen i forseglingskomplekset viser, at dækstenen har en effektiv forseglingsevne, der områdemæssigt strækker sig ud over Nini Vest-feltet.

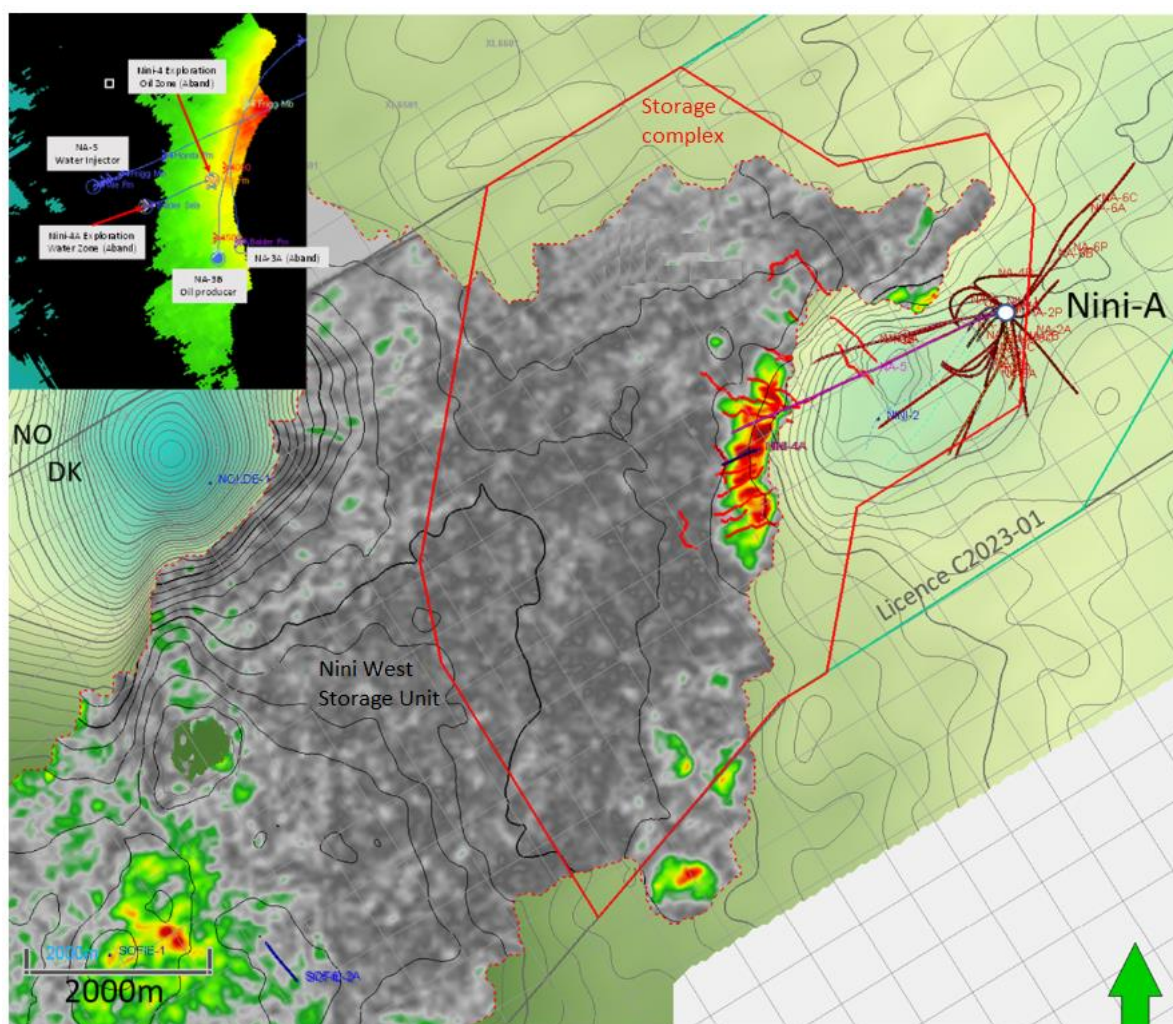
For yderligere at teste den primære forseglings egnethed til brug i CCS blev der udført geokemiske analyser af mudderstensforseglingen, når den blev udsat for CO<sub>2</sub> (Holmslykke et al., 2021b). Disse tests viste, at forseglingen er kemisk stabil og ikke reagerer nævneværdigt med CO<sub>2</sub>, hvilket indikerer, at den faktisk er kemisk inert.

Andre undersøgelser har også vist, at forseglingen har en meget lav permeabilitet, hvilket betyder, at væsker eller gasser har svært ved at passere gennem den. Dette kombineret med den høje forseglingskapacitet gør den primære forsegling i projektområdet til en effektiv barriere for CO<sub>2</sub>-migration og forhindrer lækage op til havbunden.

### 5.1.3 Reservoir

Et reservoir er et udtryk, der beskriver et geologisk lag, der er i stand til at lagre væsker, enten vand, olie, gas eller CO<sub>2</sub>. Et reservoir består typisk af aflejringer med kornstørrelser tilsvarende sand og har porøsiteter, dvs. rum mellem kornene i størrelsesordenen 20-30% af volumen af bjergarten. Dette betyder at porerummet er gennemtrængeligt og velforbundet, hvorved væskerne og gasserne kan bevæge sig indenfor reservoirets volumen. Det er en forudsætning for, at der kan produceres olie, men også for at CO<sub>2</sub> kan injiceres.

Nini Vest reservoiret ligger ca. 1.750 m under havbunden, med brønde som opereres fra Nini A platformen. Placeringen af produktionsbrøndene ses i Figur 5-6. Produktionen stoppede i 2018. Produktionsbrøndene i Nini Vest-reservoiret er beskrevet yderligere i afsnit 5.2. Da reservoiret er blevet brugt til kulbrinteudvinding, er reservoirets egenskaber velkendte. Nini Vest-reservoiret har en høj brøndinjektivitet, der giver mulighed for et større flow ind i reservoiret og derved mulighed for en mere effektiv injektion af CO<sub>2</sub>.



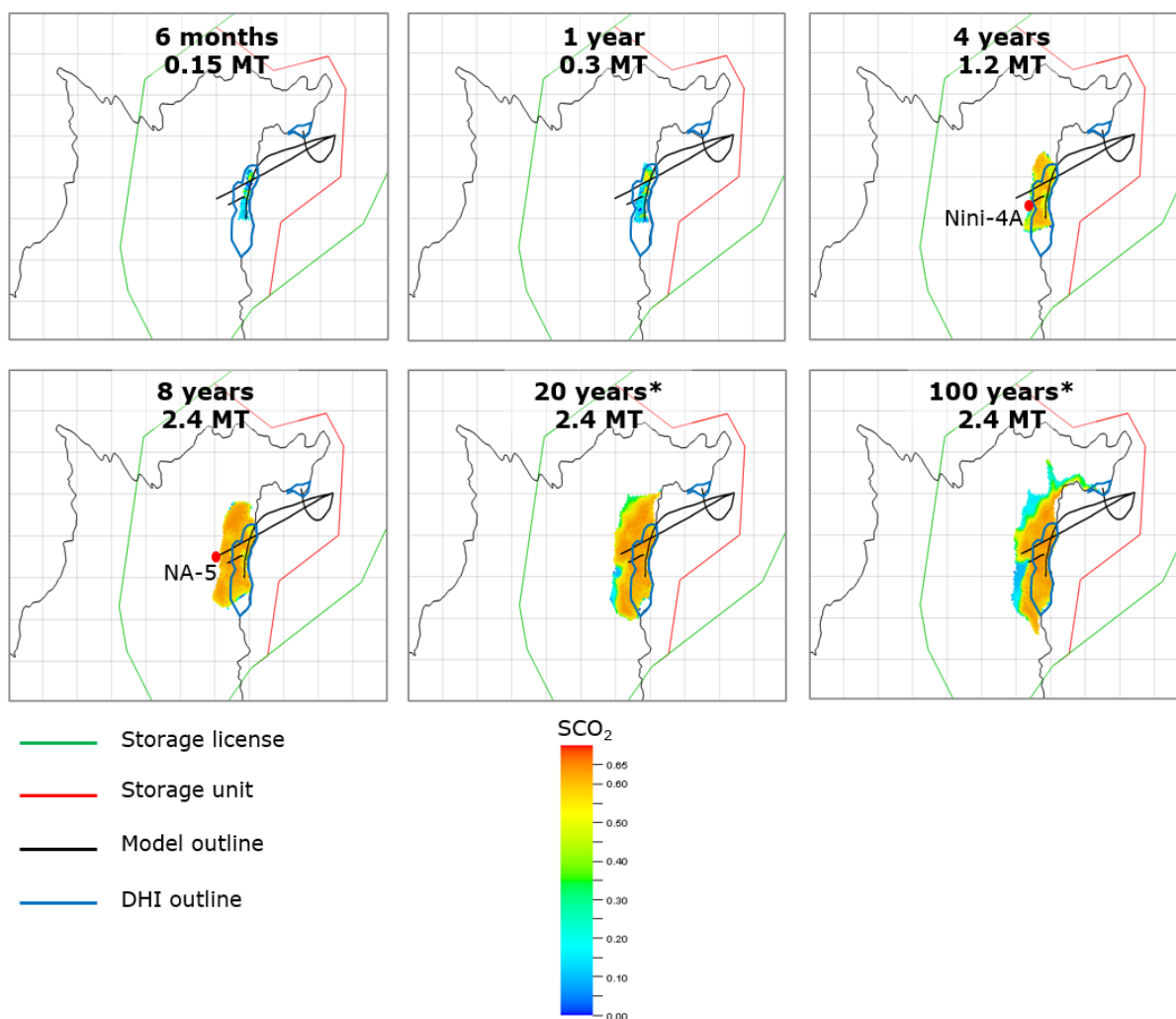
**Figur 5-6 Udbredelsen af Nini Vest-lagerenheden (grå) og omridset af lagerkomplekset (rød polygon). Produktions- og injektionsbrøndsbaner (Tabel 5-2) fra Nini-A-plattformen er vist som linjer (mørkerøde).**

Geologi og reservoirets egenskaber er blevet bekræftet ved pilotinjektion i Nini Vest-reservoiret, hvor 4.000 tons CO<sub>2</sub> blev injiceret i Q1 2023. Pilotinjektionen viste:

- Der blev ikke observeret ændringer i reservoiret under og efter injektionen
- Injektionsevnen var stabil gennem 7 injektionscyklusser
- Fokuserede (spot) seismiske data bekræftede CO<sub>2</sub>'s placering i reservoiret ved afslutningen af injektionen

Nini-reservoiret er velbeskrevet ud fra seismiske data og brøndsdata og er modelleret som en del af produktionshistorien. Produktionsdataene er løbende blevet brugt til at optimere modellen, der matcher trykudviklingen i reservoiret. Simuleringsmodellen er blevet justeret i forhold til de historiske data og danner grundlaget for den prædiktive simuleringsmodel for CO<sub>2</sub>-lagringsprojektet. Ud fra denne model kan trykudviklingen under og efter injektion og migrationen af CO<sub>2</sub> i undergrunden forudsiges.

Som led i *Projekt Greensand Future* er migrationen af CO<sub>2</sub> i reservoiret modelleret, se Figur 5-7. Modellen illustrerer migrationen i løbet af de 8 års injektion med en rate på 0,3 millioner tons CO<sub>2</sub> om året og indtil 100 år efter første injektion. Efter 100 år vurderes CO<sub>2</sub>'en hovedsageligt at forblive i den tidligere olielomme og kun migreret lidt ind i tilstødende områder af reservoiret.



**Figur 5-7** Forventet migration af CO<sub>2</sub> i reservoiret under og efter den 8-årige injektionsperiode (SCO<sub>2</sub>=Superkritisk kuldioxid).

## 5.2 Eksisterende faciliteter

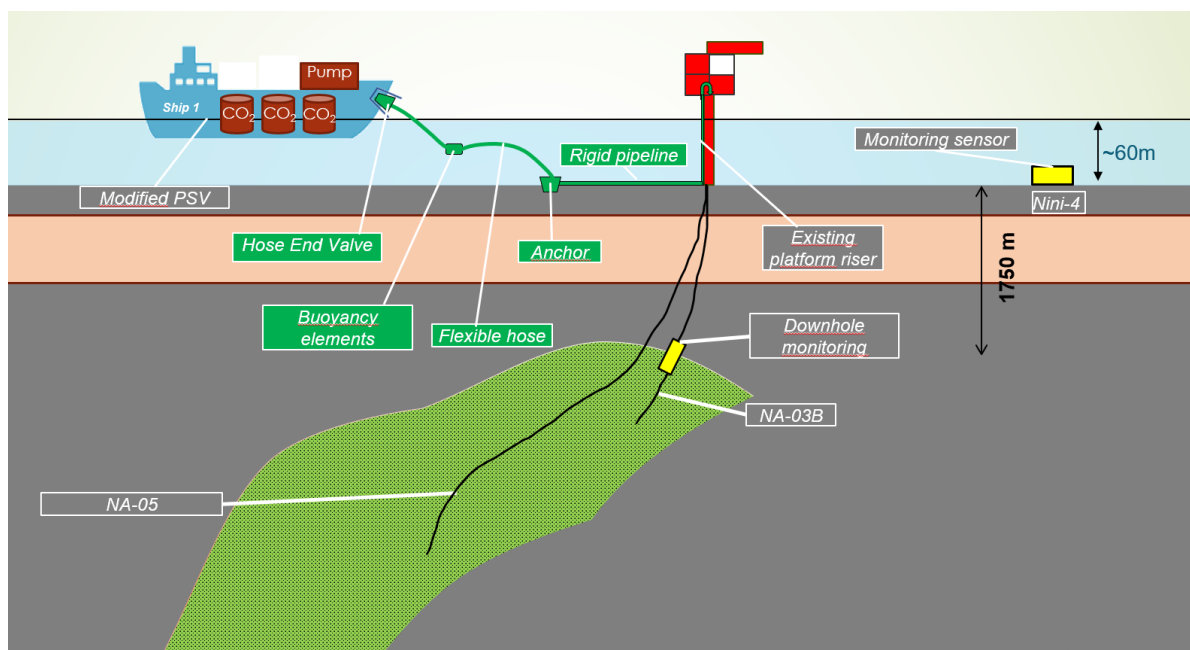
Nini A har 3 ældre brønde i Nini Vest-reservoiret. Ældre brønde er i overensstemmelse med ISO-standardvejledningen (ISO 27914, 2017) defineret som "de eksisterende brønde" inden for undersøgelsesområdet, og er blevet boret til et andet formål end CO<sub>2</sub>-injektion eller overvågning af det respektive CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt«. De ældre brønde i Nini Vest, der er forbundet med Nini A-platformen, er vist i Tabel 5-2. De eksisterende faciliteter kræver mindre ændringer som en del af Project Greensand Future, se næste afsnit.

**Tabel 5-2** Produktionsbrønde til Nini Vest reservoiret.

Navn	Brøndtype	Brønd status	Reservoir
Nini-4	Undersøgelse	Aflukket og forladt	Nini Vest
NA-3A/B	Olieproducent	Inaktiv (ikke brugt siden 2018)	Nini Vest
NA-5	Vandinjektor	Inaktiv (ikke brugt siden Marts 2024)	Nini Vest
NA-7D	Olieproducent	Frigg reservoir (aflukket)	Nini Vest

### 5.3 Nye faciliteter

Ombygning af de eksisterende faciliteter til CO<sub>2</sub>-lagring frem for olieudvinding vil kun kræve begrænsede ændringer, og de væsentligste faciliteter genanvendes. Dette inkluderer selve platformen såvel som eksisterende brøndinfrastruktur. En oversigt over faciliteterne kan ses i Figur 5-8 og i afsnit 5.4, hvor ændringerne er nærmere beskrevet. For *Projekt Greensand Future*, vil der som nævnt kun være begrænset behov for ændringer, hvilket gør det muligt, at forbinde den nye flowline til den eksisterende brøndopsætning. Offloading-systemet er en ny installation og beskrives yderligere i afsnit 5.4.2.



**Figur 5-8** Konceptuel illustration af CO<sub>2</sub> lagringssystemet (ikke til målestok). Flydende CO<sub>2</sub> fra et skib pumpes til Nini A platformen gennem et nybygget offloadingsystemet (mørkegrønt). Herfra pumpes væsken til det underjordiske reservoir via en brønd.

Følgende (nye) faciliteter antages at ligge uden for *Projekt Greensand Future* og indgår således ikke i projektets omfang ud fra et VVM-perspektiv:

- Indfangning, kondensering og rensning af CO<sub>2</sub>.
- Modificeret PSV (Platform Supply Vessel) til CO<sub>2</sub>-transport (CO<sub>2</sub>-transportskib).
- Aktiviteter på land i forbindelse med transport af CO<sub>2</sub> fra udleder til lastning af skibe, herunder eventuelle havneændringer.

### 5.4 Konstruktionsfase

Den endelig projektering, indkøb og fabrikation er påbegyndt i 2024. Projektets faser er planlagt påbegyndt i 2025 med offshore-installation, idriftsættelse og initiering af CO<sub>2</sub>-injektionen.

De vigtigste komponenter, der skal installeres i denne periode, er beskrevet i dette afsnit.

For at tilpasse det eksisterende udstyr til dets nye funktion er det nødvendigt med nogle mindre tilpasninger af de nuværende komponenter på Nini A. Den eksisterende riser vil blive genbrugt, og man skal blot udskifte den flowline, der forbinder det nye offloadingsystem med injektionsbrønden. Denne aktivitet vil tage ca. en måned, og der vil være et støttefartøj til stede under dette arbejde.

Flere fartøjer vil være til stede i anlægsfasen som medfører undervandsstøj. Støj fra store fartøjer til dynamisk positionering (DP) beskrives som at være hovedsageligt lavfrekvent bredbåndslud med tonale komponenter, der generelt spænder fra 30 Hz til 3 kHz, og med lydtrykniveauer, der rapporteres mellem 121 og 197 dB re 1  $\mu$ Pa ved 1 m. Det dominerende frekvensområde ligger for det meste mellem 100 og 1.000 Hz (Center for Marine Acoustics, 2023; MMO, 2015; Talisman Energy (UK) Ltd, 2006; Wyatt, 2008; Xodus, 2014). Støj fra DP-fartøjer varierer ikke væsentligt med hastigheden, da et DP-system er afhængigt af, at alle thrustere arbejder samtidigt, uanset om fartøjet er i bevægelse eller holder stille. Støjniveauet vil dog variere med vejrforholdene, som påvirker skibets evne til at holde positionen, da disse faktorer ændrer den mængde tryk, der kræves for at holde skibet i position. Ved moderat vind, søgang og strøm kan støjniveauet forventes at være lavere end under mere udfordrende forhold. Fartøjer, der opererer inden for sikkerhedszonen på 500 m, skal bruge DP. Fartøjer, der anvendes til seismiske undersøgelser (afsnit 5.5.4) udsendelse og vedligeholdelse af udstyr til overvågning af CO<sub>2</sub>-lækage (afsnit 5.5.3) og overvågning af seismicitet (afsnit 5.5.5), vil også anvende DP under aktiviteterne.

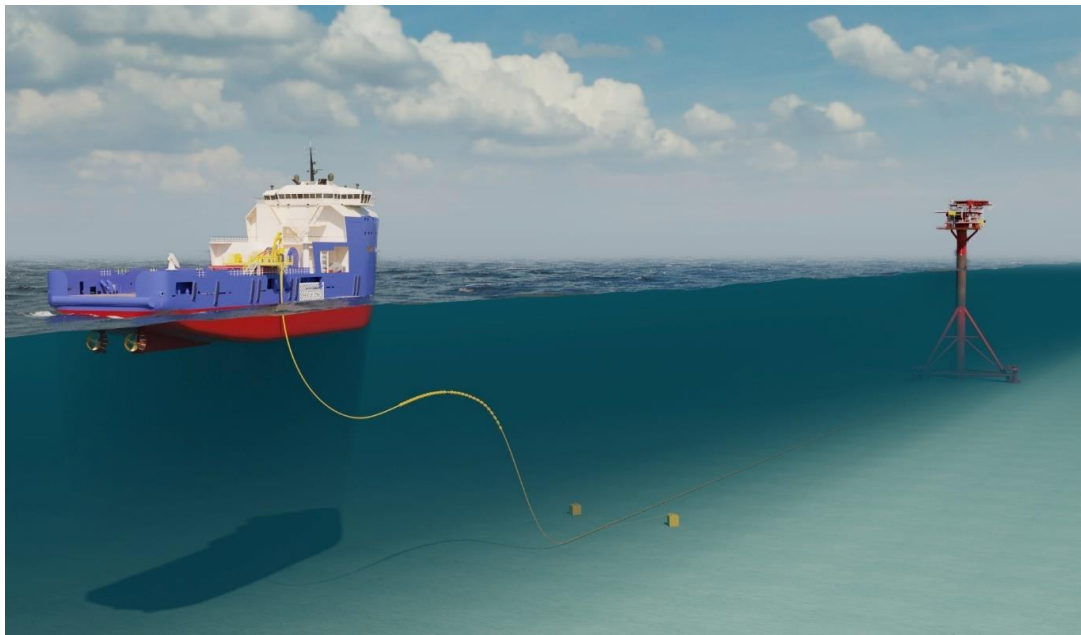
#### **5.4.1 Nyt offloadingsystem og overvågningsudstyr**

Der kræves et nyt offloadingsystem til overførsel af CO<sub>2</sub> fra CO<sub>2</sub>-transportskibet til Nini A-plattformen. Alle installationer i forbindelse med offloadingsystemet vil være indenfor den eksisterende 500 m zone ved Nini A, der ligger på: 56° 38,45' N, 005° 19,27' Ø. Dette system for offloading kan ses i Figur 5-9 til Figur 5-11. Alle figurer er på konceptniveau og er ikke i målestok, men blot vejledende til beskrivelse af løsninger og principper.

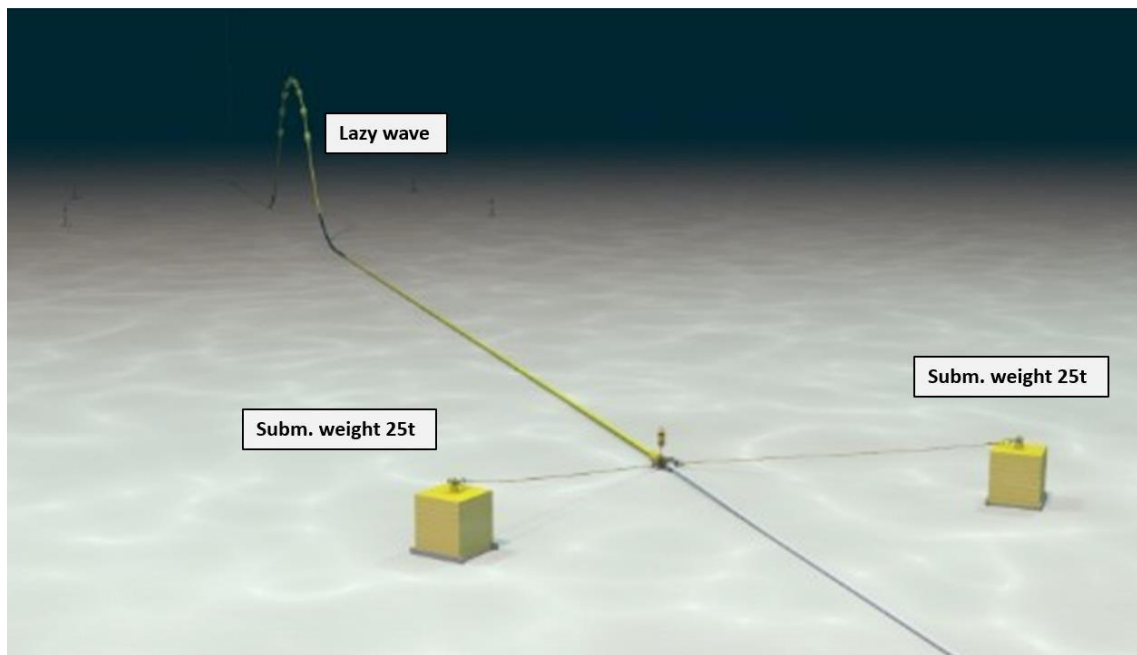
Som det ses på figurerne, vil offloadingsystemet bestå af en fleksibel slange, en fast rørledning og anker. Den fleksible slange har opdriftselementer for at skabe en stabiliserende blød bue på slangen. Ankrene og kabler vil give stabilitet på havbunden og også fungere som en beskyttelse mod belastning ved fastgørelsespunktet ved Nini A i tilfælde af en utilsigtet afdrift.

Den fleksible slange er 4" og omkring 120 meter lang. For enden af slangen er der installeret en ventil for at sikre fejlsikker lukkemekanisme. Ventilen og den fleksible slange forbindes til en flydende forbindelse tovværk forbundet til en bøjle.

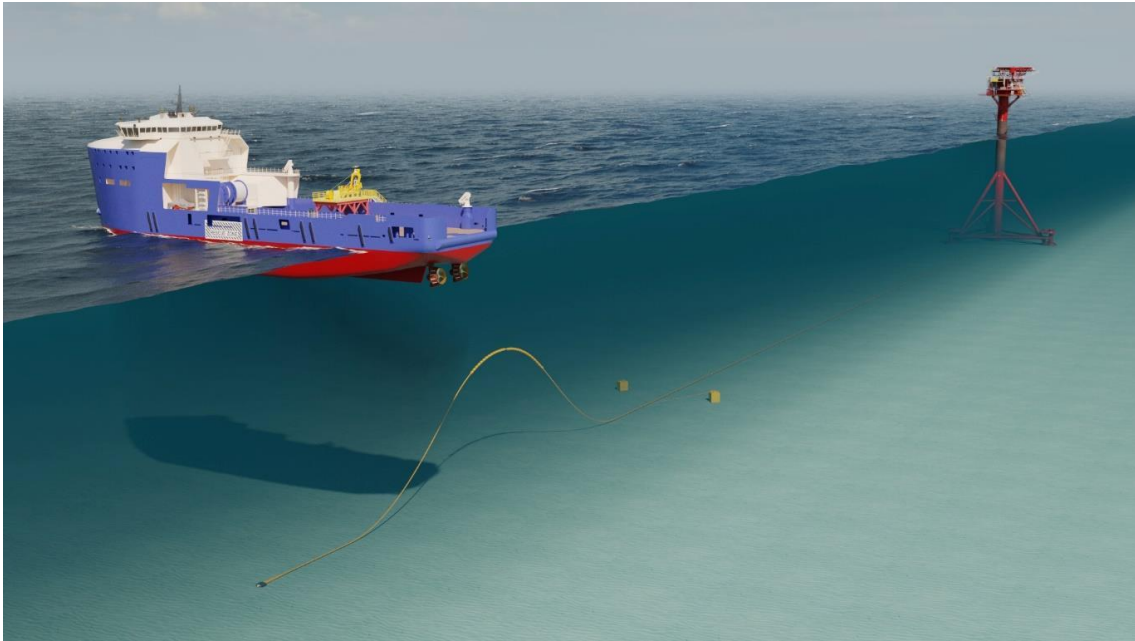
Opsætningen af udstyr til håndtering af den fleksible slange om bord på skibet er illustreret i Figur 5-12. Udstyret på fartøjet er ikke en del af denne VVM.



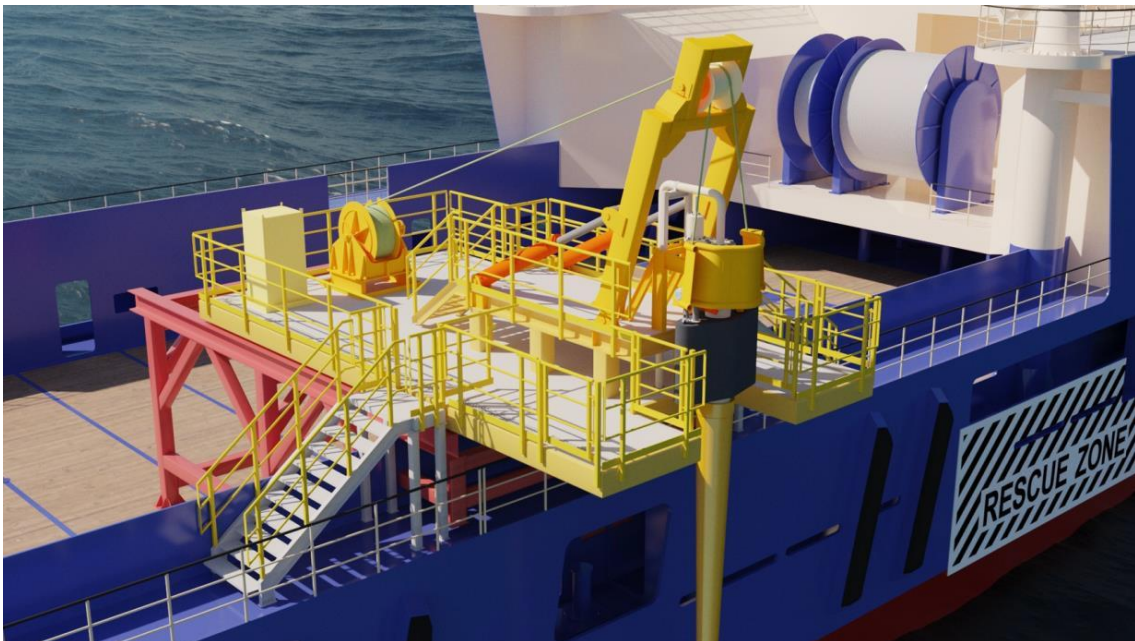
Figur 5-9 Illustration af offloadingsystemet. Fartøjet er forbundet med den fleksible slange.



Figur 5-10 Ankre ved overgangen mellem den fleksible slange og faste undersøisk rørledning.

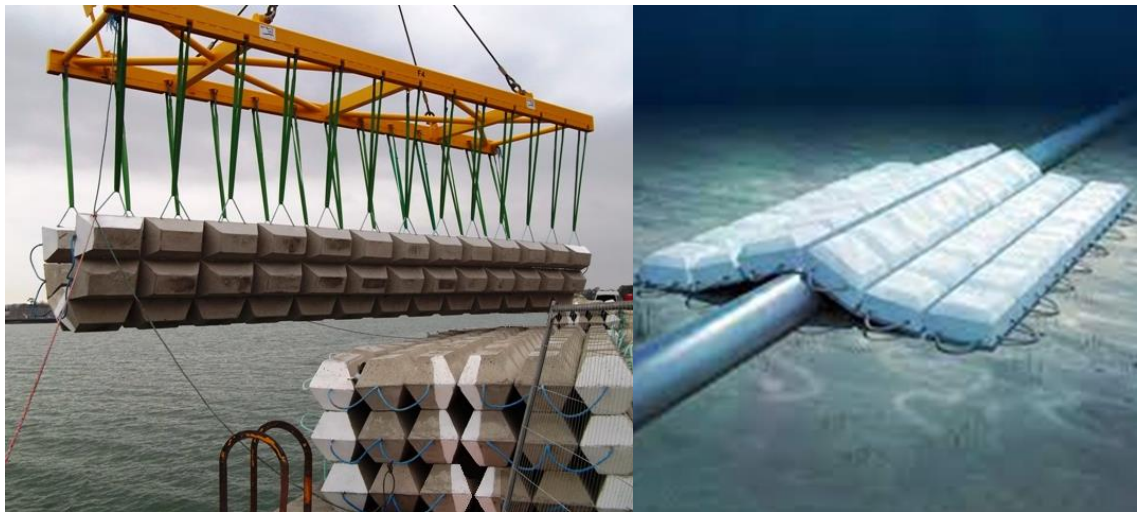


Figur 5-11 Fleksibel slange i inaktiv konfiguration.



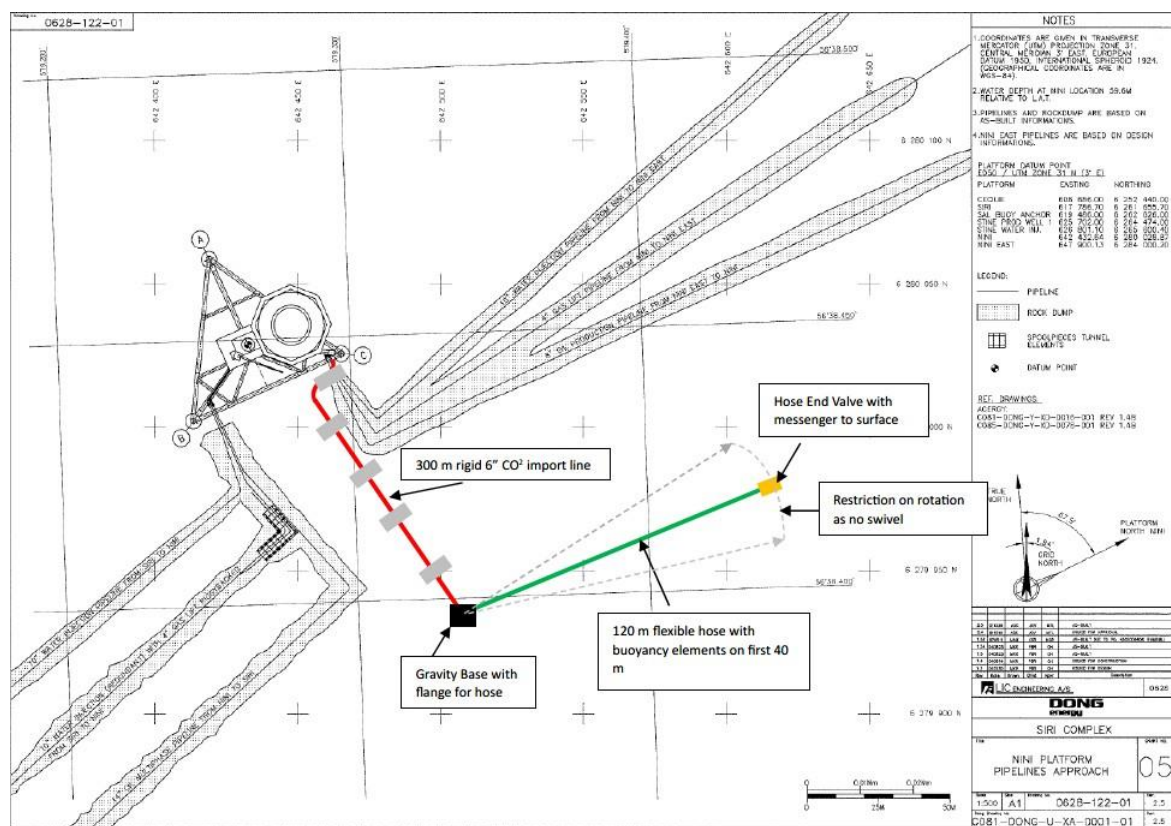
Figur 5-12 System til håndtering og tilkobling af den fleksible riser/slange.

Offloadingsystemets faste undersøiske rørledning dækkes af betonmadrasser for at beskytte mod faldende genstande. I Figur 5-13 vises lastningen af betonmadrasser på skib samt hvordan betonmadrasserne skal installeres oven på rørledningen. Til installation af betonmadrasser er der brug for et skib i en forventet varighed på 3-4 dage offshore. Installationen af betonmadrasserne er inkluderet i den samlede 7-dages installation af offloadingsystemet. Dette er en relativt standard offshore-operation.

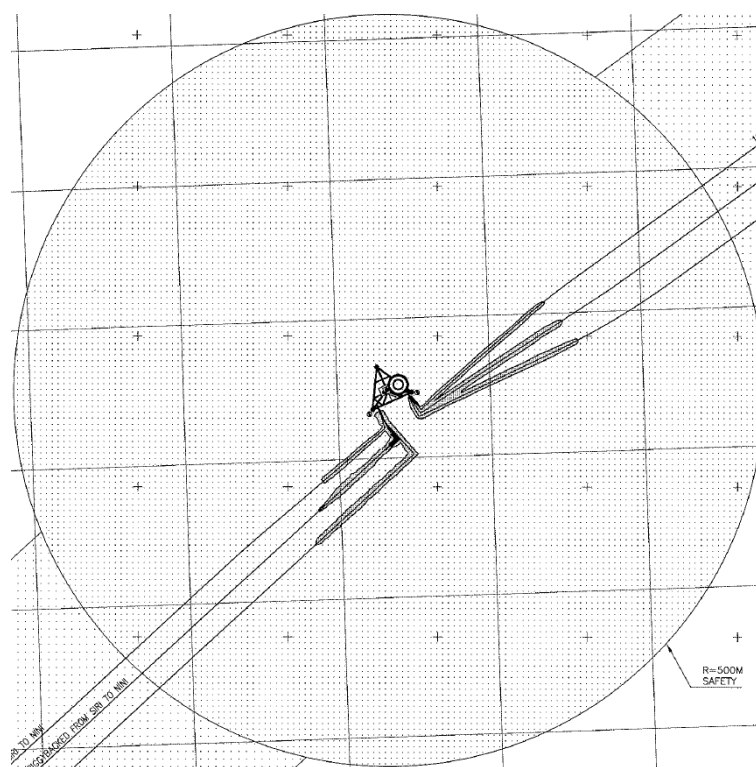


**Figur 5-13 Betonmadrasser til rørbeskyttelse. Lastning på fartøj (venstre) og installeret ovenpå rørledning (højre).**

En oversigt over offloadingsystemet findes i Figur 5-14 og dette kan sammenlignes med de eksisterende faciliteter inden for 500 meters zonen omkring Nini A i Figur 5-15.



**Figur 5-14 Skematisk illustration af offloadingsystemet og tilkoblingssystem.**



**Figur 5-15 Eksisterende infrastruktur inden for 500 meter sikkerhedszonen ved Nini A.**

For at verificere offloadingsystemets integritet vil alle rør og/eller slanger blive tryktestet på land. En lækagetest udføres offshore i overensstemmelse med NORSOK eller lignende standard. Lækagetesten udføres som en risikoreducerende foranstaltning for at opdage enhver lækage så tidligt som muligt. Til lækagetesten anvendes havvand blandet med korrosionsinhibitor og fluorescerende kemikalier (yderligere beskrevet i Tabel 5-10). Det sidste trin inden ibrugtagelse er udtømning og tørring af offloadingsystemet ved at udlade havvandet og lufttørre systemet. Den årlige inspektion af offloadingsystemet vil blive udført ved hjælp af en ROV, som beskrevet i afsnit 5.5.3.

Med henblik på vurdering i denne VVM sammenfattes de inddragede arealer ved de installerede komponenter, jf. Tabel 5-3. Bemærk, at visse installationer (rørledning og betonmadrasser) overlapper hinanden og placeres oven på hinanden. CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet er installeret på en metalramme, kaldet en lander, og er yderligere beskrevet i afsnit 5.5.5 (havbundsovervågning). Ocean bottom stations (OBS'er) vil blive installeret på havbunden til overvågning af seismicitet i 4. kvartal 2025. Deres placering vil løbende blive revurderet som en del af overvågningsplanen. Aktiviteterne kræver et støttefartøj.

Havoverfladen er også inddraget i nogle områder på grund af projektets aktiviteter. I anlægsfasen kræver installationen af offloadingsystemet aktiviteter inden for Nini A-plattformens sikkerhedszone på 500 meter. Desuden vil landeren til overvågning af CO<sub>2</sub>-lækage blive markeret med en navigationsbøje for at markere området (intet restriktionsområde). Seismik og seismiske systemer vil ikke resultere i yderligere sikkerhedszoner.

**Tabel 5-3 Oversigt over det nødvendige areal til de forskellige installationer i anlægsfasen.**

Beskrivelse	Dimensioner* (m)	Antal enheder	Areal-inddragelse	Kommentarer
Anker	L: 2,2 B: 2,2 H: 2,2	2	10 m <sup>2</sup>	Se illustration af ankre i Figur 5-10. 25 tons pr stk.
Beton-madrasser	L: 6 B: 3 H: 0,3	45	430 m <sup>2</sup>	Se illustration i Figur 5-13.
Undersøisk rørledning	Ø: 0,168 L: 100-300	1	79 m <sup>2</sup>	6-tommers rørledningen dækkes af betonmadrasser. 300 meter anvendt i skøn
System til overvågning af CO <sub>2</sub> -lækage	Ø: 75 cm H: 1,5 m	1	0,5 m <sup>2</sup> + 1 m <sup>2</sup>	Landerens diameter er 0,75 m med en højde på 1,5 m over havbunden. Et anker fastholder landeren og dens navigationsbøje.
Geofoner / havbundsstationer (OBS)	-	max. 8	~1-2 m <sup>2</sup>	Seismicitetsovervågning med OBS, system under udvikling.
Hydrophones / ocean bottom nodes (OBN)	Ø: ~50 cm	8-30	~1-6 m <sup>2</sup>	2D-seismiske undersøgelser vil bruge streamere eller OBN'er. Valgfrie spotseismiske undersøgelser vil bruge OBN'er. OBN'er nedkastes på havbunden under de seismiske kampagner og hentes efter

\*Dimensioner: Bedste skøn på nuværende tidspunkt.

#### 5.4.2 Dykker operation

Under installationen af offloadingsystemet vil der være dykkere til stede for at lette og støtte denne operation. Der vil også være en ROV til stede under denne operation. Dykkerne og ROV'en vil blive indsat fra et støttefartøj. Alle aktiviteter vil finde sted over en periode på 5 dage i juni til september. Alle aktiviteter vil blive udført inden for sikkerhedszonen på 500 meter fra Nini A-plattformen.

Driftsfrekvens og lydkildestyrke for det udstyr, der forventes at blive brugt under installationen, er vist i Tabel 5-4. Lydkildeniveauerne er blevet estimeret ved hjælp af data fra produkternes specifikationer. Støttefartøjet er udstyret med en ultra-short baseline (USBL), som er et akustisk undervandspositioneringssystem, der bruger en transceiver til at spore undervandsmål såsom ROV/dykker/dykkerklokke/dynamisk positioneringssignal. Målene er udstyret med en transponder (beacon, WSM 6+ transponder Sondardyne type 8262). Til denne operation er transceiveren en Sonardyne type 8142, og transponderen (på ROV) er en Sonardyne type 8262. Transponderne arbejder ved frekvenser på 20-34 kHz og lydkildestyrker på ca. 169 dB re 1 µPa<sub>2s</sub>@1m (SPL<sub>rms</sub> (re 1 µPa m) ~ 178-180 dB, SPL<sub>peak</sub> (re 1 µPa m) ~ 184 dB).

Noget af det udstyr, der er anført i Tabel 5-4 vil fungere ved meget høje frekvenser uden for havpattedyrs høreområde (dvs. over 180 kHz) og vurderes derfor ikke yderligere i dette dokument.

**Tabel 5-4 Udstyr, der anvendes under ROV-operationen, og deres respektive støjemissionsniveauer.**

Kilde	Model (reference)	Placering af udstyr	Driftsfrekvens	Lydniveau SEL ss (re 1 µPa <sub>2s</sub> @1m)	Frekvens inden for høreområdet for havpattedyr
Magnetometer	GMA 1000	ROV	N/A	-	N/A
Dybdesensor	Valeport Mini IPS	ROV	N/A	-	N/A
Side scanning	Edgetech 2205	ROV	600-1600 kHz	-	Nej

Kilde	Model (reference)	Placering af udstyr	Driftsfrekvens	Lydniveau SEL ss (re 1 $\mu$ Pa2s@1m)	Frekvens inden for høreområdet for havpattedyr
Multibeam ekkolod	EM2040D MBES	ROV	200-400 kHz (konfiguration planlagt til 340 kHz)	-	Nej
Doppler Velocity log	Sonardyne Syrinx	ROV	400/600 kHz	-	Nej
Hastighedssensor	Valeport Sound Mini SVS	ROV	2.5 MHz	-	Nej
Højdemåler	Kongsberg 1007 Altimeter	ROV	120-675 kHz (675 kHz to be used)	-	Nej
Obstacle Avoidance Sonar	Blueview M900	ROV	900/2250 kHz	-	Nej
Transceiver	HPT 5000/7000 USBL Transceiver Sonardyne Type 8142	Vessel	20-34 kHz	169 dB	Ja
Transponder	Nano Transponder Sonardyne Type 8262	ROV	20-34 kHz	169 dB	Ja
Transpondere	Wideband Sub-Mini 6+ (WSM 6+) transponder Sonardyne Type 708	- DP positioning beacon (seabed) - dive bell transponder - 3 diver transponders	20-34 kHz	169 dB	Ja

### Procedure for slow start

En slow start procedure vil blive anvendt til dykning og ROV-operationer. Slow start bruges til at minimere undervandsstøjens påvirkning af havpattedyr og fisk. En slow start procedure blev modelleret, hvor et enkelt individuelt transcieversignal (ping) udsendes fra skibet hvert 20. sekund i henholdsvis 5 eller 10 minutter. Pingen udsendes med lav effekt. En slow start på 10 minutter bruges til dykkeroperationer, dvs. scenarier med flere transpondere på dykkere, ROV og støtteudstyr. De beregnede slow start perioder tager højde for, at fartøjets tilstedeværelse vil afskrække dyrene til at være mindst 100 meter væk fra lydkilden. For en detaljeret beskrivelse henvises der til rapporten om modellering af undervandsstøj i bilaget.

### 5.4.3 Brønd forberedelse til CO<sub>2</sub>-injektion

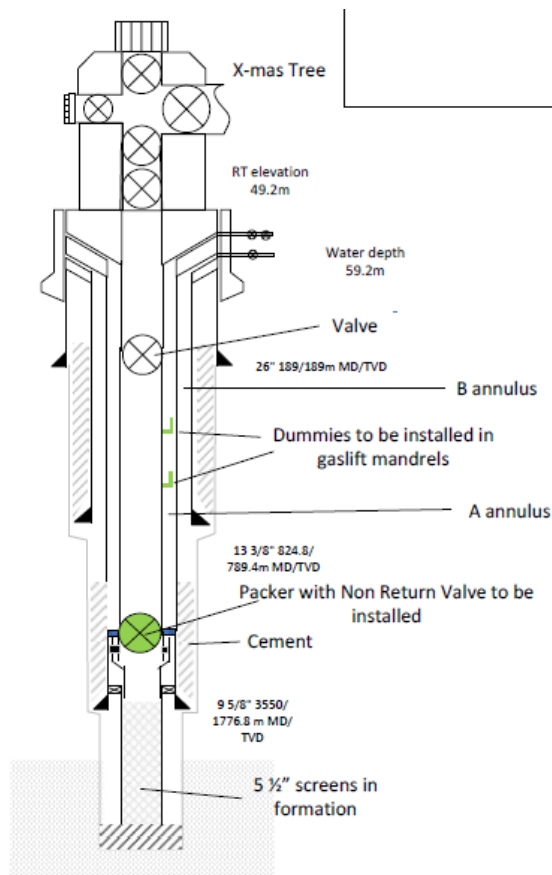
Brøndinterventionen i NA-3B (november 2023) har bekræftet, at brønden er i god tilstand og kan bruges til CO<sub>2</sub>-injektion.

I *Projekt Greensand Future* vil der være en yderligere brøndintervention for at forberede NA-3B til CO<sub>2</sub>-injektion. En wireline-intervention er en enklere form for brøndintervention og kræver ikke en borerig, som det ville være tilfældet med en brønd-workover. Brøndinterventionsudstyret vil blive rigget op på Nini A-plattformen og forbundet til brønden og forventes at omfatte følgende:

#### NA-3B Wireline intervention:

- Installationspakker med injektionsventil (kontraventil) i røret ved produktionspakkerdybde. Formålet med pakken er at tilvejebringe en tætning mod rørvæggen ved kontraventilen. Kontraventilen forhindrer at væsker strømmer tilbage i den øverste del af boringen (Figur 5-16).

- Udskiftning gasløfteventil med dummyventil. Dette vil begrænse den potentielle lækage passage fra rør til rør/casing A-annulus.
- Cirkulation af A-sektion annulus med en glykolrig blanding, som dermed udskifter den nuværende væske mellem rør og casing-annulus. Væsken eksporteres til produktionsfaciliteterne, og der vil ikke være nogen udledninger til havet.
- Installation af bypassventil (BPV) (brøndforsegling ved brøndholder casing i brøndhoved) - midlertidigt - for at muliggøre servicering af juletræsventiler (XMT-ventiler), samt bløde tætninger og pakninger.



Figur 5-16 Skitse af NA-3B til CO<sub>2</sub>-injektion.

I forbindelse med klargøring af NA-3B-brønden vil en glykolrig blanding (methylethylenglykol, MEG) blive brugt til at fortrænge væsker i rør/casing A-annulus som nævnt ovenfor, se kemisk opgørelse i afsnit 4.3.2. Som et alternativ kan oliebaseret væske anvendes. I begge tilfælde vil der ikke være nogen planlagt udledning til havet, da væskerne vil blive produceret tilbage til produktionsfaciliteterne på platformene og derfra blive transporteret til land.

#### NA-5 konvertering til observationsbrønd:

NA-5-pilotinjektionen bekræftede trykinterferens mellem NA-5- og NA-3B-brøndene. Under NA-5-injektionen blev der observeret en klar trykrespons i NA-3B, og NA-5 anses derfor som en god kandidat til en observationsbrønd for NA-3B-injektionen.

NA-5-overvågningen vil bestå af:

- Tryk og temperaturer målt ved brøndhovedet (topside).

- Modellerede tryk i borehullet baseret på topsidemålingerne, som blev udført under pilotoperationen. Pilotinjektionen bekræftede en god forudsigelighed ved denne metode og god korrelation med modellerede respons.
- Muligheden for at installere en borehulsmåler er blevet overvejet og vil blive undersøgt yderligere.

### **Vedligeholdelse**

I løbet af Nini Vest-injektionens levetid vil der være nogle besøg på Nini A-platformen som en del af et planlagt vedligeholdelsesprogram. De planlagte vedligeholdelsesaktiviteter er omfattet af Nini-licensgodkendelserne, og er ikke en del af denne VVM.

Regelmæssig vedligeholdelse vil blive udført i henhold til ISO- og API-krav samt defineret i lovgivningen og virksomhedens standarder og procedurer for sikkerheds- og miljøkritiske elementer (SECE)

- Halvårlig indstrømningstest af borehulsventiler
- Årlig vedligeholdelse af XMT-ventiler og instrumentering
- Årlig vedligeholdelse af brøndhovedventiler

Der forventes ikke at blive genereret affald fra brønddriften.

## **5.5 Driftsfase**

Driftsfasen i *Projekt Greensand Future* har en relativt enkel opsætning. Hovedaktiviteterne er transport af flydende CO<sub>2</sub> fra en havn til offloadingsystemet, injektion i reservoiret, overvågning af CO<sub>2</sub>-fanen (afsnit 5.5.4) og overvågning af potentiel lækage (afsnit 5.5.5).

Flere fartøjer vil være til stede under driftsfasen. Nogle af disse vil bruge dynamisk positionering (DP), som beskrives nærmere i afsnit 5.4.

### **5.5.1 Transport af CO<sub>2</sub>**

CO<sub>2</sub> lastes på et modificeret PSV-skib (CO<sub>2</sub>-transportskib) i Esbjerg havn og transporteres herefter til Nini-A-platformen. CO<sub>2</sub>'en lastes i tanke på skibets dæk og holdes flydende ved at opretholde højt tryk og temperaturer under 0°C. CO<sub>2</sub>-transportskibet vil blive modificeret til dette specifikke formål, og have udstyr til at pumpe CO<sub>2</sub> til og fra fartøjet.

Afstanden fra Esbjerg Havn til Nini A er ca. 127 nm (235 km), og der forventes maksimalt 130 injektionscyklusser om året. Injektionsoperationerne er vejrfølsomme, og det faktiske antal cyklusser kan være lavere.

### **5.5.2 Helikopter shuttling**

Selvom Nini A er en NUI, der drives og styres fra Siri-platformen, kræves der et vist niveau af vedligeholdelse og tilsyn under driften. Platformen er udstyret med et helideck til transport via helikopter, som vil være den vigtigste form for transport af personale til platformen. Skøn over hyppigheden af disse missioner er baseret på tidligere erfaringer og præsenteres i afsnit 5.7.

### **5.5.3 ROV operationer**

Der vil være flere ROV-operationer i løbet af driftsfasen:

- Vedligeholdelse af offloadingsystemet
- Inspektion af undervandsstrukturen på Nini A
- Validering af CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet og sekundært boble detektionssystem
- Indsamling, dataindsamling og vedligeholdelse af OBS'er (seismicitet)
- Valgfrit: Udsætning og indhentning af OBN'er (2D-seismiske undersøgelser eller spot seismiske undersøgelser)

Et støttefartøj vil blive brugt til disse aktiviteter. Aktiviteterne kræver en ROV og andet udstyr som beskrevet i Tabel 5-5. Fartøjet vil være udstyret med et USBL- og positioneringssystem. Til denne operation er transceiveren et akustisk positioneringssystem med høj præcision (HiPAP). HiPAP'en udsender signaler inden for frekvensområdet 21-31 kHz ved et lydkildeniveau på ca. 167 dB re. 1 µPa ved 1 m, når den er i lavenergtilstand. I højeffekttilstand forventes de maksimale lydkildestyrker at være ca. 182 dB rel. 1 µPa. cNODE opererer inden for frekvensområdet 21-31 kHz ved et maksimalt kildeniveau på ca. 173-188 dB re. 1 µPa ved 1 m. Under denne operation vil HiPAP og cNODE kun blive brugt i lavenergtilstand, dvs. med et maksimalt lydkildespidsniveau på ca. 173 dB rel. 1 µPa.

Inspektionen af undervandsstrukturen vil tage ca. 2 dage, og vil blive udført hvert andet år. Vedligeholdelsen af det nye offloadingsystem vil blive udført årligt og afsluttet inden for en periode på 24 timer.

Noget af det udstyr, der er anført i Tabel 5-5, vil fungere ved meget høje frekvenser uden for havpattedyrs høreområde (dvs. over 180 kHz) og er derfor ikke yderligere vurderet i dette dokument. En slow startprocedure vil blive anvendt til dykker og ROV-operationer, som beskrevet i afsnit 5.4.2

**Tabel 5-5 Udstyr, der bruges under ROV-operationer, og deres respektive støjemissionsniveauer.**

Kilde	Model (reference)	Placering af udstyr	Driftsfrekvens	Lydniveau på kilde SEL <sub>ss</sub> (re 1 µPa <sub>2s</sub> @1m)	Frekvens inden for høreområdet for havpattedyr
Magnetometer	GMA 1000	ROV	N/A	-	N/A
Dybdesensor	Valeport Mini IPS	ROV	N/A	-	N/A
Side scanning	Edgetech 2205	ROV	600-1600 kHz	-	Nej
Transponder	Kongsberg cNODE MiniS	ROV	21 – 31 kHz	173 dB	Ja
Tranceiver	Kongsberg HiPAP 501	Skib	21 – 31 kHz	167 dB	Ja
Multibeam ekkolod	EM2040D MBES	ROV	200-400 kHz (konfiguration planlagt til 340 kHz)	-	Nej
Doppler Velocity log	Sonardyne Syrinx	ROV	400/600 kHz	-	Nej
Hastighedssensor	Valeport Sound Mini SVS	ROV	2.5 MHz	-	Nej
Højdemåler	Kongsberg 1007 Altimeter	ROV	120-675 kHz (675 kHz forventet anvendt)	-	Nej
Obstacle Avoidance Sonar	Blueview M900	ROV	900/2250 kHz	-	Nej

#### Slow start procedure

Slow start procedure vil blive anvendt ved dykke- og ROV-operationer. Slow start bruges til at minimere undervandsstøjpåvirkninger på havpattedyr og fisk. En 5-minutters og 15-minutters slow

start blev modelleret, hvor det enkelte transpondersignal (ping) udsendes hvert 20. sekund i henholdsvis 5 eller 15 minutter. Pingen sendes ved en lav effektindstilling. 5-minutters slow start anvendes ved ROV-aktiviteter ved hjælp af en USBL-sender og en transponder placeret på ROV'en. De beregnede slow startperioder tager højde for, at fartøjets tilstedeværelse vil afskrække dyrene fra at være mindst 100 meter væk fra lydkilden. For en detaljeret beskrivelse henvises der til undervandsstøjmodelleringsrapporten i appendiks.

#### 5.5.4 Overvågning af reservoirer

##### Seismisk overvågning

Et seismisk reservoirovervågningsprogram er designet til at undersøge tilstedeværelsen og bevægelsen af CO<sub>2</sub> i reservoiret og detektere lækage af CO<sub>2</sub> fra reservoiret. Overvågningsdataene sammenlignes med prædiktiv dynamisk modellering af CO<sub>2</sub>-udbredelse, og observerede afvigelser kan udløse yderligere monitoreringsaktiviteter eller føre til ændringer i injektionsplanen.

Nini Vest-feltet blev undersøgt med 3D seismisk i 1997. Dataene blev genbehandlet i 2002 og igen i 2024. Fysisk modellering af bjergarter (væskesubstitution) indebærer, at en CO<sub>2</sub>-mætning, der overstiger ca. 4% i reservoiret, vil skabe en impedanskontrast, der er stærk nok til at detektere som en forskel i den seismiske refleksion og vil forårsage målbare tidsforskelle i basereservoirets refleksion.

De seismiske overvågningsdata for Greensand Future-projektet vil blive indsamlet ved hjælp af et dedikeret undersøgelsesfartøj. Seismiske kilder (airguns) vil blive leveret af en kommerciel seismisk leverandør (som skal udvælges). I Greensand Pilot-projektet (Q1 2023) omfattede den seismiske indsamlingsopsætning airguns og hydrofonens ocean bottom nodes (OBN'er) til den spotseismiske undersøgelse. De tekniske specifikationer for airguns og OBN'erne er ikke kendt på tidspunktet for udarbejdelsen af VVM'en og vil afhænge af den kommercielle leverandør, der er valgt til undersøgelsen. Til evalueringen er der valgt to airgunstørrelser baseret på industristandarder, da de forventes at repræsentere udstyr, der svarer til det, der bruges i *Project Greensand Future*.

De vigtigste elementer for de seismiske overvågningsaktiviteter er:

- Seismisk baseline (Q4 2025): Der planlægges en seismisk 2D-baselineundersøgelse før den første injektion: Fartøjstransit til og fra undersøgelsesområdet, udsendelse og opsamling af airgun og streamers eller ocean bottom nodes (OBN'er) (Figur 5-19 som beskrevet nedenfor), optagelse af seismik på definerede linjer på tværs af området.
- Første seismiske overvågning: Den første 2D-seismiske overvågningskampagne er planlagt til 2 år efter den første injektion: Fartøjstransit til og fra undersøgelsesområdet, udsendelse og indsamling af airgun og streamers eller OBN'er, seismisk optagelse på definerede linjer på tværs af området.
- Den anden 2D-seismiske overvågningskampagne vil blive revurderet og opdateret på baggrund af resultater og erfaringer fra de to første undersøgelser. Den nuværende plan er at gentage baseline og den første overvågning med seismik i år 4, 6, 8 og 10 for at sikre, at modellen beskriver CO<sub>2</sub>-flodens bevægelse og laterale fordeling nøjagtigt.

Der er planlagt en afsluttende 3D-seismisk overvågningskampagne inden overdragelsen af lagringsstedet til de danske myndigheder. Den endelige indsamlingsplan vil blive besluttet i samarbejde med myndighederne og baseret på resultaterne af de indsamlede overvågningsdata og

modellering af CO<sub>2</sub>-fanens vandring i undergrunden. I VVM'en antages det, at 3D-undersøgelsen vil finde sted 18 år efter den første injektion.

Den indledende prædiktive overvågningsplan skal starte med den endelige overensstemmelsesmodel efter genbehandling af datasæt fra den seismiske undersøgelse (1997) og indsamlingen af den tilhørende seismiske baseline undersøgelse.

De nøjagtige placeringer af 2D-linjerne vil blive bestemt ud fra den geofysiske modellering og resultaterne fra baseline- og tidligere overvågningskampagner. Overvågningen udnytter således konceptet med forudsigende vedligeholdelse, der forbinder overvågningsdataene med den forudsigende modellering. Det samlede antal skud pr. seismisk kampagne vil udgøre ca. 2100 skud (Tabel 5-6).

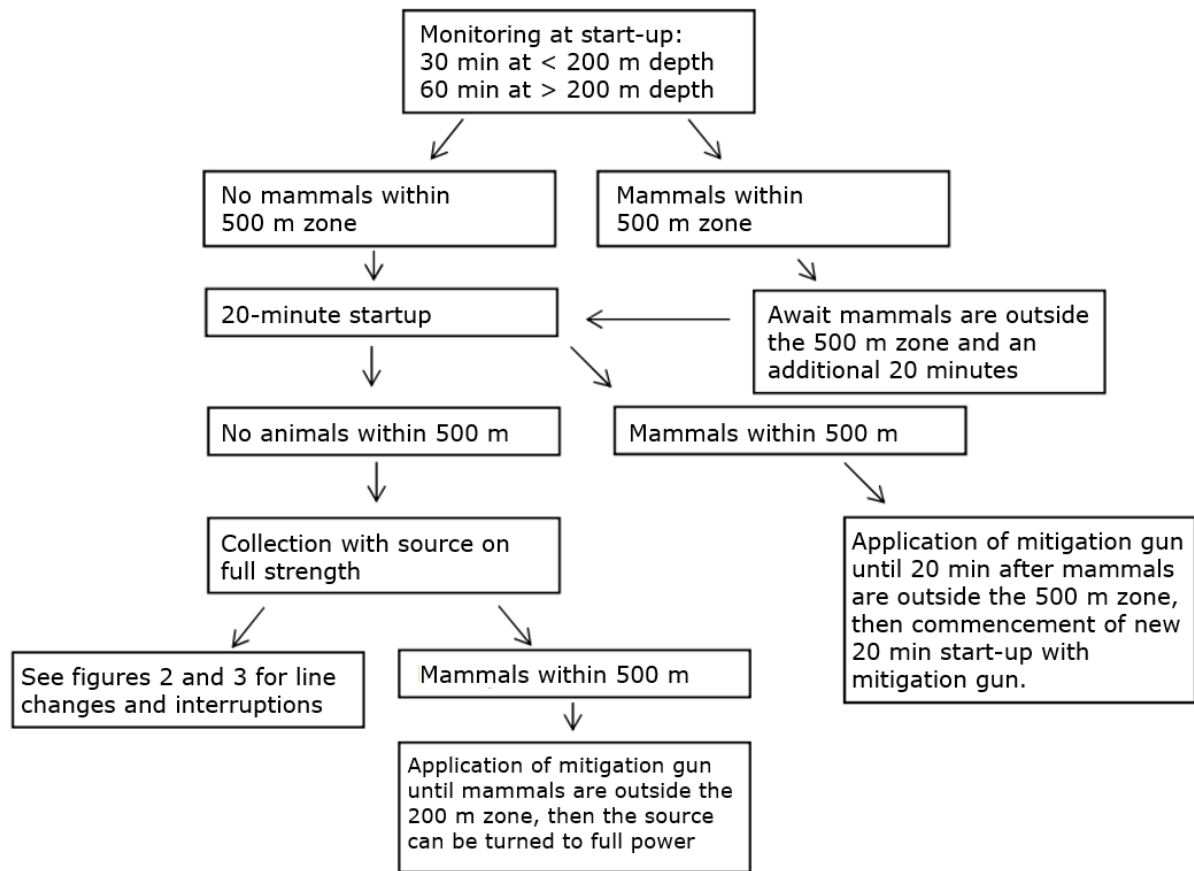
**Tabel 5-6 Plan for seismiske overvågningsprogram og planlagte seismiske skud. Koordinaterne vil blive lagt ud i den seismiske undersøgelsesplan for en tilladelse. Timing og design af 3D-afslutningsundersøgelsen vil blive planlagt baseret på resultater fra de indledende undersøgelser.**

Monitor	Dato	Antal linjer	Linje længde i km	Antal skud	Kommentar/målsætning
Seismisk baseline	Q4 2025	8	50	2100	2D baseline
Monitor 1	Marts 2028	8	50	2100	2D monitor
Monitor 2	Marts 2030	8	50	2100	2D monitor
Monitor 3	Marts 2032	8	50	2100	2D monitor
Monitor 4	Marts 2034	8	50	2100	2D monitor
Lukning af site	Marts 3036	8	50	2100	2D monitor
Monitor	Dato	Areal (km <sup>2</sup> )		Antal skud	Kommentar/målsætning
Afslutning	Marts 2044	32		4000	3D monitor

Efter anmodning fra Energistyrelsen eller i tilfælde af væsentlige uregelmæssigheder, såsom afvigelser fra det modellerede reservoirtryk, migration af CO<sub>2</sub>-fanen væk fra lagringsstedet eller tegn på lækage, der opdages af overvågningsaktiviteterne, kan yderligere 2D- eller 3D-seismiske undersøgelser blive udløst. Den fulde definition af væsentlige uregelmæssigheder følger EU-direktivets retningslinjer og er beskrevet i MMV-planen.

Seismiske undersøgelser udføres primært i perioden oktober til marts for at minimere påvirkninger, der fører til fortrængning eller forstyrrelse af marsvin og andre havpattedyr, som er mindre sårbare over for forstyrrelser i denne periode (afsnit 10.5.4).

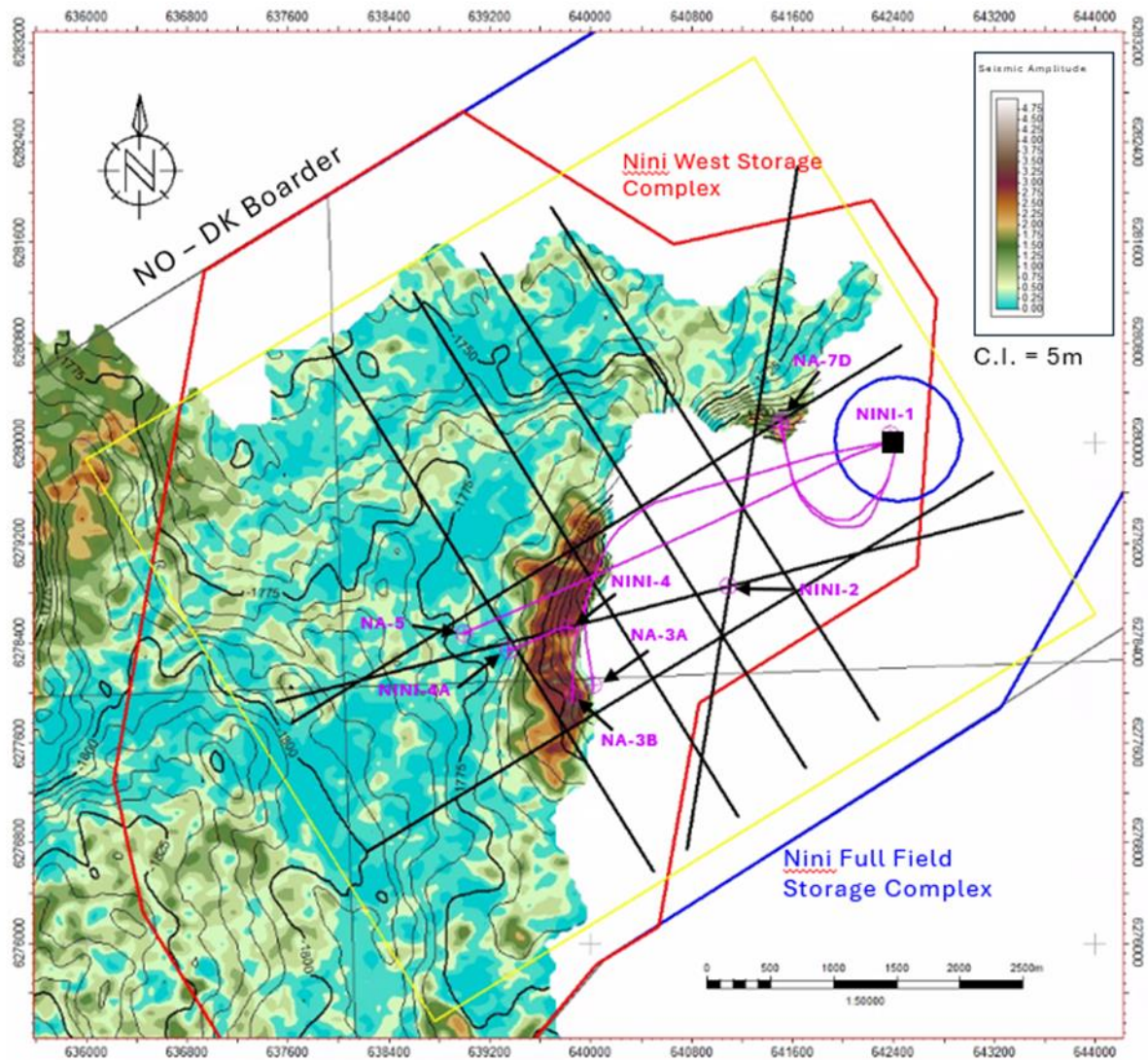
For at beskytte havpattedyr skal softstart-proceduren anvendes i overensstemmelse med proceduren beskrevet i "Standardvilkår for forundersøgelser til havs, august 2018" (Energistyrelsen, 2018a), se Figur 5-17. Screeningen følger også kravene i bekendtgørelse nr. 846 af 26/06/2024 om administration af internationale naturbeskyttelsesområder og beskyttelse af visse arter.



Figur 5-17 Softstart-procedure for seismisk overvågning, boksen "se figur 2 og 3" henviser til linjeskift og tilfælde af afbrydelse af proceduren som beskrevet i "Standardvilkår for forundersøgelser til havs, august 2018" (Energistyrelsen, 2018).

## Lokation

Det planlagte område for den seismiske aktivitet ligger vest for Nini A-plattformen. De nøjagtige placeringer af de seismiske sejllinjer vil blive udvalgt på baggrund af undersøgelsesdesignet og forudsigelserne fra præ-injektionsmodellen. Det seismiske undersøgelsesområde er vist i Figur 5-18. Detaljer vedrørende CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet ved Nini-4-brønden er beskrevet i afsnit 5.5.5.



Figur 5-18 Top Frigg dybdekort med seismisk amplitude overlay, der viser det seismiske undersøgelsesområde (gult rektangel, foreløbig afgrænsning), 500 m sikkerhedszone (blå cirkel) omkring Nini-A-plattformen (sort firkant) og brønde i området (pink).

## Valgfri (tillægs) Spotseismik til erstatning for 2D-seismik

### Respondere (havbundsmoduler)

Respondere vil være industristandard havbundsmoduler kaldet Ocean Bottom Nodes (OBN): MASS nodal system og ZXPRL med fire komponenter (x, y, z, P), evne til at detektere forskydningsbølger.

OBN'er, der blev anvendt i Greensand-pilotprojektet, vises i Figur 5-19. Alle responderer optager kontinuerligt i implementeringsperioden, hvilket muliggør passiv akustisk overvågning.

OBN'erne vil blive installeret på havbunden ved modtagerplaceringerne. Hver modtagerplacering vil være udstyret med mindst én OBN, og nogle placeringer kan have to OBN'er placeret sammen. OBN'erne sænkes ned på havbunden fra siden af skibet med en kran. Når de seismiske undersøgelser er afsluttet, hentes OBN'erne op ved hjælp af en ROV. Der vil blive brugt en ROV svarende til den, der er beskrevet i afsnit 5.4.3. Udsætningen vil vare ca. 5 dage. Det skal bemærkes, at et kommercielt drop- og selvhentende OBN-system er under udvikling og kan anvendes i det endelige projekt.



**Figur 5-19** Eksempel på havbundsmodul (OBN), størrelse 30x20x8 cm.

OBN'erne vejer ca. 10 kg hver og er ca. 50 cm i diameter. OBN'erne leveres af en kommerciel seismisk leverandør og vil blive lagt på havbunden under de seismiske undersøgelser. Placeringen af OBN'erne bestemmes ud fra detaljeret geofysisk modellering og vil blive justeret for at afspejle resultaterne fra tidligere overvågningskampagner.

#### Spotseismisk kilde (Airguns)

Det er planlagt at bruge en industristandard på 3 airguns (200 in<sup>3</sup> - kubiktomme) til en samlet 600 in<sup>3</sup> punktkilde. Kildeniveauet for 600 in<sup>3</sup> airgun anslås at være 240 dB re 1  $\mu$ Pa2s 1 meter fra kilden. Airgunnens lydfrekvensspektrum indeholder for det meste lavfrekvente lyde med de højeste støjniveauer ved 10-120 Hz.

Udstyret passer ind i en 20 fods ISO-container og vil være inkludere en airgun-kompressoren og kontrolenheden. Containeren installeres på dækket af undersøgelsesfartøjet. Kompressoren er forbundet til airgunnen med en trykslange. Det nominelle driftstryk kompressoren er 2000 PSI.. Afværge airguns, passiv akustisk monitorering (PAM) og personel til at observere marine havpattedyr (MMO) vil være ombord i henhold til standardpraksis.

Airguns vil blive affyret maksimalt hvert 45. sekund, hvilket er den tid, der kræves for at tryksætte systemet, hvilket betyder, at airguns har en maksimal kapacitet på 80 skud i timen. Hver puls har en varighed på 200 millisekunder (ms).

Den container baseret kilde (airgun) vil blive placeret af undersøgelsesfartøjets kran på kildstederne (OBN-lokationerne) i ca. 6 m vanddybde. Undersøgelsesfartøjet forbliver dynamisk positioneret for at udføre de planlagte 80 skud i en samlet varighed på ca. 1-2 timer netto tid (1 time pr. placering er et bedste skøn, op til 2 timer er planlagt for at nå de 80 skud, eksklusive mulige afbrydelser).

Den maksimale driftstid pr. kampagne forventes at være maksimalt 5 dage (i dagslys, netto operations-/kompressordage) under hensyntagen til afbrydelser, genoptagelse og gentagen softstart-procedure. Når der ikke er dagslys bruges tiden til transit, udlægning/indsamling af OBN'er og data QC-arbejde.

### Overvågning af seismicitet

Formålet med indsamling af seismicitets data er at overvåge bevægelser i undergrunden. Det kan enten være naturlige jordskælv i lille skala eller bevægelse af en forkastning eller sprække forårsaget af CO<sub>2</sub>-injektionen. Seismiciteten skal overvåges løbende i overensstemmelse med overvågningsplanen. Overvågningen udføres ved hjælp af havbundsstationer (OBS'er) som vist i Figur 5-20 og Tabel 5-7. OBS'erne vil have både geofoner og hydrofoner og vil blive sænket ned fra siden af skibet med en kran. Der vil ikke være nogen seismisk kilde involveret i denne overvågning, da der kun vil blive foretaget målinger af vibrationerne fra selve jorden. Der vil blive genereret undervandsstøj, når OBS'erne sættes ud (generel fartøjsstøj, f.eks. DP-system) og hentes ind (ROV-drift og generel fartøjsstøj). En baseline overvågning af seismicitet vil fastslå det naturlige niveau af seismicitet i området, før injektionsaktiviteterne starter, for at skelne mellem naturlig og induceret seismicitet.



Figur 5-20 "NAMMU" havbundsstation (OBS) til overvågning af seismicitet.

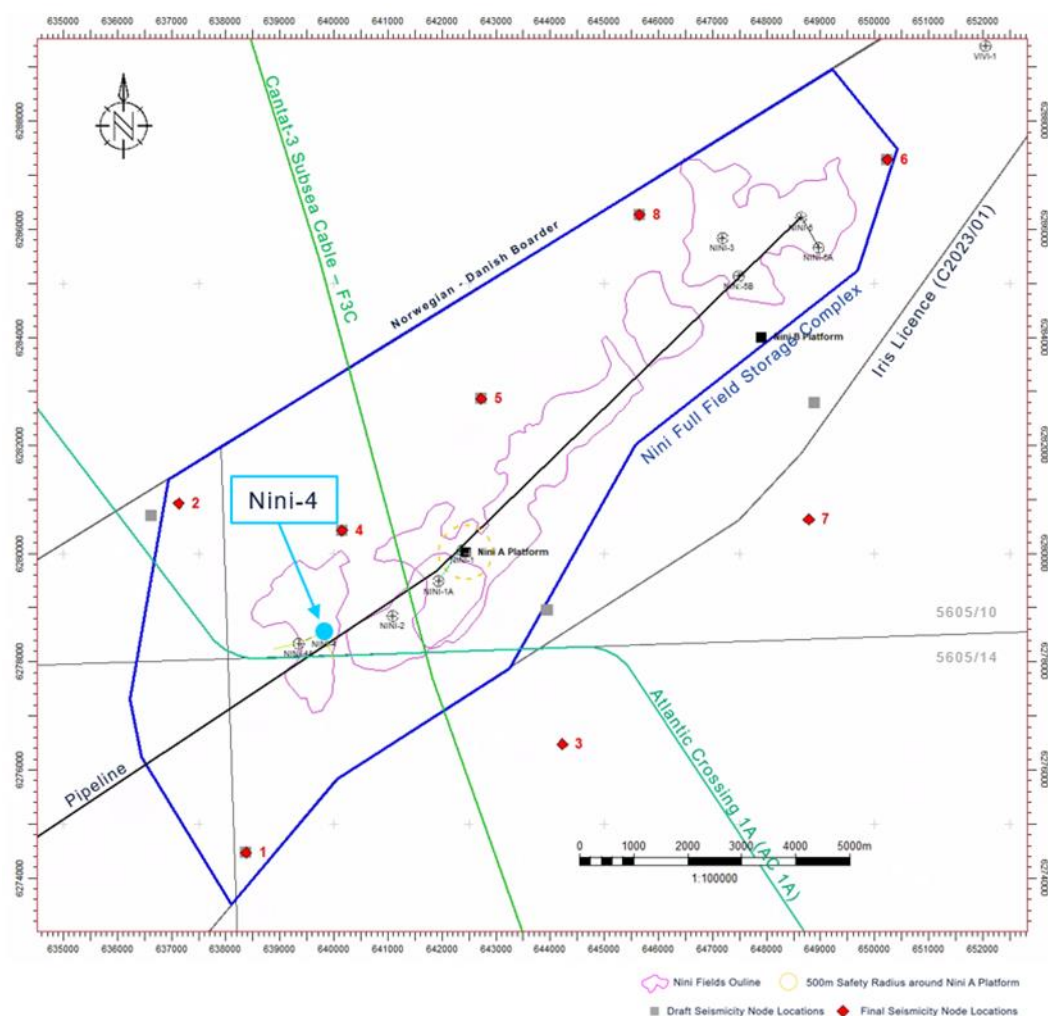
Tabel 5-7 Tekniske data for NAMMU's havbundsstationer.

NAMMU teknisk specifikation	
Vægt med anker	205 kg
Bredde	63,5 cm
Højde	77,0 cm
Dybde	80,0 cm
Anker størrelse	80 cm x 60 cm

Et kort over undersøgelsens layout kan ses i Figur 5-21 med stationskoordinater i Tabel 5-8.

Til overvågning under injektion vil der blive opsat OBS'er til løbende overvågning af induceret seismicitet. Programmet antages at blive tilpasset på baggrund af de indsamlede seismiske data, da det vil give ny viden, der kan forbedre overvågningsplanerne. Den nuværende plan er at installere 8 OBS'er på havbunden. Hver anden måned er det nødvendigt med en 2-dages ROV-operation for at hente stationerne til dataindsamling. Der bruges et støttefartøj med ROV til denne operation. Batterierne vil blive skiftet, når det er nødvendigt, under disse operationer.

Teknologien til overvågning af seismicitet offshore er i øjeblikket under udvikling, og det antages, at udstyr og planer for seismicitetsovervågning vil ændre sig, og at det anvendte system vil blive udviklet. Seismikovervågningsprogrammet vil blive designet og udviklet sammen med GEUS og godkendt af Energistyrelsen.



Figur 5-21 Kort over placeringen af OBS'er til overvågning af seismicitet.

Tabel 5-8 Koordinater for OBS'er til overvågning af seismicitet. Referencekoordinatsystemet er ED50-UTM31.

Index	X	Y
1	638373.50	6274468.02
2	637128.78	6280931.27
3	644221.10	6276473.58

Index	X	Y
4	640150.65	6280432.10
5	642723.91	6282865.37
6	650234.38	6287284.05
7	648781.61	6280632.06
8	645651.34	6286271.85

### Udvikling af system til overvågning af seismicitet

Seismicitetsovervågning med realtidsdataoverførsel fra havbunden er stadig under udvikling hos de forskellige geofysiske leverandører. De mest modne løsninger er blevet identificeret, men teknologiberedskabsniveauet (TRL) er lavt og kræver mere testning. Tre muligheder, der kan bruges sammen, er under overvejelse, nemlig OBN'er med akustisk transmission under havoverfladen, S-DAS-kabler udlagt fra en platform og brøndboringsovervågning. Den valgte løsning vil afhænge af resultaterne fra baseline overvågning af seismicitet, kommerialisering af teknologier, gennemførlighed med eksisterende brønde og faciliteter samt miljøpåvirkning.

Da seismikovervågningssystemet stadig er under udvikling, kan de nøjagtige detaljer ikke vurderes yderligere på nuværende tidspunkt og vil ikke blive medtaget i vurderingskapitlerne i den aktuelle VVM.

### 5.5.5 Havbundsovervågning

Hvis den injicerede CO<sub>2</sub> ved et uheld lækker fra reservoiret eller fra installationer, overvåges dette grundigt. Risikoen og sandsynlighederne for lækager er blevet grundigt undersøgt, og disse utilsigtede hændelser er beskrevet i afsnit 13.2 og 13.2.2.

Et CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystem vil blive installeret på en metalramme, kaldet en lander, for at kunne opdage lækage af CO<sub>2</sub> fra reservoiret eller fra brøndene. Detektionssystemet placeres på havbunden i nærheden af den gamle brønd (Nini-4). Udplaceringen kræver ikke en ROV-operation. Vedligeholdelse, batteriskift, datahøst osv. vil finde sted hver 6. måned ved at udskifte landeren med en identisk lander. Landeren vil blive bjærget ved hjælp af støttefartøjets kran til at hente landerbøjen og bringe landeren tilbage med fortøjningslinen fra bugten. Denne operation vil blive gentaget i hele overvågningsperioden fra 2025 til 2033. Udskiftningen vil blive koordineret med de lignende aktiviteter i forbindelse med seismikovervågningen, der er beskrevet i afsnit 5.5.4.

Løjlighedsvis og i forbindelse med andre ROV-aktiviteter i samme område vil en ROV blive indsat for at fotografere havbunden nær landingsanlægget som et middel til validering af landingsanlægget og som en sekundær bobleopdagelsesforanstaltning. Dette forventes at ske en gang om året og vare i 3 timer.

Den skematiske placering af CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet er vist i Figur 5-21, der hvor Nini-4 er placeret. CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet vil blive markeret med en navigationsbøje.

CO<sub>2</sub>-lækage monitoreringssystemet er designet til placering på havbunden og inkludere flere kemiske sensorer installeret på landeren, samt et aktivt akustiksystem og kommunikationssystem. Landeren rummer også en central enhed med batterier og kommunikation til og fra en overfladebøje. Strøm og telemetri fra overfladebøjen aktiveres af et kabel fra bøjen (via ankerblok) til det centrale batterihus i landeren (Figur 5-22). Landeren har en diameter på ca. 0,75 m og en

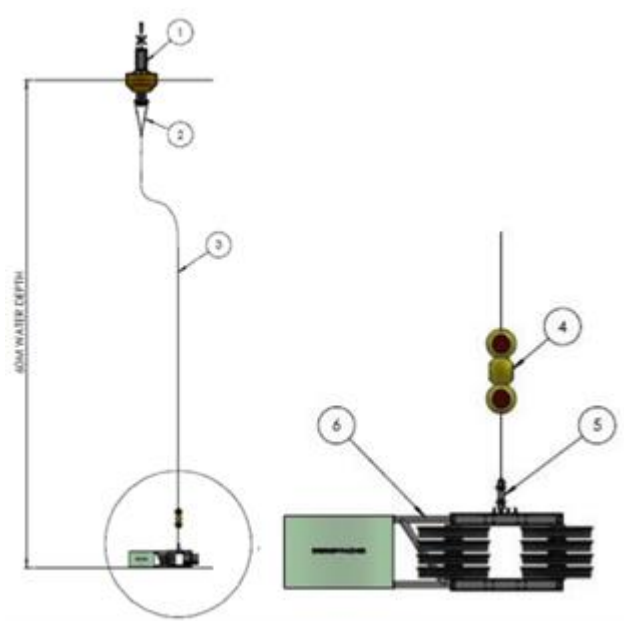
højde på 1,5 m over havbunden. CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet har et fysisk fodafttryk på 0,5 m<sup>2</sup>. Den nødvendige ankerblok har et fodafttryk på 1 m<sup>2</sup> og en vægt på 4,2 t.

### Sonar – bobledetektor

CO<sub>2</sub>-lækage monitoreringssystemet har også en højfrekvent sonar, Kongsberg, M3, der virker ved 500 kHz. Sonarsystemet registrerer bobler og er relevant, hvis der er en lækage, hvor CO<sub>2</sub> er i gasform (bobler) i vandsøjlen. Sonaren affyrer et vandret signal, der overvåger et areal på ca. 23.500 m<sup>2</sup> for potentielle lækager. Overvågningområdet for landeren er vinkel på 120° ud til maksimum 150 m afstand. Da sonaren vil sende sit maksimale signal meget tæt på havbunden, vil den kontinuerligt give den højeste følsomhed og er i stand til at detektere den modellerede minimale lækagehastighed.



Figur 5-22 Skitse over landerens design (venstre) og et billede af lander med sensorer (højre). Det centrale hvide rør indeholder batteriet.



Figur 5-23 Skitse over lander systemet. 1) Overfladebøje, 2,1 m i diameter, 1,2 t vægt, 2) Bridle-samling, 3) Fortøjningskabel, 4) Subsea-flyder, 5) Data-svirvel-samling, 6) Ankerblok, 4,2 t vægt. Lander er den grønne boks.

### Other sensors

På landeren er der en række kemiske sensorer til vurdering af det marine karbonatsystem, hvor fokus er på overvågning af pH ændringer som indikation på forhøjet  $\text{CO}_2$ -indhold over den naturlige baseline. De kemiske sensorer på  $\text{CO}_2$ -lækage monitoreringssystemet er følgende:

- pH - et indirekte mål for opløst  $\text{CO}_2$ , da opløsningen af  $\text{CO}_2$  i havvand forsuret vandet og reducerer dets pH. En hovedparameter for beskrivelse af karbonatsystemet.
- Total alkalinitet - måling af koncentrationen af alle alkaliske stoffer opløst i vandet. Illustrerende for vandets bufferkapacitet. En overordnet parameter for karbonatsystemet.
- Nitrat - et vigtigt næringsstof i havvand. Anvendes på overvågningssystemet for at kunne skelne opløst  $\text{CO}_2$  på grund af organiske processer fra opløst  $\text{CO}_2$  på grund af lækager.
- SeapHOx-sensoren måler også pH og derudover temperatur, tryk og opløst ilt. Dette giver redundans og pH-aflæsninger med højere frekvens / lavere nøjagtighed samt andre vigtige kontekstuelle data.

De kemiske sensorer for pH, total alkalinitet og nitrat bruger alle våde reagenser. Alle disse reagenser (væsker) forbliver i sensorene og dermed følger landersystemet når dette fjernes. En Aquadopp strømmåler fra Nortek (Figur 5-24 ) vil blive installeret oven på landeren (Figur 5-22). Den aktuelle vurderet anvendte system opererer ved 1 eller 2 MHz, afhængigt af den valgte model.



**Figur 5-24** En Aquadopp strømmåler (sort cylinder) monteres med en separat opsætning på landeren. På dette projekt vil det blive monteret på landingsfartøjet. Kilde: <https://www.nortekgroup.com/products/aquadopp-profiler-1-mhz>

## 5.6 Afviklingsfasen

Afviklingsaktiviteter, der skal gennemføres ved afslutningen af CCS-projektet, er beskrevet og vurderet i kapitel 18. Afviklingsfasen i denne VVM omfatter alle Nini A-faciliteter, platform, brønde, rørledninger og CO<sub>2</sub>-offloading-systemet. Sammenlignet med nul-scenariet er omfanget af afviklingen i denne VVM derfor:

- Offloading-system: Inklusive undersøisk rørledning, ankre og fleksibel slange.
- Nini A-plattformen inkl. topside, jacket-struktur, stigerør og undervandsstrukturer (boretemplate og funderingspæle).
- De 10 brønde, der er forbundet med Nini A.
- De fire rørledninger mellem Nini og Siri: en 14" flerfaserørledning, en 10" vandinjektionsrørledning, en 4" gasløfterørledning, der er koblet til 10" vandinjektionsrørledningen som er taget ud af drift.

## 5.7 Ressourceforbrug

Projektets ressourceforbrug blive skal som andre miljøvurderingsemner beskrives for både anlægs- og driftsfasen. Når det kommer til ressourceforbrug, vil materialeforbrug dog kun være relevant i anlægsfasen. Driftsfasen vil primært omfatte brændstofforbrug, og det eneste eventuelle materialeforbrug vil være i forbindelse med mindre vedligeholdelse eller udskiftning af komponenter. Materialer, såsom håndbetjente ventiler på platformen eller lignende, tages ikke i betragtning. Det vurderes, at mindre udskiftninger og normal vedligeholdelse har et ubetydeligt bidrag til den samlede vurdering af påvirkningen på miljømæssige og sociale receptorer, og medregnes derfor ikke som en del af ressourceforbruget.

Det skal bemærkes, at nogle data præsenteret i det følgende, vil være behæftet med en vis usikkerhed på dette planlægningsstadium af projektet.

### 5.7.1 Materialer og kemikalier

En af de primære materialekomponenter er den faste rørledning, som en del af offloadingsystemet til Nini A. Rørledningen, der er tilkoblet platformen, forventes at have en længde på 100-300 m, som tilsluttes en fleksibel slange på yderligere 120 m. Med hensyn til rørledningsbeskyttelse installeres betonmadrasser på 300 m rørledning. I alt 45 madrasser som worst-case. De nye komponenter, der er påkrævet offshore, består af de elementer, der er anført i Tabel 5-9.

**Tabel 5-9 Yderligere komponenter, der kræves til anlægsfasen.**

Beskrivelse	Kvantitet	Enhed	Kommentarer
Rørledning (6")	100-300	Meter rør	Til offloadingsystemet. Vægt: ~100kg/m. I denne VVM antages 300 m rørledning
	10-30	Tons	
Ankerblokke	50	Tons - 2 enheder	Offloadingsystemet
Fleksibel slange med opdriftselement på de første 40 m	120	Meter	Til offloadingsystemet. Vægt: ~50 kg/m F.eks. kompositmateriale
	6	Tons	
Slangeendeventil med messenger-linje til overflade	1	Tons	Ventil for enden af den fleksible slange lavet af materiale der kan tåle havvand
Beton madras	45	Enheder	Til rørledningsbeskyttelse, ca. 3 tons hver
	135	Tons (i alt)	
Udskiftet flowline (ved Nini)	3-4	Tons	Stål

Under lægkagetest af rørledningen bruges et fluorescerende kemikalie til at identificere potentielle lækager i systemet. Tabel 5-10 giver et overblik over de skønnede mængder kemikalier, der planlægges anvendt under testen. Mængden er baseret på en doseringskoncentration på 500 ppm i hele rørledningssystemet. Doseringskoncentrationen af det fluorescerende stof anslås at være mindre end 10 % af korrosionsinhibitoren, dvs. højst 50 ppm. Begge kemikalier vil i værste fald frigives til havet efter testens afslutning. Begge kemikalier er klassificeret som gule ifølge Miljøstyrelsens farvekodning - stoffer, der udviser en vis miljøfare. Det samlede udledte volumen vurderes til at være ca. 13 m<sup>3</sup>.

**Tabel 5-10 Anslået anvendelse af kemikalier til lækagetest af rørledningssystemet.**

Type af kemikalie	Planlagt anvendt mængde [kg]	Klassificering
Korrosionshæmmer	10	Gul*
Fluorescerende sporstof-kemikalie	1	Gul*
*Kemikalier er klassificeret efter Miljøstyrelsens farvekodningssystem, som følger OSPAR-klassifikationen (substitution, rangering og PLONOR) og vedrører miljøfaren ved offshorekemikalier.		

Ved klargøring af brøndene anvendes en glykol-blanding (methylethylenglykol, MEG), alternativt kan en oliebaseret væske anvendes. I begge tilfælde vil der ikke ske nogen planlagt udledning til miljøet, da væskeerne forbliver i brønden. De kemikalier, der planlægges anvendt som led i forberedelsen af brønden og senere vedligeholdelse, er anført i Tabel 5-11.

**Tabel 5-11 Anslået anvendelse af kemikalier til forberedelse af injektionsbrønd.**

Funktionalitet	Produktnavn	Kemikalier, der planlægges anvendt til		Rangering
		Klargøring [tons]	Vedligeholdelse [tons/år]	
Hydrathæmmer	MEG 60 %	277,5	111	Grøn*
Wireline fedt	Claretech V500 Wireline Fluid	0,8	0,8	Gul*
Spacer	Escaid 120 ULA	205	82	Gul*
*Kemikalier klassificeres i henhold til Miljøstyrelsens farvekodningssystem, som følger OSPAR-klassifikationen (substitution, rangering og PLONOR) og vedrører miljøfaren ved offshorekemikalier.				

### 5.7.2 Brændstofforbrug

Brændstofforbruget i anlægs- og driftsfasen er anført nedenfor (Tabel 5-12 og Tabel 5-13). Brændstofforbruget i forbindelse med nedlukningsaktiviteter er beskrevet i kapitel 18.

#### Anlægsfasen

I anlægsfasen vil flere fartøjer være til stede under de forskellige anlægsaktiviteter i forbindelse med offloadingsystemet: fast rørledning, installation af betonmadras, tilslutning af fleksibel slange inkl. bøje osv. Der vil også være fartøjer til stede til placering af CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystem og geofoner samt til udskiftning af flowline og brøndintervention. De nødvendige fartøjer kan ses i Tabel 5-12, sammen med de forventede brugsdage og brændstofforbruget.

**Tabel 5-12 Fartøjstyper og brændstofforbrug, der kræves under installationen.**

Aktivitet	Type	Antal	Dage pr. enhed	Brændstofforbrug [m <sup>3</sup> /dag]	Kommentarer
Installation af offloadingsystemet	Offshore dykkerskib (DSV)	1	7+1,5	20	Herunder 1 lille observations ROV.
	Standby-fartøj	1	7+1,5	3	
	Helikoptere	1	7+1,5	1,0	Brændstof: Petroleum/Jet A
Udskiftning af flowline ved Nina A	Standby-fartøj	1	32	3	
	Helikoptere*	1	32	1,0	Brændstof: Petroleum/Jet A
Brøndinterventions-arbejde	Standby-fartøj	1	30	3	
	Helikoptere*	1	30	1,0	Brændstof: Petroleum/Jet A
Baseline 2D seismisk indsamling	Seismisk undersøgelse sfartøj	1	5	20	Transport til og fra undersøgelsesstedet. Streamer- eller OBN-seismik i lokalområdet.
Overvågning af CO <sub>2</sub> -lækage, indsættelse (lander)	Standby-fartøj	1	2	12	
Opsætning af seismicitet havbundsstationer (OBS)	Support vessel Standby-fartøj	1	2	12	ROV-operation til bjærgning af OBS'er. ROV operation
* Helikoptere opererer 2 timer / dag					

#### Driftsfasen

I driftsfasen vil der være behov for forskellige aktiviteter, som forbruger brændstof. Der vil også være brændstofforbrug i forbindelse med transport af CO<sub>2</sub> til offloadingsystemet. Disse er anført i Tabel 5-13.

Konservative skøn over skibets brændstofforbrug kan udledes fra tidligere erfaringer. Brændstofforbruget for hver rejse med CO<sub>2</sub>-transportskibet er anslået til at være ca. 29,4 m<sup>3</sup> (25 tons) brændstof. Det maksimale antal injektionscyklusser, der skal udføres, er 130. Det betyder, at der i den høje ende er et brændstofforbrug på 3.820 m<sup>3</sup> (3.250 tons) brændstof årligt. Brændstoffypen er Low Sulfur Marine Gas Oil (LSMGO), som er en let olieblending, der ofte anvendes i skibsfarten.

Tabel 5-13 Fartøjstyper, der kræves under driftsfasen.

Aktivitet	Type	Antal	Dage pr. enhed	Brændstofforbrug [m <sup>3</sup> /dag]	Kommentarer
CO <sub>2</sub> transport	Modificeret PSV med DP2	1	Max. 130 cyklusser om året	29.4 m <sup>3</sup> (25 tonnes) per cyklus	Sejlaflstand: 127 nm (Esbjerg). 2,5 dag pr. tur.
Kontinuerlig overvågning af seismicitet, udstationering og indsamling af OBS'er	Standby-fartøj med ROV	1	2 dage til vedligehold hver anden måned	12	ROV nødvendig til bjærgning under vedligeholdelse
2D-seismisk indsamling	Fartøj til seismiske undersøgelser	1	5-10 dage per kampagne i 2, 4, 6, 8 og 10 år.	20	Transport til og fra undersøgelsesstedet. Streamer- eller OBN-seismik i det udvalgte Nini Vest-område
Inspektion af offloadingsystem	Standby-fartøj	1	1 dag årligt	12	ROV drift
Udskiftning af det kontinuerlige CO <sub>2</sub> -lækageovervågningssystem (lander).	Standby-fartøj	1	1 dag til udrulning/udskiftning hver 6. måned	12	
Validering af CO <sub>2</sub> -lækageovervågningssystemet og sekundær bobledetektion med ROV.	Standby-fartøj	1	Årligt (3 timer)	12	Lejlighedsvis og i forbindelse med andre ROV-aktiviteter i Nini-området vil en ROV blive indsat for at fotografere havbunden i nærheden af landingsfartøjet som et middel til validering af landingsfartøjet og som en sekundær foranstaltning til detektering af bobler. Denne aktivitet vil fortsætte, indtil bevist holdbarhed af landingsfartøjet.
Inspektion af Nini A's undervandsstruktur	Standby-fartøj med ROV	1	2 dage to gange om året (jun-sep)	12	ROV drift
Udløst/afsluttet 3D-seismisk indsamling	Fartøj til seismiske undersøgelser	1	7-14 dage per kampagne	20	Transport til og fra undersøgelsesstedet. Streamer- eller OBN-seismik i det udvalgte Nini Vest-område
Valgfrie seismiske spotundersøgelser	Standby-fartøj	1	5 dage	12	Transport to and from survey location. OBN retrieval.
	Kompressor til airguns på undersøgelseskib	1	3 dage	1	

## 6. ALTERNATIVER

### 6.1 Nul-scenariet

Projektet er afhængigt af både brugen af Nini-reservoirerne samt størstedelen af den eksisterende offshore-infrastruktur til konvertering til CO<sub>2</sub>-lagring. Kort sagt betyder det, at alternativet til det foreslåede projekt er ikke at omdanne reservoirerne til lagerfaciliteter. I dette tilfælde ville Nini-komplekset blot følge standardprocedurer for afvikling inden for sin nuværende Nini-licens. Dette scenario vil blive beskrevet i en VVM, der er adskilt fra dette dokument (COWI, 2023b).

## 7. LOVGIVNINGSMÆSSIG KONTEKST

*Projekt Greensand Future* udvikles og implementeres i en kontekst af international og national lovgivning. Dette kapitel giver et overblik over de vigtigste direktiver og relevant national lovgivning.

### 7.1 International lovgivning

#### CCS-direktivet

CCS-direktivet (2009/31/EF om geologisk lagring af kuldioxid) giver en lovgivningsmæssig ramme og retningslinjer for sikker geologisk lagring af CO<sub>2</sub>, og dette er bredt implementeret nationalt ved bekendtgørelse nr. 845 af 26/06/2024 om geologisk lagring af CO<sub>2</sub> (CCS-bekendtgørelsen). CCS-direktivet indeholder bestemmelser om udvælgelse af lokaliteter, anvendelse, godkendelse, overvågning, lukninger og ansvar. Direktivet foreskriver permanent lagring af CO<sub>2</sub> på en sådan måde, at negative virkninger og enhver risiko for miljøet og menneskers sundhed forebygges og, hvor dette ikke er muligt, så vidt muligt fjernes. Direktivet foreskriver f.eks., at en geologisk formation kun skal vælges som lagringslokalitet, hvis der ikke er nogen væsentlig risiko for udsivning under de foreslåede anvendelsesbetingelser, og hvis der ikke er væsentlige miljø- eller sundhedsrisici. CCS-direktivet finder ikke anvendelse ved geologisk lagring af CO<sub>2</sub> hvor den samlede lagringsmængde er under 100 kiloton, og hvor der etableres lagring med henblik på forskning, udvikling eller afprøvning af nye produkter og processer. Nationalt er dette dog omfattet af bekendtgørelse nr. 974 af 22/06/2022 om geologisk lagring af CO<sub>2</sub> under 100 kt.

#### Direktiv om vurdering af virkninger på miljøet (VVM)

VVM-direktivet (Direktiv 2011/92/EU som ændret ved 2014/52/EU) om vurdering af visse *offentlige og private projekters* indvirkning på miljøet og miljøvurderingsdirektivet (Direktiv 2001/42/EF af 27. juni 2001) om vurdering af bestemte *planers og programmers* indvirkning på miljøet er implementeret i Danmark via bl.a. lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (Miljøvurderingslovens lovbekendtgørelse nr. 4 af 03/01/2023).

#### Habitatdirektivet (kapitel 17)

Habitatdirektivet fra 1992 (Rådets direktiv 92/43/EØF om bevaring af levesteder samt vilde dyr og planter med senere ændringer) forpligter EU's medlemsstater til at bevare udvalgte naturtyper og arter, der er karakteristiske, sjældne eller truede i EU.

#### Fuglebeskyttelsesdirektivet (kapitel 17)

Fuglebeskyttelsesdirektivet (Rådets direktiv 2009/147/EF) har til formål at beskytte alle de ca. 500 vilde fuglearter, der forekommer naturligt i EU. Der er udpeget en række særligt beskyttede områder (SBO'er), som omfatter alle de mest egnede områder for truede og vandrende arter. Siden 1994 har alle SBO'er været omfattet af Natura 2000-områderne, der er oprettet i henhold til habitatdirektivet.

#### Vandrammedirektivet (kapitel 14)

Vandrammedirektivet fra 2000 (Rådets direktiv 2000/60/EF) fastlægger rammerne for beskyttelse af vandløb, søer, overgangsvande (flodmundinger, laguner), kystvande og grundvand i alle EU-lande. Rammen omfatter både økologisk tilstand og kemisk tilstand. Den økologiske tilstand defineres af biologiske elementer (herunder fisk, makrokvælstoffer, makrofyter og kiselalger); og fysisk-kemiske elementer (bestående af hydromorfologi, ammoniak, pH, fosfater, opløst ilt og 18 forurenende stoffer, herunder visse tungmetaller og pesticider). Vandets kemiske tilstand bestemmes på grundlag af koncentrationerne af prioriterede stoffer, og om de overstiger de

relevante miljøkvalitetskrav, der er fastsat i direktiv 2008/105/EF om miljøkvalitetskrav (som ændret ved direktiv 2013/39/EU om prioriterede stoffer).

### **Havstrategirammedirektivet (kapitel 15)**

Havstrategirammedirektivet (Rådets direktiv 2008/56/EF), som har til formål at sikre et godt havmiljø i medlemsstaternes havområder ved at opnå en god miljøtilstand senest i 2020. Midlerne til at nå dette mål er udarbejdelse og vedtagelse af strategier for havområderne. Havstrategierne indeholder grundlæggende analyser, en beskrivelse af, hvad god miljømæssig tilstand indebærer samt fastsættelse af miljømål, overvågnings- og handlingsprogrammer i henhold til havstrategilovens § 5.

### **Havplan (kapitel 16)**

Dette direktiv fastlægger en ramme for havplan eller maritim fysisk planlægning (direktiv 2014/89/EU af 23. juli 2014) med henblik på at fremme bæredygtig vækst i de maritime økonomier, bæredygtig udvikling af havområder og bæredygtig udnyttelse af havets ressourcer. Havområder står over for mange konkurrerende krav på deres anvendelse og udvikling, såsom turisme, fiskeri og akvakultur, råstofudvinding, søtransportruter, beskyttede havområder osv. De står også over for fælles udfordringer såsom skrøbelige økosystemer, virkningerne af klimaændringer og forurening. Maritim fysisk planlægning har til formål at sætte de offentlige myndigheder i stand til at organisere menneskelige aktiviteter i havområder med henblik på at opfylde forskellige økologiske, økonomiske og sociale mål.

### **Affaldsrammedirektivet**

Affaldsrammedirektivet (2008/98/EF af 19/11/2008) definerer centrale begreber som affald, genanvendelse og bortskaffelse og fastlægger de væsentlige krav til affaldshåndtering, herunder en forpligtelse for en virksomhed eller et foretagende, der udfører affaldshåndteringsoperationer, til at have en tilladelse eller være registreret samt en forpligtelse for medlemsstaterne til at udarbejde affaldshåndteringsplaner. Det fastlægger også væsentlige principper såsom en forpligtelse til at håndtere affald på en måde, der ikke har en negativ påvirkning på miljøet eller menneskers sundhed, en opfordring til at anvende affaldshierarkiet og, i overensstemmelse med forurenere-betaler-princippet, et krav om, at omkostningerne ved bortskaffelse af affald skal bæres af affaldsindehaveren, af tidligere indehavere eller af producenterne af det produkt, hvorfra affaldet stammer.

## **7.2 Internationale konventioner**

### **Ramsar-konventionen**

Ramsar-konventionen om vådområder af international betydning fra 1971 danner rammen om bevarelse og bæredygtig udnyttelse af alle vådområder gennem lokale og nationale tiltag. I henhold til denne konvention er vådområder, der er udpeget som værende af international betydning, beskyttet i national lovgivning.

### **Espoo-konventionen**

Espoo-konventionen af 25. februar 1991 er en konvention om grænseoverskridende miljøpåvirkninger. Formålet med konventionen er at modvirke planlagte aktiviteters grænseoverskridende skadelige virkninger på miljøet. Konventionen indeholder derfor bestemmelser om miljøvurdering af grænseoverskridende miljøpåvirkninger, høring af såvel offentligheden som berørte myndigheder og interesseorganisationer samt samråd mellem de involverede lande med henblik på at forebygge, begrænse og overvåge mærkbare miljøskadelige virkninger på tværs af landegrænser. Ved en Espoo-høring høres offentligheden samt berørte

myndigheder og interesseorganisationer på alle de områder, der må antages at være berørt af en planlagt plan, et planlagt program og/eller et projekts miljøpåvirkninger.

### **UNCLOS-konventionen**

De Forenede Nationers havretskonvention af 10. december 1982 (UNCLOS) forpligter Danmark til at beskytte og bevare arkæologiske og historiske genstande, der findes i havområder uden for Danmarks nationale jurisdiktion. Forstyrrelse eller ændring af beskyttet arv i havet er forbudt. Yderligere forpligtelser er foreskrevet i konventionen om beskyttelse af undervandskulturarven fra 2001. I denne konvention defineres undersøisk kulturarv som alle spor af menneskelig eksistens af kulturel, historisk eller arkæologisk art, som i mindst 100 år har været helt eller delvist nedsænket, periodisk eller permanent, under oceanerne og i søer og floder.

### **Konvention om forebyggelse af havforurening ved dumpning af affald og andre stoffer**

Den Internationale Søfartsorganisations (IMO) konvention om forebyggelse af havforurening ved dumpning af affald og andre stoffer (Londonkonventionen) har været i kraft siden 1975. Formålet er at fremme en effektiv kontrol med alle kilder til havforurening og at træffe alle praktisk gennemførlige foranstaltninger for at forebygge havforurening ved dumpning af affald og andre stoffer.

### **MARPOL-konventionen**

Den internationale konvention om forebyggelse af forurening fra skibe vedtaget i november 1973 i IMO (Den Internationale Søfartsorganisation). Den internationale konvention om forebyggelse af forurening fra skibe (MARPOL) er den vigtigste internationale konvention om forebyggelse af forurening af havmiljøet fra skibe af operationelle årsager eller af utilsigtede årsager. Bilag I-V regulerer henholdsvis forebyggelse af forurening med olie, skadelige flydende stoffer i bulk, skadelige stoffer i emballage, spildevand fra skibe og affald fra skibe.

### **International konvention om kontrol og håndtering af skibes ballastvand og sedimenter (BWM)**

Konventionen om kontrol og håndtering af skibes ballastvand og sedimenter (konventionen om håndtering af ballastvand) blev vedtaget i 2004. Konventionen har til formål at forhindre spredning af skadelige vandorganismer fra en region til en anden ved at fastlægge standarder og procedurer for håndtering og kontrol af skibes ballastvand og sedimenter.

### **Konventionen om beskyttelse af havmiljøet i det nordøstlige Atlanterhav (OSPAR)**

Konventionen om beskyttelse af havmiljøet i det nordøstlige Atlanterhav ("OSPAR-konventionen") trådte i kraft i 1998. OSPAR-konventionen indeholder en række bilag, der fokuserer på forebyggelse og bekæmpelse af forurening fra forskellige typer af aktiviteter. OSPAR fokuserer på anvendelse af forsigtighedsprincippet og på anvendelse af den bedste tilgængelige teknik (BAT), bedste miljømæssige praksis (BEP) og rene teknologier.

Flere strategier og anbefalinger fra OSPAR er relevante for *Projekt Greensand Future*, især:

- OSPAR-beslutning 2007/02 om lagring af kuldioxidstrømme i geologiske formationer (OSPAR Decision 2007/2, OSPAR 07/24/01, bilag 6)
- OSPAR-retningslinje for risikovurdering og -styring af lagring af CO<sub>2</sub>-strømme i geologiske formationer (OSPAR Agreement 2007/12).
- OSPAR-beslutning 2005/01 om ændring af OSPAR-beslutning 2000/2 om et harmoniseret obligatorisk kontrolsystem for anvendelse og reduktion af udledning af offshore kemikalier (OSPAR Decision 2005/1, OSPAR 05/21/1, bilag 11).

- OSPAR-liste over stoffer, der anvendes og udledes offshore, og som anses for at udgøre ringe eller ingen risiko for miljøet (PLONOR) – opdatering 2021 (OSPAR Agreement 2013-06)
- OSPAR-henstilling (recommendation) 2020/03 om ændring af OSPAR-henstilling 2012/5 om en risikobaseret tilgang til håndtering af udledninger af produceret vand fra offshoreanlæg (OSPAR 20/12/1, bilag 14)
- OSPAR-afgørelse 98/3 om bortskaffelse af nedlagte offshoreanlæg

### 7.3 National lovgivning

#### Undergrundsloven

Formålet med lovbekendtgørelse nr. 1461 af 29/11/2023 om anvendelse af Danmarks undergrund er at sikre hensigtsmæssig brug og udnyttelse af den danske undergrund og dens naturressourcer. Dette omfatter brug af undergrunden til opbevaring, og loven implementerer en del af CCS-direktivet i en dansk kontekst. § 23 regulerer licenser til en nærmere afgrænset del af undergrunden, der giver tilladelsen eneret til efterforskning og anvendelse af undergrunden til opbevaring.

Bekendtgørelse nr. 845 af 26/06/2024 om geologisk lagring af CO<sub>2</sub> (CCS-bekendtgørelsen) indeholder nærmere bestemmelser om anvendelse, tilladelse, drift, inspektion og lukning af lagringslokaliteten. Bekendtgørelsen er baseret på undergrundsloven.

Bekendtgørelse nr. 846 af 26/06/2024 (Offshorehabitatbekendtgørelsen) foreskriver regler for beskyttelse af internationale naturbeskyttelsesområder og beskyttelse af visse arter i forbindelse ved videnskabelige undersøgelser, forundersøgelser, efterforskning og produktion af kulbrinter, underjordisk lagring, rørledninger mv. offshore.

#### Miljøvurderingsloven

Lovbekendtgørelse nr. 4 af 03/01/2023 sætter rammerne for, hvordan miljøvurderinger skal gennemføres i Danmark. Bekendtgørelsen omfatter miljøvurdering af planer og programmer samt miljøvurdering af konkrete projekter (VVM). Energistyrelsen er VVM-myndighed for projektet jf. loven. Bekendtgørelsen foreskriver, at VVM-myndigheden skal gennemføre en fælles procedure, hvis vurderinger efter mere end ét EU-direktiv er obligatoriske. Det kan f.eks. være direktivet om vurdering af virkninger på miljøet og habitatdirektivet.

#### Museumsloven

Lovbekendtgørelse nr. 358 af 08/04/2014 har til formål at sikre kultur- og naturarven i Danmark. I henhold til museumslovens § 29 g må der ikke foretages ændringer i tilstanden af fortidsminder på havbunden, hvis de befinder sig i territorialfarvande eller på kontinentalsoklen, dog højst 24 sømil fra de basislinjer, hvorfra bredden af de ydre territorialfarvande måles. Der må efter stk. 2 ikke foretages ændringer i tilstanden af skibsvrag eller skibsladninger, der må antages at være gået tabt for mere end 100 år siden, hvis de befinder sig i de i stk. 1 nævnte områder, i vandløb eller i søer.

#### Miljømålsloven

Lovbekendtgørelse nr. 692 af 26/05/2023 i lov om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelses-områder indeholder reglerne om planlægning og overvågning af de internationale naturbeskyttelses-områder. På den baggrund er der gennemført statslig og kommunal naturplanlægning, som har resulteret i naturplaner for Natura 2000-områder. I handlingsplanerne,

bestemmer myndighederne hvilke initiativer og foranstaltninger der planlægges gennemført for at sikre beskyttelsen af de udpegede områder.

### **Habitatbekendtgørelsen**

Bekendtgørelse nr. 1098 af 21/08/2023 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter bidrager til implementeringen af habitatdirektivet og fuglebeskyttelsesdirektivet i dansk lovgivning. Habitatbekendtgørelsen udpeger internationale naturbeskyttelsesområder og fastsætter regler for forvaltningen af disse områder. Naturbeskyttelsesområderne omfatter fuglebeskyttelsesområder, habitatområder og Ramsarområder. Fuglebeskyttelsesområderne og habitatområderne er en del af det europæiske Natura 2000-netværk.

### **Naturbeskyttelsesloven**

Naturbeskyttelseslovens lovbekendtgørelse nr. 927 af 28/06/2024 beskytter bl.a. naturen med dens bestand af vilde dyr og planter og deres levesteder samt landskabs-, kulturhistorie-, naturvidenskabelige og uddannelsesmæssige værdier.

### **Artsfredningsbekendtgørelsen**

Ifølge bekendtgørelse nr. 521 af 25/03/2021 om fredning af visse dyre- og plantearter og pleje af tilskadekommet vildt, artsfredningsbekendtgørelsen, må fredede dyr og planter ikke indsamles eller aflives, og planter må ikke fjernes fra det sted, hvor de vokser. Alle vilde pattedyr og fugle er fredede, medmindre der er givet tilladelse til at jage dem i jagtloven. I bekendtgørelsen er der fastsat jagttider for de arter, der må jages. De dyr, der ikke jages, er beskyttet. De fleste fuglearter er fredede, for eksempel alle rovfugle og småfugle samt de fleste vadefugle. Derudover er alle krybdyr og amfibier samt 13 arter af insekter fredet af særlig beskyttelse. Dette gælder også for nogle truede plantearter, for eksempel alle orkideer.

### **Vandplanloven**

Vandrammedirektivet er implementeret i Danmark ved lovbekendtgørelse nr. 126 af 26/01/2017 om vandplanlægning. Loven indeholder generelle bestemmelser om vanddistrikter, myndighedsbeføjelser, miljømål, planlægning og overvågning m.v.

I henhold til loven er der gennemført en statslig vandplanlægning, og der skal træffes beslutning om vandplanlægning for den tredje planlægningsperiode (2021-2027). Vandplanens indhold er beskrevet i vandområdeplanerne for hvert af Danmarks fire vandområdedistrikter. I det følgende beskrives to bekendtgørelser om miljømål og handlingsprogrammer med hjemmel i miljøbeskyttelsesloven.

### **Danske vandområdeplaner**

Vandrammedirektivet er implementeret i Danmark ved miljømålsloven og lov om vandplanlægning og nærmere beskrevet i de danske vandområdeplaner. Vandområdeplanerne er ikke bindende, men er et kommunikationsværktøj. Den bindende vandplan fremgår af bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster (nr. 819 af 15/06/2023) og af bekendtgørelse om vandområdedistrikter og hovedvandomlande (nr. 793 af 13/06/2023).

### **Bekendtgørelse om miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand**

Bekendtgørelse nr. 796 af 13/06/2023 om fastsættelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand fastsætter bl.a. regler om fastlæggelse af miljømål, herunder hvad der mere præcist forstås ved god overfladevandstilstand (god økologisk tilstand og god kemisk tilstand for overfladevand). Bekendtgørelsens bilag 2 indeholder miljøkvalitetskrav til overfladevand. Det gælder både nationalt fastsatte miljøkvalitetskrav til vand, sedimenter og biota og EU-fastsatte miljøkvalitetskrav.

### **Havstrategiloven**

Havstrategiloven, lovbekendtgørelse nr. 1161 af 25/11/2019, gennemfører væsentlige dele af EU's havstrategidirektiv. Midlerne til at nå dette mål er udarbejdelse og vedtagelse af strategier for havområderne. Havstrategierne indeholder grundlæggende analyser, en beskrivelse af, hvad god miljøtilstand indebærer og fastsættelse af miljømål, overvågnings- og handlingsprogrammer i henhold til kapitel 5 i havstrategiloven.

Havstrategiloven og Danmarks havstrategi gælder for de to danske havområder, Nordsøen, herunder Kattegat og Østersøen, som omfatter alle farvande, herunder havbunden og undergrunden, i det maritime territorium og i de eksklusive økonomiske zoner.

Havstrategiloven finder dog ikke anvendelse på indre og ydre territorialfarvande, der strækker sig 1 sømil uden for basislinjen, i det omfang vandet er omfattet af vandplanlægning efter vandplanloven og/eller indsatser omfattet af en vedtaget Natura 2000-plan efter miljømålsloven.

Det følger af havstrategilovens § 18, at statslige, regionale og kommunale myndigheder, når de udøver deres beføjelser i henhold til lovgivningen, er bundet af de miljømål og handlingsprogrammer, der er fastsat i havstrategi(erne) i henhold til lovens § 10-13. Det nuværende handlingsprogram, som også indeholder de fastsatte miljømål for de to havområder, er Danmarks Havstrategihandlingsprogram af 10. maj 2017.

### **Havmiljøloven**

Lov om beskyttelse af havmiljøet, lovbekendtgørelse nr. 147 af 19/02/2024, har til formål at beskytte natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag. Loven skal forebygge og begrænse forurening og andre påvirkninger af natur og miljø, herunder særligt havmiljøet. Dette gælder aktiviteter, der kan bringe menneskers sundhed i fare, skade natur- og kulturværdier, være til gene for den legitime brug af havet eller forringe rekreative værdier. Offshoreplatforme og offshore-rørledninger nævnes specifikt og reguleres med hensyn til potentiel forurening.

### **Beskyttelse af undersøiske kabler og undersøiske rørledninger**

Der vil være en beskyttelseszone på 200 meter på hver side af kabel- og/eller rørledningsruten, som forbyder opankring, udgravning, stenfiskeri og brug af bundtrawl. Den permanente beskyttelseszone etableres ved at markere søkablet eller rørledningen på søkortet. Beskyttelseszonen er oprettet i medfør af bekendtgørelse nr. 939 af 27. november 1992 om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger (kabelbekendtgørelsen), som dog ikke gælder inden for en havns søterritorium. Hovedformålet med beskyttelseszonen er at beskytte undersøisk kabel- eller rørledningsejers interesser. Undervandsarbejder eller -aktiviteter må ikke udføres inden for beskyttelseszonerne for undersøiske kabler eller rørledninger uden forudgående aftale med ejeren af søkablet eller rørledningen.

### **Miljøbeskyttelsesloven og godkendelsesordre**

Miljøbeskyttelsesloven, bekendtgørelse nr. 1093 af 11/10/2024, skal bidrage til at beskytte natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag med respekt for menneskers levevilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet. Loven skal forebygge og bekæmpe forurening, fastsætte regler af betydning for miljøet og for mennesker, begrænse brugen og spildet af ressourcer, fremme brugen af renere teknologi og fremme genanvendelse. Tre bekendtgørelser om spildevand, udledning af forurenende stoffer, luftkvalitet og affald med hjemmel i Miljøbeskyttelsesloven er beskrevet i følgende afsnit.

### **Luftkvalitetsbekendtgørelsen**

Bekendtgørelse nr. 1472 af 12/12/2017 om vurdering og styring af luftkvalitet kaldes i daglig tale luftkvalitetsbekendtgørelsen. Bekendtgørelsen indeholder mål, vurderingsmetoder mv. og omfatter stofferne svovldioxid (SO<sub>2</sub>), nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>), nitrogenoxider (NO<sub>x</sub>), partikler (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>), bly (Pb), ozon (O<sub>3</sub>), benzen, kulilte (CO), polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH), cadmium (Cd), arsen (As), nikkel (Ni) og kviksølv (Hg).

### **Råstofloven**

Bekendtgørelse af lov om råstoffer, lovbekendtgørelse nr. 1230 af 20/11/2024, har bl.a. til formål at sikre, at udnyttelsen af ressourceforekomsterne på land og hav sker som led i en bæredygtig udvikling, forsyning af råstoffer på lang sigt, og at naturlige råstoffer så vidt muligt erstattes af affaldsprodukter.

### **Særligt værdifulde og sårbare områder (norske SVO'er)**

Særligt værdifulde og sårbare områder (på norsk "Særlig Verdifulle og Sårbare Områder", SVO'er) er blevet identificeret i de norske forvaltningsplaner for Barentshavet, Norskehavet og Nordsøen og Skagerrak. SVO'er identificeres ud fra kriterier for biologisk produktivitet og mangfoldighed. SVO'er pålægger ikke direkte restriktioner for erhvervsaktivitet, men det er et mål med forvaltningsplanerne, at aktiviteter i SVO'er ikke må true den økologiske funktionalitet eller biodiversitet i områderne.

## **7.4 Afvikling**

Afviklingsforpligtelserne som led i dette projekt vurderes i kapitel 18. Nedenfor beskrives de vigtigste regler og retningslinjer til støtte for nedlukningsaktiviteter.

### **Lov om anvendelse af Danmarks undergrund**

Afvikling er reguleret gennem dansk lovgivning i undergrundsloven (lovbekendtgørelse nr. 1461 af 29/11/2023).

Ifølge undergrundsloven skal afviklingsplaner for offshore olie- og gasanlæg udarbejdes, forelægges og godkendes af Energistyrelsen, inden anlæggene kan fjernes. Energistyrelsen har udarbejdet en vejledning til disse afviklingsplaner "Vejledning om afviklingsplaner for offshore olie- og gasanlæg eller -anlæg" dateret august 2018. Retningslinjen forklarer de retlige rammer og det krævede indhold af planerne.

Desuden regulerer havmiljøloven (lovbekendtgørelse nr. 147 af 19/02/2024) udledninger m.v., se afsnit 7.3.

### **Konventionen om beskyttelse af havmiljøet i det nordøstlige Atlanterhav (OSPAR)**

Afvikling reguleres også gennem følgende internationale konventioner og erklæringer. Ud over den internationale konvention, der er beskrevet i de foregående, indeholder OSPAR-konventionerne yderligere detaljer om nedlukning.

OSPAR-kommissionens OSPAR-konvention (1992 og 1998), bilag III om forebyggelse og eliminering af forurening fra offshore-kilder, afgørelse 98/3 om bortskaffelse af nedlagte offshoreanlæg og henstilling 77/1 om bortskaffelse af rør, metalspånner og andet materiale fra offshore oliekulbrinteefterforskning og efterforsknings operationer. Med hensyn til nedlukning fremgår det af Esbjerg-erklæringen, at mere miljømæssigt acceptable og kontrollerbare landbaserede løsninger foretrækkes, og at nedlagte offshoreanlæg derfor enten skal genbruges eller deponeres på land.

OSPAR-kommissionen fastlægger rammerne for afvikling, herunder retningslinjer og procedurer. I henstilling 77/1 hedder det, at dumpning af stort affald såsom rør og containere er forbudt uden særlig tilladelse, undtagen rørledninger mellem felterne. Al dumpning eller efterladelse af hele eller delvise offshoreanlæg i Nordsøen er forbudt i henhold til beslutning 98/3. Denne forordning kan dog fraviges, hvis der er betydelige grunde til, at en alternativ bortskaffelse foretrækkes. Beslutning 98/3 omfatter ikke nedlukning af rørledninger.

## 8. VURDERINGSMETODE

Kapitlet beskriver den overordnede metode til kortlægning af eksisterende forhold og den vurderingsmetode, der anvendes til at analysere projektets miljøpåvirkninger. Metoden og omfanget af kortlægning og vurdering af de enkelte miljøpåvirkninger er detaljeret beskrevet under hver receptor, herunder hvordan kortlægning af eksisterende forhold er udført, om der er gennemført feltundersøgelser og hvordan data er indsamlet.

Beskrivelsen af hver receptor i miljøkonsekvensrapporten er systematisk struktureret med de samme overordnede overskrifter i hvert miljøkapitel, som findes i læsevejledningen i kapitel 2.

Processen med at vurdere virkningerne på miljømæssige og sociale receptorer er beskrevet i de følgende afsnit og kapitler. Vurdering af påvirkningen på indikatorer i henhold til Vandrammedirektivet (kapitel 0), Havstrategirammedirektivet (kapitel 15), Havplan (kapitel 16) og Natura 2000-områder (kapitel 17) følger en anden metode, der er defineret i de bestemmelser, som er relevante for emnet. Metoderne er beskrevet i de respektive kapitler.

### 8.1 Vurdering af den anvendte metode

Først beskrives de metoder, den viden og de data, der ligger til grund for vurderingen af miljøpåvirkningerne. Dernæst vurderes kvaliteten af de anvendte metoder, viden og data ud fra følgende skala. Afsnittene samles til en samlet vurdering af manglende viden i slutningen af rapporten (kapitel 23.1).

- Tilstrækkelig: Der er tilgængelige data, nogle feltforsøg og dokumenteret viden, som tillader holdbar vurdering af den miljømæssige påvirkning.
- Begrænset: Der er kun spredte data og dårligt dokumenteret viden, som kan påvirke kvaliteten af miljøvurderinger.

### 8.2 Vurdering af miljøpåvirkningen

En miljøkonsekvensvurdering skal beskrive og analysere de direkte påvirkninger og de indirekte, sekundære, kumulative, grænseoverskridende effekter, på kort, medium og lang sigt, permanente eller midlertidige positive eller negative virkninger af projektets forventede miljøvirkninger. Miljøvurderingsloven (se kapitel 7) beskriver det indhold, som miljøvurderingerne skal have, men specificerer ikke, hvilke metoder der skal anvendes til at gennemføre miljøvurderinger. Rambøll har derfor udviklet en metode til vurdering af et projekts miljøpåvirkning, som tager udgangspunkt i miljøvurderingsloven og dens begreber.

Metoden er baseret på en klassificering, der dels beskriver den berørte miljøreceptors generelle sårbarhed og karakteren af miljøpåvirkningerne. Målet er at foretage en sammenlignelig og gennemsigtig vurdering af påvirkningen på de enkelte miljøreceptorer, så vurderingerne fremstår ensartede og så klare som muligt på trods af forskellene i miljøpåvirkninger.

De enkelte miljøpåvirkninger forårsaget af projektet vurderes systematisk ud fra følgende kriterier, som danner grundlag for en samlet vurdering af konsekvenserne af miljøpåvirkningen. Påvirkninger omfatter både direkte og indirekte påvirkninger. Metoden kan ikke stå alene, da den ikke kan forudsige betydningen af en miljøpåvirkning. Derfor er hver vurdering også baseret på faglig viden og erfaring fra lignende projekter. Påvirkningerne vurderes med fokus på nedenstående forhold, som danner grundlag for en vurdering af den samlede konsekvens af miljøpåvirkningen:

- Miljøreceptorens sårbarhed
- Geografisk udbredelse af miljøpåvirkningen
- Intensitet af miljøpåvirkningen
- Varighed af miljøpåvirkningen

### 8.2.1 Sårbarhed af miljøreceptor

Indledningsvis beskrives sårbarheden af den pågældende receptor. Vurderingen af "sårbarhed" ser på receptorens følsomhed over for en given aktivitet eller påvirkning, og om påvirkningen er reversibel eller irreversibel og dermed i stand til at vende tilbage til sin oprindelige tilstand eller ej. Sårbarhed vurderes for den miljømæssige receptor, der potentielt kan blive påvirket i nedenstående kategorier. Hvor det er relevant, er den estimerede tid, for at en receptor vender tilbage til sin oprindelige stand, nævnt i sårbarhedsvurderingen.

Meget høj	En miljøreceptor, der er følsom over for en given påvirkning af relativt lav intensitet, hvilket resulterer i irreversible påvirkninger, hvor receptoren ikke kan gendannes til sin oprindelige tilstand.
Høj	En miljøreceptor, der er følsom over for en given påvirkning af relativt lav intensitet, men som er i stand til at blive genoprettet til sin oprindelige tilstand, og effekten er dermed reversibel.
Medium	En miljøreceptor, der kan modstå en given påvirkning af relativt høj intensitet uden, at det tager væsentligt skade, eller kan gendannes eller naturligt vende tilbage til dets oprindelige tilstand over tid eller kan erstattes. Effekten anses dermed reversibel.
Lav	En miljøreceptor, der er modstandsdygtig over for en given påvirkning af relativt høj intensitet, eller som naturligt og hurtigt vender tilbage til sin oprindelige tilstand, når aktiviteterne ophører. Effekten anses dermed reversibel.

### 8.2.2 Geografiske udbredelse af miljøpåvirkningen

Ved påvirkningens geografiske udbredelse forstås størrelsen af det geografiske område, som en miljøpåvirkning forventes at påvirke. Den geografiske udbredelse af påvirkningen vurderes ud fra følgende kategorier:

Global	Påvirkningen har en global effekt (f.eks. klimaeffekt).
National / international	Udbredelsen af påvirkningen omfatter et areal svarende til en større del af Danmark (både hav og land), der dækker mere end en radius på 50 km eller et tilsvarende større område, der også strækker sig ud over Danmarks grænser.
Regional	Udbredelsen af påvirkningen omfatter et område inden for en radius på 10-50 km fra projektet eller dets aktiviteter.
Lokal	Udbredelsen af påvirkningen omfatter et lokalområde inden for en radius af 1-10 km fra projektet eller dets aktiviteter.
Umiddelbar nærhed	Udbredelsen af påvirkningen er begrænset til et lille område inden for en radius på 0-1 km umiddelbart fra en bestemt aktivitet.

### 8.2.3 Intensitet af miljøpåvirkningen

"Intensiteten" henviser til den kraft, hvormed en miljøpåvirkning påvirker en miljøreceptor. Intensiteten vurderes ud fra følgende kategorier:

Meget høj	Påvirkningen er meget kraftig og kan f.eks. resultere i meget omfattende fysiske eller kemiske påvirkninger eller høj dødelighed.
Høj	En stærk påvirkning, der f.eks. kan resultere i betydelig fysisk eller kemisk påvirkning eller forårsage øget dødelighed.
Medium	Påvirkningerne kan forudses og ligger over detektionsgrænsen og kan føre til en påviselig midlertidig fysisk eller kemisk ændring af den pågældende ressource/receptor, men deres grundlæggende struktur/funktion bevares. Påvirkningen fører ikke til nogen permanent fysisk eller kemisk ændring i den pågældende resources/receptors strukturer eller funktioner eller til signifikant øget dødelighed.
Lav	Påvirkningskraften er lav, f.eks. resulterer i begrænset fysisk eller kemisk påvirkning af miljøet eller af den pågældende resources/receptors funktioner.
Ubetydelig	Påvirkningens kraft er i praksis irrelevant for omgivelserne.

### 8.2.4 Varighed af miljøpåvirkningen

Varigheden af påvirkningen forstås som hvor længe projektets påvirkning på en miljøreceptor strækker sig over. F.eks. selvom anlægsaktiviteterne er af kort varighed, kan påvirkningerne være langsigtede, hvis genopretningstiden for den givne miljøreceptor er lang. Varigheden kan også afhænge af, hvor ofte der er en påvirkning, f.eks. påvirkningens hyppighed. Hyppighed refererer til hvor ofte en frekvens forekommer. Lav hyppighed beskriver en påvirkning, der forekommer én eller meget få gange. Høj hyppighed beskriver en påvirkning, der opstår mange gange i løbet af projektets anlægs- og/eller driftsfase. I vurderingen er angivet, hvor mange gange en påvirkning forventes at forekomme. Hvis en aktivitet forårsager en kortsigtet påvirkning, men aktiviteten udføres hyppigt over en lang periode, kan den samlede påvirkning være langsigtet. Varigheden af indvirkningen vurderes ud fra følgende kategorier:

Permanent	Påvirkningen har en høj frekvens og varer gennem hele projektets driftsfase eller mere end fem år.
Lang	Påvirkningen har en høj til medium frekvens og vil forekomme i et år til 5 år.
Medium	Påvirkningen har en medium til lav frekvens og vil forekomme i en måned (31 dage) til mindre end et år.
Kort	Påvirkningen har en lav frekvens og vil kun forekomme i forbindelse med begrænset og kortvarig aktivitet i syv dage til flere uger (op til 30 dage).
Meget kort	Påvirkningen har en meget lav frekvens og vil kun forekomme i forbindelse med begrænset og kortvarig aktivitet i timer op til mindre end en uge (6 dage).

På dette stadie vurderes det også, når det er relevant, om påvirkningen er reversibel eller vedvarende, f.eks. om miljøreceptoren kan vende tilbage til sin oprindelige tilstand efter en påvirkning, f.eks. kan resuspension af sediment påvirke bundfaunaen i en periode, men dyrene vil grave sig ud, have midlertidigt nedsat fitness, eller området genkoloniseres fra nærliggende populationer. Vedvarende påvirkning kan være permanente strukturer eller udgravningsaktiviteter, der ændrer bathymetri permanent i et omfang, hvor habitatet ændres (tab af lys til bunden eller ændringer i substrat, saltholdighed eller ilt).

### 8.2.5 Samlet konsekvens af miljøpåvirkningen

Konsekvenserne af miljøpåvirkningen vurderes som miljøpåvirkningens samlede effekt på miljøreceptoren ud fra kriterierne sårbarhed, geografisk udbredelse og intensitet og varighed. Derudover er sandsynlighed implicit indarbejdet i den overordnede vurdering af konsekvenserne for receptorer (kapitel 11 og 12). Påvirkninger, som vurderes som betydelige, vil sandsynligvis også forekomme, deraf høj sandsynlighed. Sandsynlighed er videre vurderet under hændelser i forhold til risikovurderingen (kapitel 13). Vurderingen af konsekvensen er en samlet faglig vurdering og dermed ikke en matematisk sum af de nævnte kriterier.

Ved vurderingen af konsekvensen sammenlignes miljøpåvirkningerne med 0-scenariet, som beskrives i forhold til eksisterende forhold uden påvirkning. Det eksisterende miljøes sårbarhed har derfor stor indflydelse på konsekvenserne af virkningerne.

En miljøpåvirkning kan være både positiv og negativ. Begge typer af effekter er relevante efter miljøvurderingsloven.

Konsekvensen af en negativ miljøpåvirkning vurderes som:

Signifikant	Miljøreceptorer, der påvirkes i væsentlig grad, har høj eller medium sårbarhed. I så fald vil virkningen typisk være omfattende og/eller af langvarig eller permanent karakter, og som kan forårsage uoprettelig skade i betydeligt omfang.
Moderat	Miljøreceptorer, der påvirkes i moderat grad, har høj eller medium sårbarhed. Der opstår påvirkninger, som typisk har enten et relativt stort omfang eller en langvarig karakter, og som kan forårsage visse irreversible som ikke kun er helt lokale skader.
Begrænset	Miljøreceptorer, der påvirkes i begrænset omfang, har typisk en lav sårbarhed. Miljøpåvirkningerne kan have et vist omfang eller kompleksitet, en vis varighed ud over meget kortvarige virkninger, men vil med stor sandsynlighed ikke forårsage uoprettelig skade. Miljøemner med middel eller høj sårbarhed kan også blive påvirket i begrænset omfang, forudsat at miljøpåvirkningen er af lav intensitet, kort varighed og lokal udbredelse.
Ingen ubetydelig /	Der er mindre påvirkninger, der er lokalt begrænsede, ukomplicerede, kortsigtede eller uden langsigtede virkninger og helt uden vedvarende virkninger. Eller der sker ingen påvirkning.

Positive påvirkninger, der har en gavnlig påvirkning på den pågældende miljøreceptor vurderes ud fra en enklere skala bestående af to trin; ubetydelig, som omfatter en ubetydelig til moderat positiv påvirkning eller signifikant, som omfatter en betydelig positiv påvirkning.

I det sammenfattende afsnit efter gennemgangen i hvert kapitel beskrives miljøpåvirkningerne i en tabel, der viser vurderingerne af sårbarhed, geografisk udbredelse, intensitet, varighed og samlet konsekvens for hver af de identificerede miljøpåvirkninger i anlægsfasen, driftsfasen og eventuelt afvikling. Kun de væsentligste miljøpåvirkninger vil blive præsenteret i oversigtstabellen.

Skemaet beskriver både positive og negative miljøpåvirkninger:

- Positive konsekvenser fremhæves altid med teksten (+) efter den relevante konsekvens.
- En væsentlig positiv konsekvens er også markeret med en grøn farve.
- Væsentlige negative konsekvenser er markeret med rødt, mens en moderat negativ konsekvens er markeret med gult.
- Der er ingen farvemarkering, hvis konsekvensen er begrænset, ubetydelig, eller hvis der ikke er nogen konsekvens.

Brugen af farverne giver et visuelt overblik over de væsentlige påvirkninger, og de bidrager dermed til at skabe fokus på de valg, som beslutningstagerne skal træffe. Vurderingsskemaer for flere alternativer eller steder kan eventuelt indsættes, hvis det er relevant. Et eksempel på et vurderingsskema findes i Tabel 8-1.

**Tabel 8-1 Eksempel på en konsekvensanalyseformular, \* = foreslåede afværgetiltag.**

Miljøpåvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Virkning 1	Lav	Lokal	Medium	Permanent	Moderat*
Virkning 2	Medium	Regional	Høj	Medium/Lang	Signifikant (+)
Virkning 3	Høj	Regional	Høj	Kort	Signifikant
<b>Driftsfasen</b>					
Virkning 4	Medium	Regional	Høj	Medium/Lang	Signifikant
Virkning 5	Lav	Lokal	Medium	Kort	Begrænset ubetydelig /

Det angives med \*, når der er foreslået afværgetiltag, der minimerer den vurderede konsekvens med mindst ét niveau i ovenstående vurderingshierarki.

I miljøkonsekvensrapportens sammenfattende kapitel er alle vurderingsskemaer samlet i ét skema for at skabe et samlet overblik over projektets samlede miljøkonsekvenser (se kapitel 23.1).

### 8.3 Miljøhensyn og afværgetiltag (Minimering og vurdering af miljøpåvirkninger)

I projektet anvendes to typer forebyggende foranstaltninger til at mindske miljøpåvirkninger:

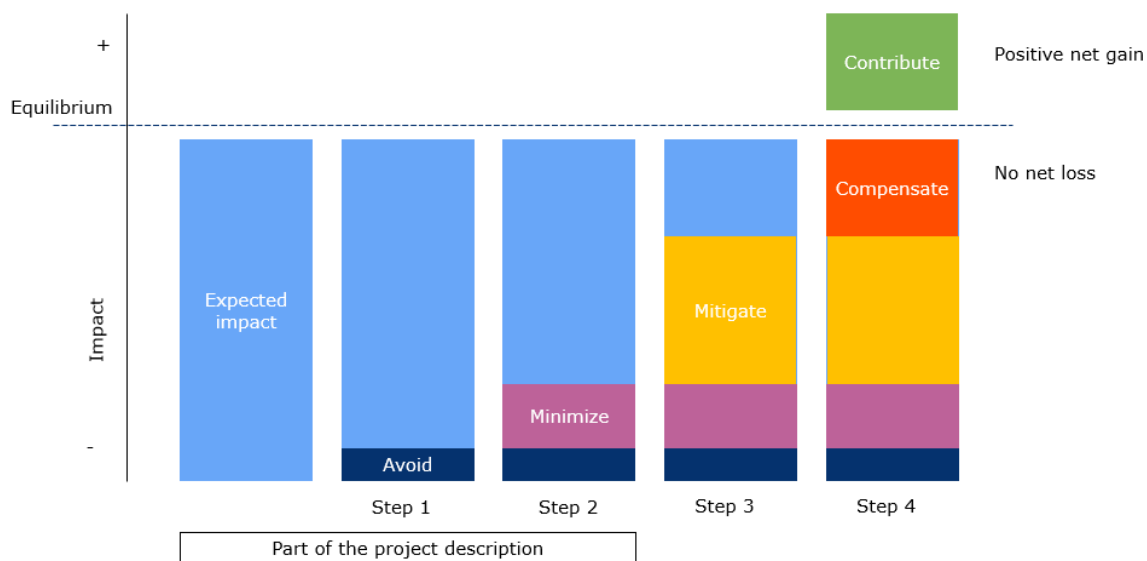
#### Miljøhensyn, der er en del af projektet

I forbindelse med projektbeskrivelsen beskrives de miljøhensyn, som bygherren har gjort sig gennem hele projektet, og som er en forudsætning for projektets realisering. Dette omfatter også standardprocedurer og betingelser, der gælder fra myndighederne for den type projekt, der vurderes, f.eks. brug af softstart-procedurer under seismiske undersøgelser.

#### Afværgetiltag

For de miljøpåvirkninger, der vurderes at have en betydelig indvirkning, bør afværgetiltag overvejes.

Tiltag for at undgå påvirkninger, der kan opstå i projektets forskellige faser, kan gøres på flere forskellige måder og er baseret på det, der kaldes afværgehierarkiet. Dette er illustreret i Figur 8-1.



**Figur 8-1 Illustration af afværgehierarkiet og de fire trin af tiltag, der kan bruges i et projekt til at reducere den forventede påvirkning. Hvis alle påvirkninger kan undgås, vil der ikke være noget tab i forbindelse med projektet og dermed opnås ligevægt (se figuren). Det kan også være muligt at indarbejde afværgetiltag, der bidrager positivt til et projekt.**

#### *Afværgetiltag, der ikke er en del af projektbeskrivelsen*

I forbindelse med vurderingen af de enkelte påvirkninger vurderes miljøkonsekvensen før og efter, at de relevante afværgetiltag er gennemført. Derfor er der indsat et afsnit i slutningen af hvert kapitel som beskriver de afværgetiltag, der er gennemført med relevans for den enkelte miljøreceptor.

#### *Tiltag, der foreslås i projektbeskrivelsen for at minimere påvirkningen*

De miljøhensyn, der allerede er indarbejdet i projektet (trin 1 og 2 i Figur 8-1) findes i kapitel 5. En påvirkning vurderes kun, hvis disse miljøhensyn allerede er inddraget, da de er en forudsætning for projektets gennemførelse, eller hvis de betragtes som standardprocedurer, som projektet er forpligtet til at følge.

I forbindelse med vurderingen af de enkelte påvirkninger vurderes miljøkonsekvensen før og efter, hvis der er gennemført yderligere relevante afværgetiltag, hvis disse ikke allerede er en del af projektet.

I det samlede vurderingsskema omfatter vurderingen for hver receptor miljøhensyn og afværgetiltag. Vurderingen efter gennemførelsen af afværgetiltag fremgår af afsnittet om afværgetiltag.

## 9. AFGRÆNSNING AF MILJØKONSEKVENSVURDERING

Dette kapitel beskriver de receptorer, der er anført i miljøvurderingsloven (lovbekendtgørelse nr. 4 af 03/01/2023), som kan forventes potentielt at blive væsentligt påvirket af projektet, herunder befolkningen, menneskers sundhed, biodiversitet (f.eks. fauna og flora), luft og klima (f.eks. drivhusgasemissioner, tilpasningsrelevante påvirkninger), materielle goder, kulturarv, herunder de arkitektoniske og arkæologiske aspekter, landskabs- og havplanlægning (f.eks. inddragelse af områder). Påvirkningsmekanismen og relevante receptorer er beskrevet nedenfor for både planlagte aktiviteter og utilsigtede hændelser. Receptorer, der vurderes ikke at blive påvirket eller hvor det er meget usandsynligt, medtages ikke i vurderingen. Disse beskrives i det følgende. Kapitlet beskriver også, hvordan kumulative effekter fra andre planer og projekter indgår i vurderingen, og hvilke planer og projekter, der kan påvirke de samme receptorer som *Projekt Greensand Future*.

### 9.1 Påvirkningsmekanismer og relevante receptorer – Planlagte aktiviteter

#### 9.1.1 Potentielle påvirkningsmekanismer

I det følgende beskrives de forskellige påvirkningsmekanismer, der er forbundet med aktiviteterne i dette projekt (kapitel 5), i forhold til, hvilken fase de forventes at indtræffe. Dekommissionering beskrives og vurderes særskilt i kapitel 18.

Potentielle påvirkninger omfatter:

- Undervandsstøj
- Forstyrrelser fra fartøjer
- Arealinddragelse
- Fysisk forstyrrelse af havbunden
- Kemiske udledninger
- Fast affald (kun onshore – dekommissionering)
- Emissioner
- Lys
- Ressourceforbrug
- Sikkerhedszoner

#### Undervandsstøj

Der er flere støjklender fra de planlagte aktiviteter, og potentielle påvirkninger kan påvirke den marine fauna. Hørelse er den primære sans for mange havpattedyr til at opdage bytte, rovdyr, kommunikation og navigation, og undervandsstøj kan derfor forårsage alvorlige konsekvenser for havpattedyr, da det potentielt hæmmer evnen til at udføre disse vitale handlinger. Antropogen støjeksponering er opdelt i to specifikke kategorier, impulsstøj eller kontinuerlig støj (se afsnit 11.8.3). CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander) udsender støj ved en frekvens på 500 kHz, hvilket ikke kan registreres af fisk eller havpattedyr, og derfor vil det ikke blive yderligere vurderet i denne VVM.

#### Anlægsfasen

Det forventes, at der vil blive genereret undervandsstøj fra fartøjer, dykker- og ROV-operationer under installationen af offloadingsystemet.

#### Driftsfasen

I driftsfasen genereres undervandsstøj fra fartøjer (primært CO<sub>2</sub>-fartøjet), ROV-operationer og seismisk undersøgelse af reservoirerne. ROV-operationer forekommer under vedligeholdelse af offloadingsystemet, inspektion af undervandsstrukturen, vedligeholdelse/indsamling af OBS'er og validering af CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander).

#### **Forstyrrelser fra fartøjer**

##### Anlægsfasen

Fartøjer, der er nødvendige i forbindelse med installationsaktiviteter i anlægsfasen, forventes at skabe forstyrrelser.

##### Driftsfasen

I driftsfasen forventes det, at fartøjet, der bruges til CO<sub>2</sub>-transport til Nini A-plattformen, supportfartøjer til ROV-operationer og fartøjet til seismiske undersøgelser vil forårsage forstyrrelser.

#### **Arealinddragelse**

##### Anlægsfasen

Arealinddragelse refererer til det område, der optages enten på havbunden eller i hele vandsøjlen af enhver fysisk struktur, der er nødvendig for at realisere projektet. Installation af offloadingsystemet, ankre, rørledning, rørledningsbeskyttelse samt CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet, der er forbundet til en ankerblok og en navigationsbøje, resulterer alle i nye strukturer, der optager plads på havbunden.

##### Driftsfasen

Offloadingsystemet: ankre, rørledning og betonmadrasser til beskyttelse af rørledninger samt CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet forbundet til en ankerblok og en navigationsbøje. Disse omfatter alle permanente strukturer på havbunden, som er til stede i hele driftsfasen. Dette resulterer i et samlet fodaftryk på ca. 850 m<sup>2</sup>.

#### **Fysisk forstyrrelse af havbunden**

##### Anlægsfasen

Installation af offloadingsystemet kan forårsage fysisk forstyrrelse af havbunden og dermed føre til resuspension eller ophvirvling af sediment. Resuspension af sediment som følge af rørlægning, placering af betonmadrasser og ankre til offloadingsystemet forventes at forårsage relativt lav resuspension af sedimentet.

#### **Kemiske udledninger**

##### Anlægsfasen

I anlægsfasen fyldes offloadingsystemet med havvand og tilsættes fluorescerende og korrosionshæmmende kemikalier i forbindelse med den hydrostatiske test af systemet. Begge kemikalier er klassificeret som gule i henhold til Miljøstyrelsens farvekodning, og mængden af kemikalier er i alt 11 kg. De gule kemikalier er stoffer, der udviser en vis grad af miljøfare. Da udledningsmængderne imidlertid er meget lave, er det ikke relevant at beregne en miljøkonsekvensfaktor for hver af kemikalierne.

##### Driftsfasen

Ingen aktiviteter i driftsfasen forventes at forårsage kemisk udledning.

### **Fast affald (kun onshore – dekommissionering)**

Fast affald under anlægs- og driftsfasen er blevet afgrænset, se afsnit 9.1.3. Fast affald relateret til dekommissionering af Nini A-strukturerne vurderes i kapitel 18. Afvikling af Nini A-plattformen, offloadingsystemet, rørledning og brønde vil have en begrænset miljøpåvirkning, se kapitel 18.

### **Emissioner**

#### Anlægsfasen

Der forventes emissioner fra alle aktiviteter i anlægsfasen. Emissionerne skyldes primært brugen af fossile brændstoffer til transport af personale, maskiner og materialer til Nini A-plattformen, herunder installation af offloadingsystemet og wireline arbejde i brønden. Der forventes ikke emissioner fra flaring. Andre aktiviteter, der kræver brug af fossile brændstoffer, omfatter helikopter- og båd bemanning til vedligeholdelse og overvågning af konstruktionen samt fartøjer, der er nødvendige til overvågningsformål. Yderligere emissioner vil blive genereret af fartøj under installationen af CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet og udlægning af OBS'er til seismicitet baseline overvågning.

#### Driftsfasen

Brændstofforbrugende aktiviteter i driftsfasen omfatter helikoptertransport og båd bemanning samt fartøjer, der bruges til transport af CO<sub>2</sub> til Nini A-plattformen, seismiske undersøgelser, placering af OBS'er til seismiske undersøgelser samt vedligeholdelses- og inspektionsoperationer.

### **Lys**

#### Anlægsfasen

Sikkerhedslys er til stede på ubemandede platforme som Nini A for at forhindre kollision med den eksisterende skibs- og flytrafik i området. Desuden er fartøjer, der er nødvendige i anlægningsaktiviteterne, udstyret med navigationslys og lys på dækket, som ligeledes er kilder til kunstigt lys, der potentielt kan påvirke miljøet.

#### Driftsfasen

Under drift vil lysemissioner være begrænset til sikkerhedslys på Nini A-plattformen og navigationslys og lys på dækket på fartøjer, der er nødvendige i den daglige drift, hovedsageligt det fartøj, der transporterer CO<sub>2</sub>, men også det fartøj, der udfører de seismiske undersøgelser og vedligeholdelsesoperationer.

### **Ressourceforbrug**

Ressourceforbruget er beskrevet i kapitel 5 og er delvis afgrænset, se afsnit 9.1.3. Den eneste påvirkning, der vurderes fra ressourceforbruget, er den afledte påvirkning på emissionerne (se ovenfor). De potentielle påvirkninger på klimagasemissioner fra ressourceforbruget vurderes i afsnit 11.1.

### **Sikkerhedszoner**

#### Anlægsfasen

Der befinder sig en sikkerhedszone på 500 m omkring Nini A-plattformen, hvor uautoriserede fartøjer ikke er tilladte. Der vil også være en sikkerhedszone på 200 m langs hver side af rørledningen, hvor der ikke er tilladt forankring eller trawling. Derudover vil der blive etableret et restriktionspunkt omkring CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet, som vil blive markeret med en navigationsbøje. Det er ikke en restriktionszone som sådan, men en markering, som beskytter CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet mod aktiviteter såsom forankring og trawling.

Driftsfasen

Fartøjet til CO<sub>2</sub>-transport vil operere inden for sikkerhedsudelukkelseszonen (restriktionszonen) på 500 m omkring Nini A-plattformen. Restriktionspunktet for CO<sub>2</sub>-lægemonitoreringssystemet forbliver i driftsfasen.

En oversigt over de planlagte aktiviteter og deres potentielle påvirkningsmekanismer findes i Tabel 9-1.

**Tabel 9-1 Planlagte aktiviteter og potentielle påvirkningsmekanismer for Projekt Greensand Future. "X" markerer relevansen for konsekvensanalysen.**

Fase	Potentielle påvirkninger	Eftermontering af udstyr på topside	Offloading system	Helikopter transport og båd bemanning	Seismisk og seismicitet overvågning	Overvågning af CO <sub>2</sub> -lækage	Transport af CO <sub>2</sub> /andre fartøjer	Fjernelse af strukturer
Anlæg	Undervandsstøj		X		X		X	
	Forstyrrelser fra fartøjer		X		X		X	
	Arealinddragelse		X					
	Fysisk forstyrrelse af havbunden		X					
	Udledning af kemikalier		X					
	Fast affald	X	X					
	Emissioner	X	X	X	X		X	
	Lys	X	X		X		X	
	Ressourceforbrug	X	X	X	X		X	
	Sikkerhedszoner	X	X					
Drift	Undervandsstøj		X		X		X	
	Forstyrrelser fra fartøjer		X		X	X	X	
	Arealinddragelse		X			X		
	Emissioner			X	X		X	
	Lys	X	X		X	X	X	
	Ressourceforbrug			X	X		X	
	Sikkerhedszoner	X	X					
Dekommissionering	Undervandsstøj						X	X
	Forstyrrelser fra fartøjer						X	X
	Fysisk forstyrrelse af havbunden							X
	Emissioner						X	X
	Fast affald							X

### 9.1.2 Relevante receptorer (miljømæssige og sociale)

De relevante receptorer er vurderet ud fra projektbeskrivelsen (kapitel 5) og de potentielle påvirkningsmekanismer (afsnit 9.1). De receptorer, der er relevante for konsekvensanalysen, er sammenfattet i Tabel 9-2.

**Tabel 9-2 Potentielle påvirkningsmekanismer og relevante miljømæssige og sociale receptorer og direktiver fra Projekt Greensand Future. "X" markerer relevansen for konsekvensanalysen.**

	Potentiel påvirkning på miljømæssig/social receptor	Undervandsstøj	Forstyrrelser fra fartøjer	Arealinddragelse	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Kemiske udledninger	Emissioner	Lys	Ressourceforbrug	Sikkerhedszoner
Miljømæssige receptorer	Klima- og luftkvalitet						X		X	
	Hydrografi			X						
	Vandkvalitet					X				
	Sedimentforhold			X	X					
	Plankton					X				
	Bentisk fauna			X	X	X				
	Fisk	X		X	X			X		
	Havpattedyr	X	X					X		
	Havfugle		X					X		
	Bilag IV-arter	X	X					X		
	Beskyttede områder	X								
Social Recep.	Materielle goder									X
	Kulturarv			X	X					
	Fiskeri									X
Relevante direktiver	Vandrammedirektivet					X				
	Havstrategirammedirektivet	X	X	X	X			X		
	Havplan									X
	Natura 2000	X	X					X		

### 9.1.3 Afgrænsede emner

Nogle miljømæssige receptorer er blevet afgrænset, da der ikke forventes nogen påvirkning, eller sandsynligheden for en påvirkning er meget lav. Følgende receptorer er blevet afgrænset:

- **Geologi:** Da eksisterende brøndinfrastruktur anvendes, forventes der ingen påvirkning på geologien fra denne aktivitet. Andre påvirkningsmekanismer afledt af aktiviteter i dette projekt vurderes ikke at have nogen effekt på geologien. Af disse grunde behandles geologien ikke yderligere.
- **Arealanvendelse og overfladevand:** Omfanget af denne VVM er transport af CO<sub>2</sub> fra havnesiden til den eksisterende offshore olie- og gasplatform Nini A. Aktiviteter på land, som potentielt kan påvirke arealanvendelse og overfladevand, er ikke en del af denne VVM. Disse emner behandles derfor ikke yderligere.

- **Grundvand og drikkevand:** Omfanget af denne VVM er transport af CO<sub>2</sub> fra havnesiden til den eksisterende offshore olie- og gasplatform Nini A. Aktiviteter på land, som potentielt kan påvirke grundvand og drikkevand, er ikke en del af denne VVM. Påvirkninger fra aktiviteter i dette projekt forventes ikke at have nogen indflydelse på grundvand eller drikkevand, og disse emner er derfor ikke behandlet yderligere.
- **Landskab:** Omfanget af denne VVM er transport af CO<sub>2</sub> fra havnesiden til den eksisterende offshore olie- og gasplatform Nini A. Aktiviteter på land, som potentielt kan påvirke landskabelige værdier, er derfor ikke en del af denne VVM. Påvirkninger fra aktiviteter i dette projekt forventes ikke at have nogen indflydelse på landskabelige værdier, og emnet behandles derfor ikke yderligere.
- **Ressourcer og fast affald:** Påvirkningen i forbindelse med indvinding af naturressourcer er ikke medtaget, men potentielle påvirkninger på emissioner (klima) i forbindelse med materialeanvendelse vurderes. Da dette projekt ikke involverer indvinding af naturressourcer, forventes der ingen påvirkning på ressourcerne. Alt affald, der genereres i dette projekt, transporteres til land, hvor det genanvendes, forbrændes eller deponeres i overensstemmelse med gældende lovgivning. Da projektet planlægger at bruge eksisterende olie- og gasinfrastruktur til CO<sub>2</sub>-injektion, er projektet desuden i overensstemmelse med genanvendelsesmålene i EU's affaldsrammedirektiv (2008/98/EF af 19/11/2008). På denne baggrund forventes aktiviteterne i dette projekt ikke at have nogen indflydelse på ressourcerne, mens der ikke forventes nogen påvirkning fra affald. Fast affald fra dekommissionering er imidlertid beskrevet i kapitel 18. Disse emner er derfor delvist omfattet af denne VVM og behandles kun som en del af de potentielle påvirkninger på klimagasemissioner direkte fra brændselsforbrug og indirekte fra materialeanvendelse og affald, der er omfattet som led i dekommissioneringsaktiviteter.
- **Andre udledninger:** Andre udledninger involverer hovedsagelig flydende spildevand, der genereres af de fartøjer, der anvendes under konstruktion og drift. Alle fartøjer forventes at overholde MARPOL-reglerne. Der forventes således ingen urensset udledning inden for vandrammedirektivets jurisdiktionsgrænser. Da der desuden kun forventes behandlet udledning inden for 12 nm-grænsen, forventes koncentrationer af metaller og organiske forurenende stoffer på et niveau, der ikke overstiger de nationale kvalitetsstandards.
- **Menneskers sundhed og rekreation:** Omfanget af denne VVM er transport af CO<sub>2</sub> fra havnesiden til den eksisterende offshore olie- og gasplatform Nini A. Selvom skibene, herunder CO<sub>2</sub>-transportskibet, skal sejle ud fra Esbjerg havn, forventes den øgede skibstrafik og de dermed forbundne emissioner i forhold til den eksisterende trafik i de fleste industrihavne ikke at påvirke menneskers sundhed. Desuden er enhver maritim rekreativ anvendelse af industrihavne eller offshoreområder i Nordsøen, hvor projektområdet ligger, meget begrænset. På denne baggrund forventes der ingen påvirkning fra dette projekt på menneskers sundhed og rekreation, og emnet behandles ikke yderligere.
- **Fysisk forstyrrelse af havbunden,** Især relateret til resuspension af sedimenter, er blevet afgrænset fra vandkvalitet og plankton. Resuspension af sediment kan føre til mobilisering af sedimentforurenende stoffer, der kan frigives til vandsøjlen og dermed påvirke vandkvaliteten. Som vurderet i de følgende afsnit, afsnit 11.4.3 og 11.6.3 er de potentielle påvirkninger af fysiske forstyrrelser begrænsede, da der forventes meget lidt ophvirvling af sediment ved at placere strukturer på havbunden. Graveaktiviteter vil ikke finde sted eller andre aktiviteter, hvilket kan føre til større mængder af ophvirvling og derved mobilisering af forurenende stoffer i vandsøjlen. Aktiviteterne i anlægsfasen forventes ikke at føre til resuspension af sediment i hele vandsøjlen. Desuden viste baselineundersøgelsesrapporten, at de øverste 30 centimeter af sedimentet var godt iltet i projektområdet (DHI and Rambøll, 2023a). Da rørledningen vil blive lagt ud på havbunden, forventes der ingen eksponering af iltfattigt sediment, der kan føre til mobilisering af forurenende stoffer fra sedimentet. Baseret på dette vurderes påvirkningen af

remobilisering og spredning af forurenende stoffer på vandkvaliteten eller plankton fra fysisk forstyrrelse af havbunden ikke yderligere for disse receptorer.

- **Fysisk forstyrrelse af havbunden** ved udsætning af OBS'er og eventuel udsætning af OBN'er ved nedsækning fra skib, og fra opsamling af disse med ROV-operationer. Endvidere er der aktiviteter når ROV bruges som et sekundært bobleopsporingstiltag. Aktiviteterne forventes potentielt kun at medføre en meget lille ophvirvling af sediment inden for få meter fra aktiviteten. Da havbunden er homogen og har en stor udstrækning, er dette scopet ud af VVM'en da denne mindre ophvirvling af sediment, vurderes at få ubetydelige konsekvenser. Desuden er CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet og den tilhørende ankerblok scopet ud i forhold til mulig fysisk forstyrrelse af havbunden, fordi det igen kun potentielt vil forårsage en mindre resuspension af sediment. Den potentielle ophvirvling af sediment fra denne aktivitet vil være meget lille og betydelig mindre end ophvirvling fra installationen af offloadingsystemet.
- **Undervandsstøj** fra brug af ROV som det sekundære bobleopsporingstiltag. Lejlighedsvis og i forbindelse med andre ROV-aktiviteter i Nini-området, vil en ROV blive indsat for at fotografere havbunden nær landeren som en metode til validering af landeren og som et sekundær bobleopsporingstiltag. Aktiviteten fortsætter, indtil landeren har bevist at den er driftssikker. Aktiviteten vil kræve ca. 3 timer ROV aktivitet årligt og vil blive kombineret med anden ROV-aktivitet. Da slow start vil blive implementeret for enhver ROV-aktivitet, er de yderligere 3 timer scopet ud som en separat aktivitet og vurderes dækket af de øvrige ROV-aktiviteter.
- **Fysisk fodaftryk** fra OBS'er og den eventuelle udsætning af OBN'er. OBN'erne vil blive brugt ved 2D seismiske undersøgelser og valgfrie (tillægs) spotseismiske undersøgelser. OBN'er vil blive placeret midlertidigt på havbunden under seismisk undersøgelser og hentet efterfølgende. OBS'er placeres på havbunden i et år under baseline undersøgelsen (dækket af separat tilladelse), og OBS'er vil blive placeret igen i driftsfasen for kontinuerligt at overvåge seismicitet. Aftrykket fra OBN'er er meget lille (ca. 50 cm i diameter) og OBS'en optager ca. 0,5 m<sup>2</sup>. Både OBN'er og OBS'er vil blive spredt over et homogent og stort område. På grund af ovenstående er OBN'ernes og OBS'ernes fysiske fodaftryk scopet ud af denne VVM.

## 9.2 Påvirkningsmekanismer og relevante receptorer – utilsigtede hændelser

### 9.2.1 Potentielle påvirkningsmekanismer

Omfanget af potentielle påvirkningsmekanismer fra utilsigtede hændelser eller utilsigtede hændelser er baseret på den risikovurdering, der blev udarbejdet som led i denne VVM. Potentielle påvirkninger af utilsigtede hændelser forventes i drifts- og dekommissioneringsfasen og er begrænset til:

- CO<sub>2</sub>-lækage
- CO<sub>2</sub>-blowout
- Olieudslip fra blowout
- Lækage fra reservoiret og fra skibe

Udsivning af CO<sub>2</sub> fra reservoiret og fra skibe er omfattet af risikovurdering og hører under en anden lovgivning om arbejdsforhold, der er omfattet af arbejdsmiljøloven (lov nr. 2062 af 16/11/2021), og behandles derfor særskilt fra denne VVM. Af denne grund behandles disse emner ikke i det følgende. Skibskollisioner vurderes som en risiko for materielle goder og skibstrafik og beskrives i kapitel 12 og 13. En oversigt over de miljømæssige receptorer, der kan blive påvirket af de beskrevne utilsigtede hændelser, er vist i 13.

**Tabel 9-3 Relevante miljøreceptorer til vurdering af utilsigtede hændelser eller utilsigtede hændelser for Projekt Greensand Future. "X" markerer relevansen for konsekvensanalysen.**

	Potentielle påvirkninger på miljømæssig/social receptor	CO <sub>2</sub> -lækage	CO <sub>2</sub> -blowout	Olieudslip fra blowout
Miljømæssige receptorer	Klima- og luftkvalitet		X	X
	Vandkvalitet		X	X
	Sedimentforhold	X		X
	Plankton			X
	Bentisk fauna	X		X
	Fisk			X
	Havpattedyr			X
	Havfugle			X
	Bilag IV-arter			X
	Natura 2000-områder			X
	Beskyttede områder			X
	Vandrammedirektivet			X
	Havstrategirammedirektivet			X

### 9.3 Kumulative påvirkninger fra andre projekter eller planer

Påvirkninger fra andre projekter eller planer kan forårsage kumulative effekter sammen med påvirkninger fra *Projekt Greensand Future*. Baseline overvågning (seismicitet og CO<sub>2</sub> lækage) udføres før den første CO<sub>2</sub>-injektion. Aktiviteterne er omfattet af en særskilt ansøgning/tilladelse og vil føre til et overlap med aktiviteterne i anlægsfasen. Da indsamlingen af OBS'en fra baseline kun varer 3 dage og falder sammen med installation til den kontinuerlige overvågning i driftsfasen, er den samtidige påvirkning ubetydelig. Påvirkningen er begrænset til fartøjsaktivitet.

I kapitel 21 er de kumulative effekter gennemgået yderligere, herunder i forhold eksisterende projekter og planer, samt for fremtidige projekter og planer, der enten er ansøgt om eller er godkendt, og som potentielt kan få kumulative påvirkninger med det aktuelle projekt.

## 10. EKSISTERENDE FORHOLD

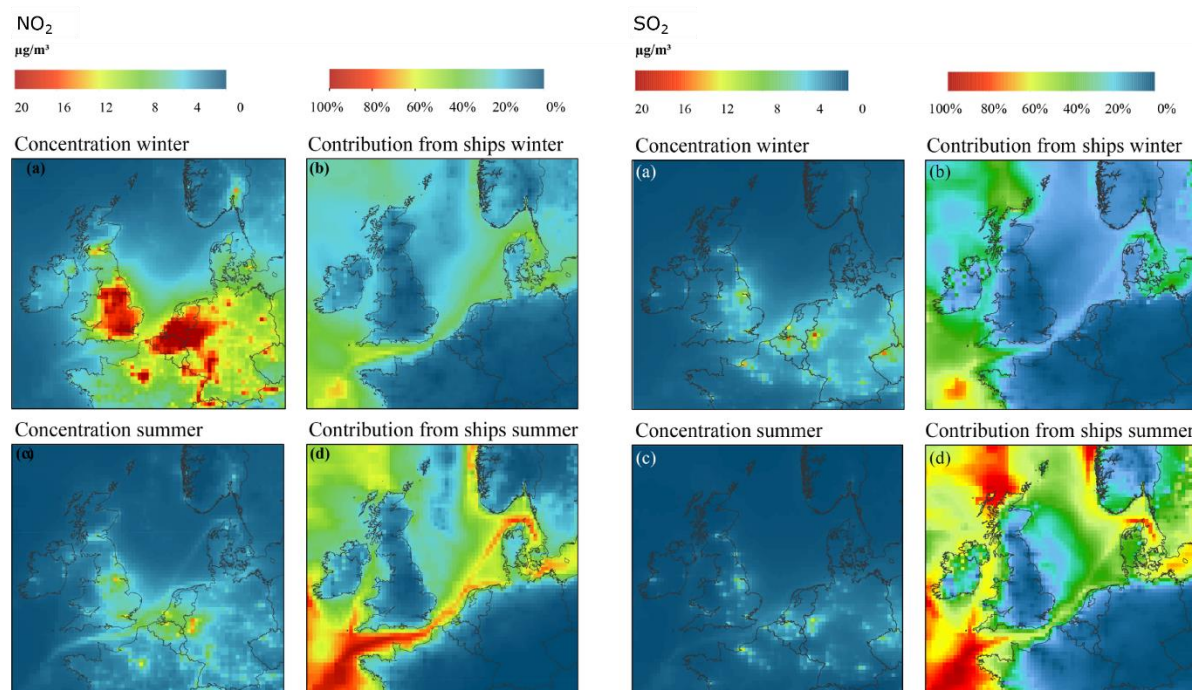
Dette kapitel indeholder en beskrivelse af den aktuelle miljømæssige og sociale status for relevante receptorer inden for projektområdet (Figur 4-2).

### 10.1 Klima og luftkvalitet

Aktiviteterne relateret til anlægs-, drifts- og demonteringsfasen vil resultere i emissioner af gasser og partikler til luften, hvilket potentielt vil føre til en ændring i den lokale luftkvalitet og påvirke drivhuseffekten på globalt plan.

#### Luftkvalitet

Langt størstedelen af emissionerne i Nordsøområdet er relateret til fragtskibe og olie- og gasfaciliteter. Koncentrationen af menneskeskabte emissioner falder med afstanden fra kysten, som illustreret ved NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> koncentrationerne i Figur 10-1. SO<sub>2</sub> koncentrationerne er faldet med 74 % mellem 1990 og 2011 (European Environmental Agency, 2013). En ny grænse (IMO, 2020) for svovlindholdet i den brændselsolie, der anvendes ombord på skibe, trådte i kraft 1. januar 2020. "IMO 2020" har nedsat grænsen for svovlindholdet i brændselsolie til skibe fra 3,50 w/w % til 0,50 w/w %, og Nordsøen ligger inden for emissionskontrolområder (ECAS) med en endnu strengere grænse på 0,10 w/w % (IMO, 2020). Nuværende SO<sub>2</sub> emissioner forventes derfor at være lavere end illustreret i Figur 10-1. Partikler er også i fokus i forhold til luftkvaliteten. Ved at begrænse emissionen af svovloxider fra skibe reduceres også emissioner af partikler, som er mikroskopiske skadelige partikler, der dannes, når brændstof brændes (IMO, 2020).



Figur 10-1 NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> koncentrationer i sommer- og vinterperioder samt det relative bidrag fra skibes emissioner (Aulinger et al 2016).

EU har fastsat grænseværdier for luftforurening, som for medlemsstaterne er juridisk bindende. Verdenssundhedsorganisationen (WHO) har fastsat deres egne og i nogle tilfælde lavere grænseværdier for luftforurening, der udelukkende er baseret på sundhedsfaglige vurderinger.

WHO's værdier er kun vejledende og ikke juridisk bindende. I Danmark er grænseværdier for koncentrationen af forskellige stoffer fastsat i luftkvalitetsbekendtgørelsen (BEK nr. 1472 af 12/12/2017) (Miljø- og Fødevareministeriet / Miljøstyrelsen, 2017). De danske grænseværdier for luftkvalitet er baseret på EU-direktivet (2008/50/EF) "Luftkvalitet og renere luft i Europa", se Tabel 10-1. Disse grænseværdier for nitrogenoxid (NO<sub>2</sub>) og partikler (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>) vil ikke have nogen direkte jurisdiktion offshore, men de definerer bekymringsniveauer. Som det fremgår af Figur 10-1 ligger koncentrationen af NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> et godt stykke under grænseværdierne i Nordsøen.

**Tabel 10-1 De tre vigtigste luftforureningsparametre – årlige gennemsnitsværdier (Geneva: World Health Organization, 2021; Europa-Parlamentet og Rådet, 2008).**

Parameter	WHO's grænseværdi (Geneva: World Health Organization, 2021)	EU's grænseværdi (Europa-Parlamentet og Rådet, 2008)
NO <sub>2</sub>	10 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	125 µg/m <sup>3</sup> *
PM <sub>2,5</sub>	5 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	15 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
* = 1 dags værdi. Må ikke overskrides mere end tre gange årligt.		

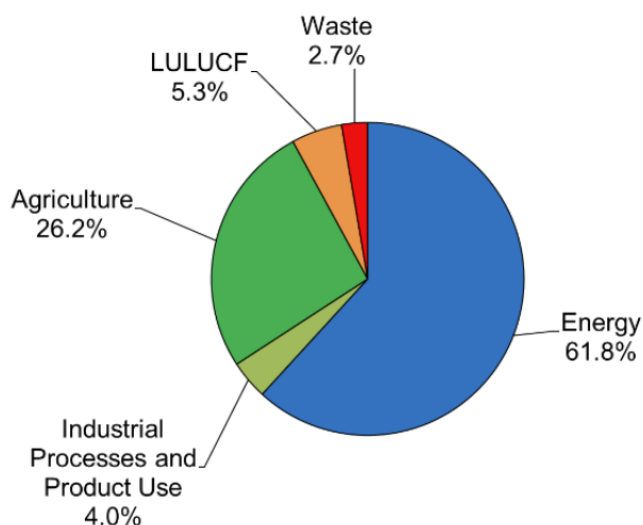
## Klimagasser

De historiske og fremtidige udledninger af drivhusgasser i Danmark og globalt er opsummeret nedenfor.

I denne rapport tælles alle drivhusgasemissioner som CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. CO<sub>2</sub>-ækvivalenterne omtales yderligere som CO<sub>2</sub>e, hvor emissioner af andre drivhusgasser (herunder metan og dinitrogenoxid) omdannes til deres virkninger i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (CO<sub>2</sub>e).

CO<sub>2</sub> er den primære drivhusgas, og CO<sub>2</sub>-emissioner bidrog med 67,9 % af de totale nationale emissioner (eksklusiv arealanvendelse, ændringer i arealanvendelse og skovbrug - LULUCF) af drivhusgasser i 2021. Dernæst udgør metan (CH<sub>4</sub>) 19,7 %, dinitrogenoxid (N<sub>2</sub>O) 11,7 %, og de resterende drivhusgasser HFC'er, PFC'er og SF<sub>6</sub> udgør 0,7 %. De fleste af de globale CO<sub>2</sub>-emissioner skyldes brugen af fossile brændstoffer (dvs. kul, olie og gas) som brændstoffer i energisektoren, i boliger, i industrianlæg og i transportsektoren (O.-K. Nielsen et al., 2023).

De vigtigste sektorer med hensyn til drivhusgasemissioner i 2021 anslås at være energi (61,8%), industrielle processer og produktanvendelse (4,0%), landbrug (26,2%), LULUCF (5,3%) og affald (2,7%), se også Figur 10-2. Emissioner fra transport er inkluderet i energisektoren.



**Figur 10-2 Samlede drivhusgasemissioner (CO<sub>2</sub>e) efter hovedsektor for 2021 (O.-K. Nielsen et al., 2023).**

Fremskrivningen af Danmarks udledning af drivhusgasser i Energistyrelsens "Klimastatus og fremskrivning 2023" indeholder estimer for udviklingen frem mod 2035. Dette omfatter anslåede virkninger af de foranstaltninger, der er gennemført eller vedtaget indtil den 1. januar 2022 (såkaldt "fastfrosset politik"). Ifølge Energistyrelsens "Klimastatus og fremskrivning 2023" udledte Danmark i alt 45,5 millioner tons CO<sub>2</sub>e i 2021 (arealanvendelse, ændringer i arealanvendelse og skovbrug - LULUCF), og forventes at udlede 30,2 millioner tons CO<sub>2</sub>e i år 2035 (Energistyrelsen, 2023b). Se udvalgte data i Tabel 10-2.

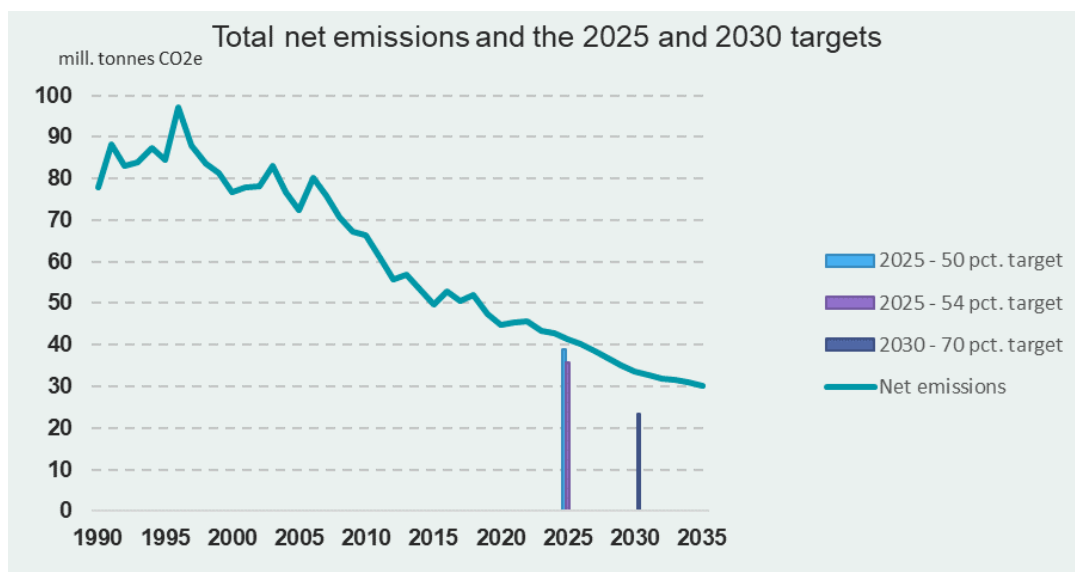
**Tabel 10-2 Nuværende og fremtidige nationale emissioner af CO<sub>2</sub>e (mio. tons), herunder arealanvendelse (LULUCF) ved "fastfrosset politik".**

2020	2025	2030	2035
44.9	41.4	33.6	30.2

Danmarks udledning af drivhusgasser kan beregnes på flere måder. Hos DS (Danmarks Statistik) beregnes dette for dansk økonomi og inkluderer udledninger fra international transport. DS har beregnet den samlede udledning til 81 millioner tons CO<sub>2</sub>e i 2022, hvilket er næsten det dobbelte af Energistyrelsens estimerede udledning inden for de danske grænser (Danmarks Statistik, 2022b).

Ifølge Energistyrelsens "Klimastatus og fremskrivninger 2022" er den historiske og forventede udvikling i den danske nettoudledning af drivhusgasser i henholdsvis 2025 og 2030 som vist i Figur 10-3. Figuren viser også, at der stadig er lang vej i forhold til at nå klimalovens reduktionsmål på 70 % frem mod 2030 (LBK nr. 2580 af 13/12/2021). Denne kløft mellem forventede og planlagte drivhusgasemissioner kunne mindskes gennem initiativer som *Projekt Greensand Future*.

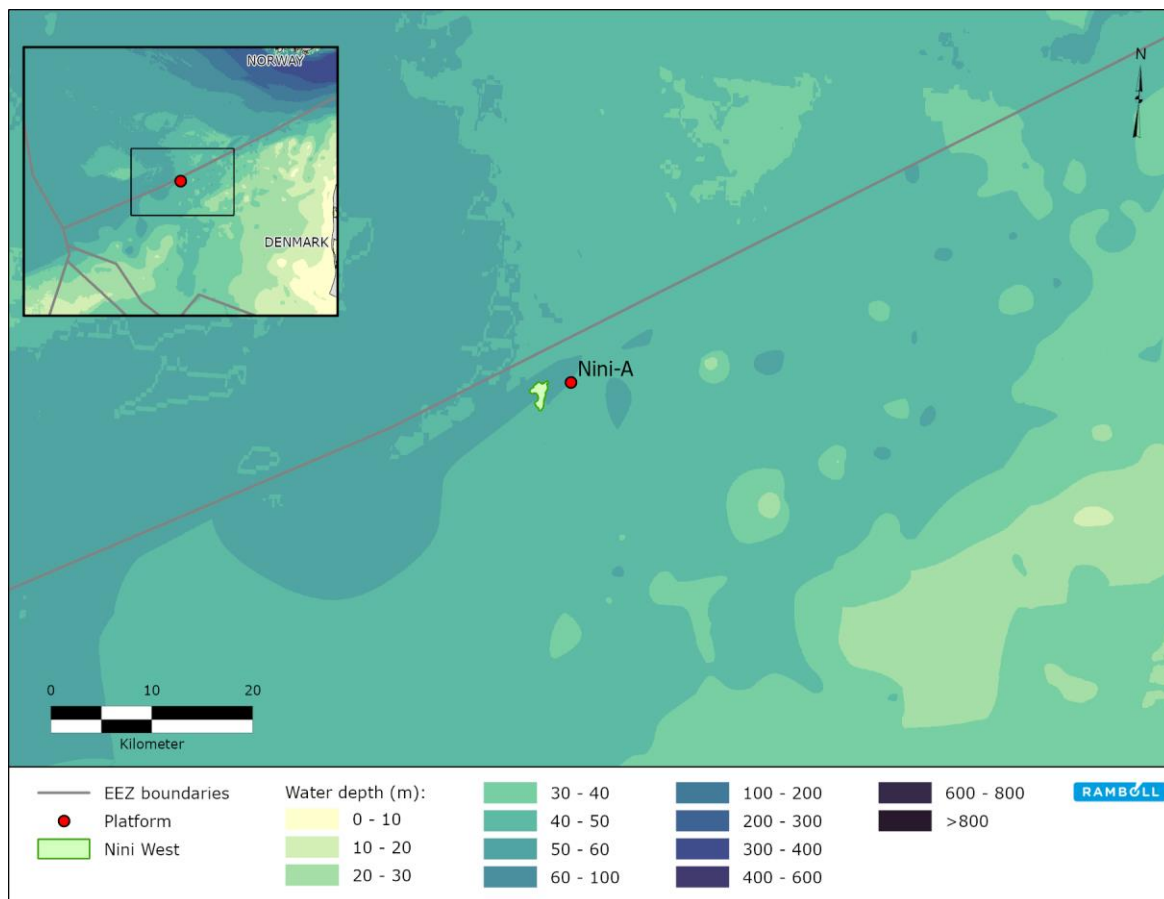
Drivhusgasser påvirker drivhuseffekten på globalt plan og forårsager ikke direkte lokale virkninger såsom luftforurening. Derfor er lokale niveauer af CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser i det lokale offshore område ikke relevante at beskrive.



**Figur 10-3 Den samlede danske drivhusgasudledning (CO<sub>2</sub>e) og reduktionsmålene for 2025 og 2030 ifølge klimaloven for 2021 (Energistyrelsen, 2022d).**

## 10.2 Hydrografiske forhold

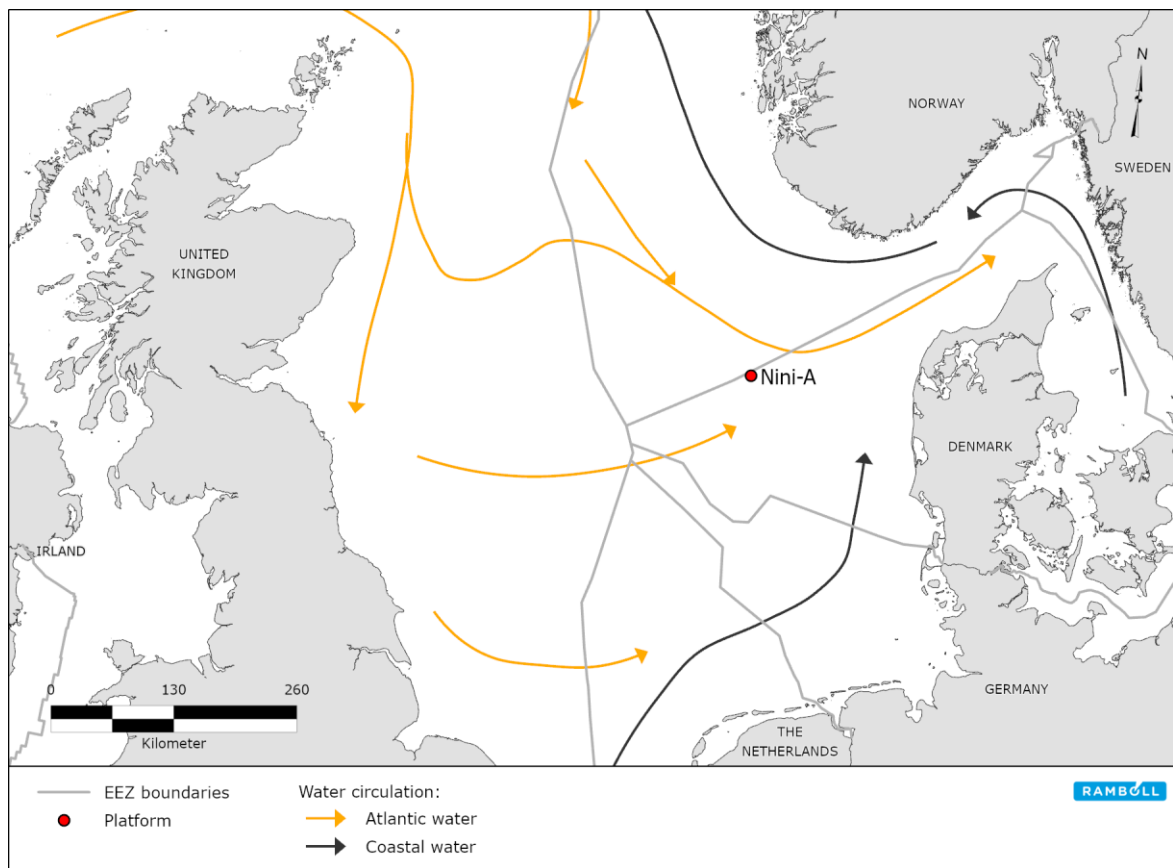
Nordsøen er en del af det nordøstlige Atlanterhav, der ligger mellem de britiske øer og fastlandet i Nordvesteuropa. Det er relativt lavvandet med en gennemsnitlig vanddybde på ca. 90 m. Dybden i den danske del af Nordsøen når sjældent under 90 m med undtagelse af den nordlige del (f.eks. Norske Rendegrav og Skagerrak; se Figur 10-4), hvilket generelt er dybere (European Commission, 2022).



Figur 10-4 Batymetri af projektområdet i Nordsøen.

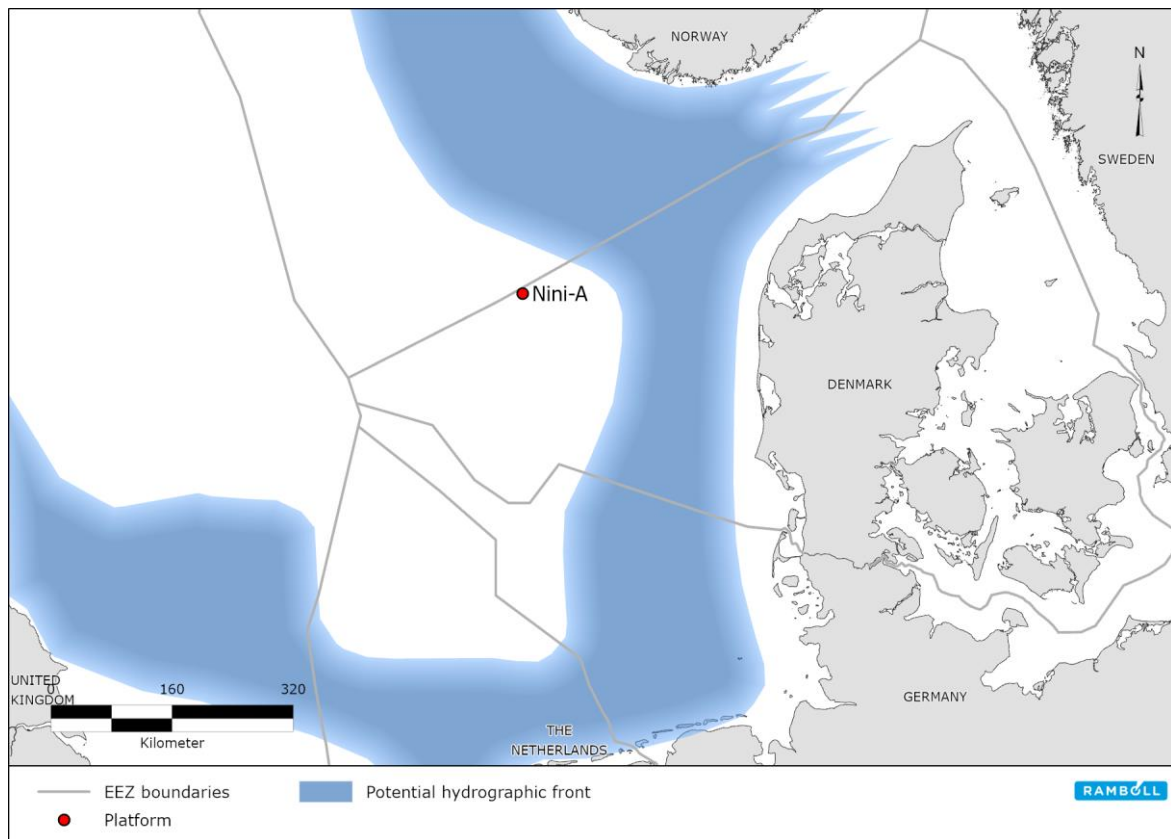
Projektområdet ligger i den centrale del af Nordsøen med registrerede dybder mellem 59–61 m. Længere mod øst for projektområdet aftager dybden med aftagende afstand til den danske vestkyst.

Nordsøen er et delvist lukket hav. Vandcirkulationen bestemmes af tilstrømningen fra Nordatlanten, vand gennem Den Engelske Kanal, flodudløb fra Rhinen og Maas og udgående strøm fra Østersøen gennem Skagerrak (Figur 10-5). Disse vandtilstrømninger, i tæt samspil med tidevandskræfter og vind- og lufttryk, skaber et kompliceret strømningsmønster i Nordsøen. Projektområdet ligger i den centrale del af Nordsøen, hvor den dominerende vandcirkulation er mod øst. Den naturlige strømpåvirkning blev estimeret ud fra havbundens dynamiske former som observeret fra ROV-registreringerne i baselineundersøgelsen udført i juli 2022 (Rambøll, 2022). Optagelserne viste svag til medium strømeksposering i projektområdet. Desuden ligger projektområdet i en del af Nordsøen, som er underlagt sæsonbestemt lagdeling (Van Leeuwen et al., 2015).



Figur 10-5 Generel vandcirkulation i Nordsøen (Havforskningsinstituttet, 2017).

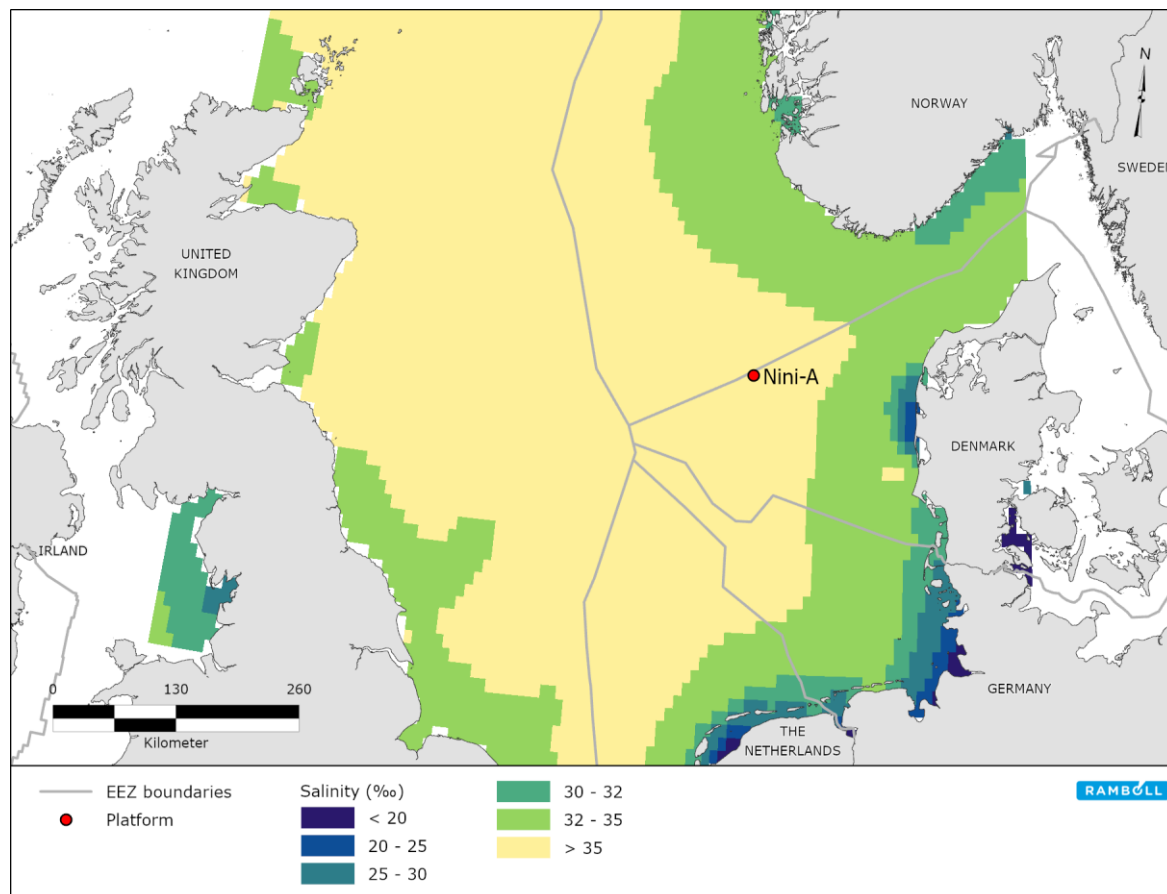
Hydrografiske fronter dannes, hvor forskellige vandmasser mødes, og omfatter områder med upwelling, tidevandsfronter og saltvandsfronter. Hydrografiske fronter anses for at have stor betydning for Nordsøens økosystem. Der er ikke identificeret potentiale for hydrografiske fronter i projektområdet, og den nærmeste potentielle front er mere end 20 km fra aktivitetsområdet. (Figur 10-6).



**Figur 10-6** Potentiale for hydrografiske fronter i Nordsøen (Havforskningsinstituttet, 2017).

### 10.3 Vandkvalitet

Saliniteten i Nordsøen varierer fra det mest saltholdige vand i vest til mere brakvand langs kystområderne i øst. I projektområdet er saltholdighederne nær bunden over 35 ‰ (Figur 10-7).



Figur 10-7 Salinitet på bunden i Nordsøregionen (EMODnet, 2021a).

Temperaturen i Nordsøen varierer sæsonmæssigt, og de laveste temperaturer findes i den nordligste del med stigende temperaturer længere sydpå ind i de lavvandede dele af Nordsøen. Overfladetemperaturen i projektområdet ligger mellem 6-8 °C om vinteren (januar) og mellem 14-16 °C om sommeren (august), mens bundtemperaturen varierer mindre sæsonmæssigt med temperaturer mellem 6-8 °C om vinteren (januar) og 8-10 °C om sommeren (august) (Rambøll, 2015).

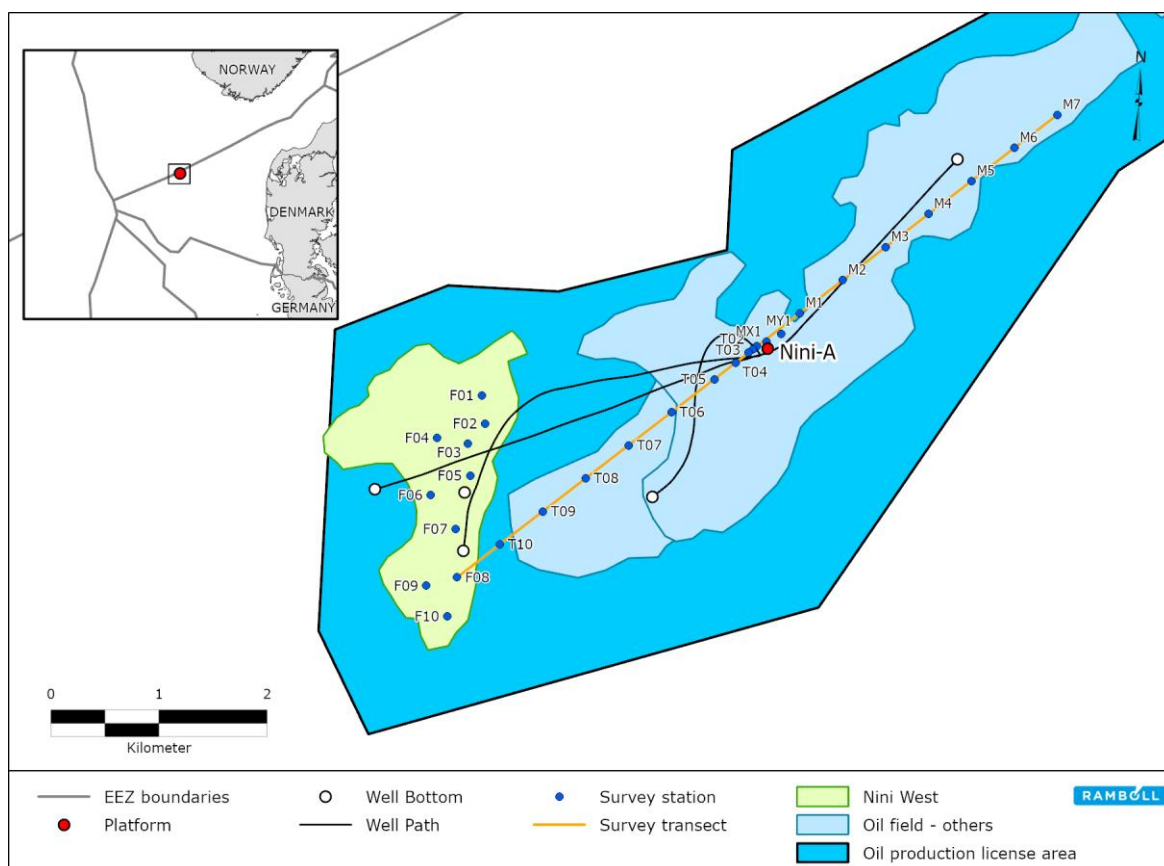
Den åbne del af Nordsøen er klassificeret som et "no problem area" med hensyn til næringsstoffer (OSPAR Commission, 2017). Næringsstofkoncentrationerne blev målt i september 2023 i overfladevandet ved station 91000060 der ligger ca. 15 km fra Nini A. platformen (Danmarks Miljøportal, 2023). Koncentrationen af Total-N varierede mellem 0.010-0.14 mg/l og Total-P mellem 0.01-0.024 mg/l.

Koncentrationen af klorofyl (ukorrigerede data) blev målt i september 2023 på samme station (91000060), der viste en gennemsnitlig koncentration på 1,25 ug/l klorofyl tæt på projektområdet (Danmarks Miljøportal, 2023). Der findes ingen specifikke tærskelværdier til definition af god økologisk tilstand (jf. deskriptor 5 (eutrofiering) i havstrategirammedirektivet) vedrørende klorofyl. Ifølge den danske havstrategi vurderes miljøtilstanden i de åbne havområder langt ud for kysten dog generelt som god med hensyn til eutrofiering (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a).

De fleste dele af Nordsøen er klassificeret som "problem areas" (95%) baseret på deres kemiske tilstand (European Environment Agency, 2018). Metaller, andre organiske halogener, PCB og PAH'er er de udløsende stoffer. Forurenende stoffer i havvand kan optages i fødenettet gennem indtagelse af dyr og bioakkumulering. Koncentrationen af cadmium, bly, kviksølv, PCB og PAH'er er faldet drastisk siden 1990'erne. Koncentrationen af PAH'er ligger stadig over baggrunds niveauerne, men under miljøvurderingskriterierne og vil derfor sandsynligvis ikke have negative virkninger (OSPAR, 2017). Havbundsovervågning af forurenende stoffer er regelmæssigt blevet udført omkring Siri-plattformen, der ligger tæt på Nini A-plattformen. Resultaterne af disse undersøgelser beskrives yderligere i afsnittet nedenfor.

#### 10.4 Sedimentforhold

Sedimentets kemiske og fysiske egenskaber i projektområdet blev undersøgt som en del af baselineundersøgelsesrapporten - bentisk fauna og sedimenter (DHI and Rambøll, 2023a). Baselineundersøgelsen er gennemført i perioden 12. – 15. juli 2022 fra undersøgelsesskibet Esvagt Server. Prøvetagning af havbundssedimenter blev udført ved hjælp af en HAPS. Der blev indsamlet prøver fra 24 stationer fordelt på to transekter, der strækker sig mellem 50 m og 3500 m nordøst og sydvest for Nini A-perronen og over Nini Vest reservoir (Figur 10-8). De øverste 5 cm overfladesediment blev udtaget til fysisk og kemisk analyse, mens de øverste 0,5 cm af HAPS-kerner blev brugt til kvalitative detritusanalyser.

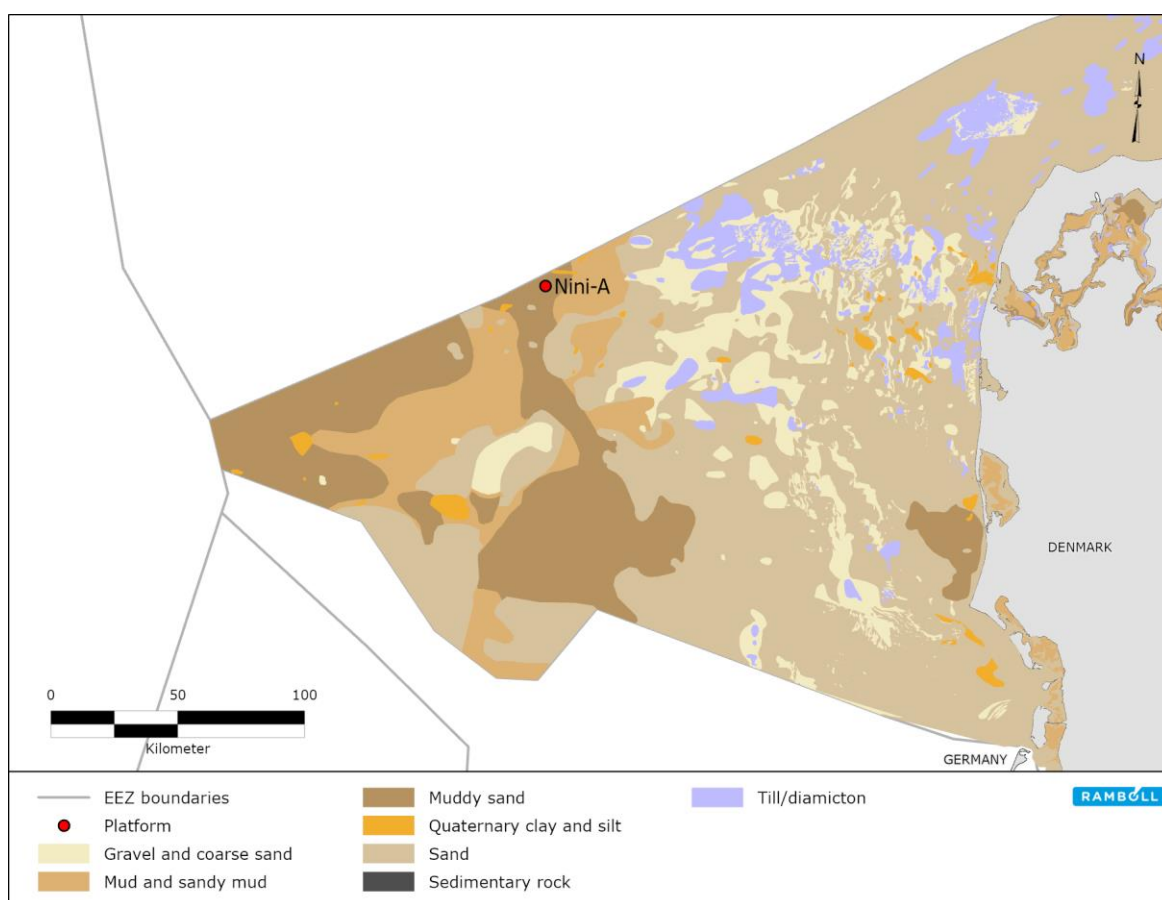


Figur 10-8 Placering af prøvetagningsstationer langs transekter i projektområdet.

### Fysiske karakteristika

Sedimentprøver fra 18 af de 24 stationer blev analyseret for fysiske karakteristika. De fleste prøver bestod af mudret sand til fint sand og meget fint sand og med moderat sortering. Disse fund stemmer overens med de dominerende naturtyper, der findes i den vestlige del af den danske eksklusive økonomiske zone (Figur 10-9). D50 (størrelsen, hvorunder 50 procent af partiklerne findes, også udtrykt som median) lå i området mellem 0,12 mm og 0,14 mm.

Resultaterne fra baselineundersøgelsesrapporten indikerer, at sedimenterne, der findes i projektområdet, har en lidt finere sammensætning sammenlignet med sedimenter fundet nær olie- og gasplatforme i nærheden af projektområdet. Resultater fra baselineundersøgelser og miljøkonsekvensvurderinger fra Siri, Solsort og Harald fandt mediankornstørrelser i området 0,16 mm til 0,21 mm. Desuden viser sammenligninger af fysiske egenskaber ved sedimentprøver fra Siri mellem 2002 og 2021 en høj grad af lighed.



Figur 10-9 Sedimenttyper fundet i den danske del af Nordsøen (EMODnet, 2021a).

**Kemiske karakteristika:** Sedimentprøver fra 24 stationer blev analyseret for kemiske egenskaber. Kemiske analyser omfattede vurdering af følgende indikatorer:

- Organisk indhold: total organisk kulstof (TOC), totalt kvælstof (TN) og total fosfor (TP)
- Metaller: sølv (Ag), aluminium (Al), arsen (As), barium (Ba), beryllium (Be), cadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), jern (Fe), kviksølv (Hg), mangan (Mn), molybdæn (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), antimon (Sb), selen (Se), tin (Sn), tallium (Tl), vanadium (V) og zink (Zn)
- BTEX: benzen, toluen, ethylbenzen og xylener

- NPD: Naphthalen, C1-Naphtalen, C2-Naphtalen, C3-Naphtalen, C1-Phenantren, C2-Phenantren, C3-Phenantren, Dibenzothiophen, C1-Dibenzothiophen, C2-Dibenzothiophen, C3-Dibenzothiophen
- 16 PAH'er (polyaromatiske kulbrinter) (EPA16): Naphthalen, acenaphthylen, acenaphthen, fluoren, phenanthren, anthracen, fluoranthen, pyren, benz(a)anthracen, chrysen, benz(b)fluoranthen, benz(k)fluoranthen, benz(a)pyren, dibenz(a,h)anthracen, benzo(ghi)perylene og indeno(123cd)pyren
- THC: total kulbrinter (C12 – C35)
- Alifatiske kulbrinter (C5 – C35)

For at vurdere sedimentets miljøtilstand med hensyn til kemiske egenskaber, deskriptor 8: forurenende stoffer i havstrategirammedirektivet (kapitel 15) kræves, at udvalgte indikatorer sammenlignes med referencebetingelserne. Gennemsnitlige historiske værdier fra referencestationer målt ved overvågningskampagner på havbunden fra 1989-2021 blev beregnet for den nordlige og sydlige del af Nordsøen ved at opdele overvågede platforme i den relevante region og regne gennemsnitsværdier inden for hver gruppe (DHI and Rambøll, 2023a). I forbindelse med den aktuelle vurdering var den nordlige reference den mest relevante og blev anvendt som sammenligningsgrundlag. Baggrundsreferenceniveau (BRL) blev opnået fra en bootstrap (statistisk) analyse (Oil & Gas Denmark, 2017)). OSPAR-effect range low (ERL) værdier anvendes til evaluering af den økotoksikologiske status, se Tabel 10-3. Analyseresultaterne skaleres i forhold til referencebetingelserne, hvorved der opnås en indekssværdi mellem 0 og 100 for de forbindelser, hvor der beregnes et indeks. Ikke alle metaller beregnes. Jo tættere indekssværdien er på 100, jo tættere er prøven på referencebetingelserne.

Statistiske analyser af disse variabler, som giver anledning til bekymring for f.eks. OSPAR og HELCOM, viste, at alle PAH'er, bly og kviksølv havde et indeks på 100, mens cadmium, krom og kobber havde indeks mellem 99 og 100. Laveste score, 95, blev fundet for zink. Baseret på undersøgelsen fra 2021 kan sedimentforureningsniveauet betragtes som lavt og tæt på baggrundsniveauer. Indeksregningen uddybes yderligere i baselineundersøgelsesrapporten (DHI and Rambøll, 2023a).

De kemiske indekssværdier for de øverste sedimenter langs transekterne i projektområdet er sammenlignelige med eller højere end resultaterne af tidligere kemiske analyser af sedimenterne i området/Siri Canyon. En overvågning af havbunden i Nordsøen i 2021 på Siri-platformen viste, at HSD-forurenende stoffer med deskriptor 8-indekssværdier i gennemsnit var 97 (hvor de laveste scorer var 78 og 92) (INEOS, 2022). Nyere sedimentforskning på havbunden i Nordsøen har vist et generelt fald i koncentrationen af forurenende stoffer som PAH, PCB og andre stoffer i løbet af de sidste 20 år (Logemann et al., 2022), og de lave koncentrationer, der findes i projektområdet, er i overensstemmelse med denne undersøgelse.

**Tabel 10-3 Regional baggrundsreferenceniveau (BRL) baseret på referencestationer på nordlige platforme og Effects Range Low (ERL) for HSD-deskriptor 8 (Oil & Gas Denmark, 2017).**

Indikatorer	BRL Nord	ERL
<b>Miljøforurenende stoffer – Metaller - all mg/kg DW</b>		
Cadmium	0.025	1.2
Krom	11.0	81
Kobber	1.6	34
Bly	11	47
Kviksølv	0.05	0.15
Zink	9.5	150
<b>Miljøforurenende stoffer – Kulbrinter - all µg/kg DW</b>		
PAH*	97.6	3340
Naphthalen	3	160
Anthracen	1	85
Phenanthren	3.1	240
Dibenzothiophen	1	190
Fluoranthren	7.2	600
Benzo(a)anthracen	4.6	261
Chrysen (inkl. triphenylen)	6.3	384
Benzo(g,h,i)perylene	23	85
Benzo(a)pyren	5.9	430
Indeno[1,2,3-cd]pyren	37	240
Pyren / triphenylen	5.5	665
*16 US-EPA PAH		

Kemiske undersøgelser af sedimentet viste, at selvom der blev fundet spor fra flere af de analyserede variabler, var alle alifatiske grupper under detektionsgrænsen, og det samme gjaldt for BTEX-komponenterne (Tabel 10-4).

Generelt var koncentrationerne af både tungmetaller og kulbrinter svarende til baggrundsreferenceniveauerne (BRL) og viste sig at være lavere end tærsklen for god økologisk tilstand (GES) eller target effect limit (TEL). Barium var forhøjet nær Nini-plattformen. Barium er en bestanddel af boremudderet og stammer sandsynligvis fra tidligere boreaktiviteter.

**Tabel 10-4 Resumé af resultaterne fra de 20 Nini-sedimentprøver (ekskl. referenceprøve). Resultater under LoQ er ikke inkluderet i stikprøvens gennemsnits- og standardafvigelsesberegninger.**

Parametre	n*	Gennemsnit	Min	Max	SD	LoQ**
		mg/kg DM				
Total kvælstof	24	368	80	590	117	40
Total fosfor	24	250	130	430	57	32
Organisk stof (%/DM)	1.8	1.8	0.4	2.2	0.4	0.3
TOC (%/DM)	23	0.49	0.03	0.63	0.13	0.1
ΣPAH16	24	0.14	< 0.001	0.51	0.09	0.001
Naphthalen	23	0.0039	< 0.001	0.0120	0.0026	0.001
Anthracen	24	0.0034	0.0001	0.0460	0.0091	0.0001
ΣNPD	24	0.12	0.01	0.30	0.06	0.01
Σmethylnaphthalener	24	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01
THC C12-C35	24	9.5	2.8	38	6.7	1
ΣBTX	0	<0.01	<0.01	<0.01	-	0.01
Aliphatiske kulbrinter C5-C35	0	<10	<10	<10	-	10
Sølv	0	-	< 0.2	<0.2		0.2
Arsen	24	4.3	2.9	9.0	1.1	0.2
Barium	24	127	6	514	111	0.6
Cadmium	2	0.03	<0.03	0.03	-	0.1
Kobber	24	1.2	0.2	2.9	0.5	0.3
Krom	24	11.2	3.5	13.3	1.9	0.1
Kviksølv	0	<0.01	<0.01	<0.01	-	0.01
Nikkel	24	4.6	1.0	5.9	1.0	0.2
Bly	24	9.4	5.1	10.7	1.3	0.1
Vanadium	24	17.5	13.7	19.8	1.6	0.2
Zink	24	16.1	5.4	18.8	2.6	2
*Antal positive resultater **Grænser for kvantificering DM: Tørstof						

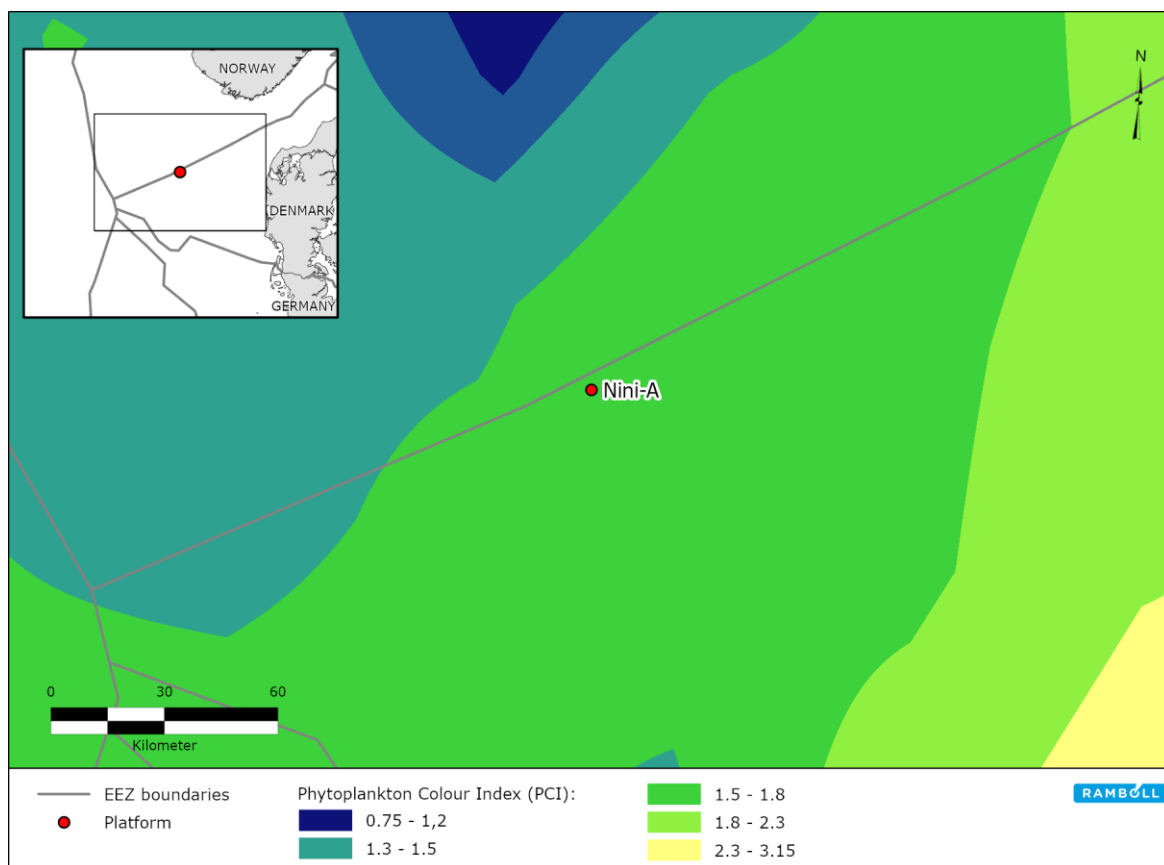
## 10.5 Biodiversitet

### 10.5.1 Plankton

Planktonsamfundet kan generelt opdeles i en plantekomponent (fytoplankton) og en dyrekompent (zooplankton). Fytoplankton er primærproducenter, der udgør den største andel af organisk materiale i Nordsøen og dermed for hele havets fødenet. Bortset fra lys afhænger primærproduktionen af næringsstofftilgængelighed, primært kvælstof og fosfor. Næringsstoffer kan enten importeres udefra til den euforiske zone eller optages fra lokal remineralisering. På grund af græsning fra zooplankton og efterfølgende nedbrydning af organisk materiale og frigivelse af næringsstoffer i vandsøjlen, er metabolismen af zooplankton og fytoplankton indbyrdes forbundet.

I Nordsøen er fytoplankton hovedsageligt lysbegrænset om vinteren og næringsbegrænset i vandet over termoklinen om sommeren (OSPAR Commission, 2000). Data fra ESIA'en af TYRA platformen anslog den gennemsnitlige årlige biomasse af fytoplankton, målt som farveindeks (PCI), for Nordsøen mellem 1983 og 2003 (Rambøll, 2015). PCI er en visuel proxy, direkte relateret til

biomassen og mængde af fytoplankton tæt ved overfladen. Den højeste biomasse og mængde af fytoplankton blev fundet i de østlige og sydlige dele af Nordsøen. Projektområdet ligger i et område med en gennemsnitlig biomasse og tæthed, der kan sammenlignes med resten af Nordsøen (Figur 10-10).



**Figur 10-10 Gennemsnitligt årlig fytoplankton biomasse, målt som farveindeks (PCI), for projektområdet og de omkringliggende områder i Nordsøen, baseret på data indsamlet mellem 1983-2003.**

Fytoplanktonsamfundet domineres af dinoflagellater og kiselalger, mens dyreplanktonsamfundene i Nordsøen domineres af vandlopper, især Calanus-arter som *C. finmarchicus* og *C. helgolandicus* (Rambøll, 2015). Calanoide vandlopper er store krebsdyr (sammenlignet med andre planktoniske vandlopper), som varierer i størrelse mellem 0,5 - 6 mm og er et vigtigt byttedyr for mange arter på højere trofiske niveauer.

### 10.5.2 Bundfauna

Bundfaunaen (makrofauna) i projektområdet blev undersøgt som en del af baseline undersøgelsesrapporten – bundfauna og sedimenter (DHI and Rambøll, 2023a). Baselineundersøgelsen blev gennemført den 12. – 15. juli 2022 fra undersøgelsesskibet Esvagt Server, hvor undersøgelse og prøvetagning af bundfauna blev udført visuelt med ROV og baseret på analyse af 48 Van Veen-prøver. Van Veen-prøverne blev sigtet gennem en 1 mm sigte for at fjerne materiale og dyr under 1 mm. Kun organismer større end 4 mm blev identificeret og kvantificeret og anvendt i den følgende beskrivelse af bundfaunaen. De tekniske retningslinjer fra det Nationale program for Overvågning af VAndmiljøet og NATuren (NOVANA) instruerer i brugen af en 1 mm sigte, men i dette projekt har fokus været på større skalbærende hvirvelløse dyr som muslinger, snegle og pighuder, der har størst sandsynlighed for at blive påvirket af CO<sub>2</sub>. Derfor er mindre arter ikke blevet analyseret. Resten af prøverne blev opbevaret til senere brug.

Ud over analysen af bentisk makrofauna, blev der også udført en mikrobiologisk baselineundersøgelse af sedimentprøverne (DTI, 2023), som inkluderede en omfattende kvantificering og karakterisering af bakteriesamfundet (mikrobielt fingeraftryk), der naturligt forekommer i havbundssedimentet. Sådanne bakterier er kendt for at være til stede i stort antal, typisk mere end 108 celler pr. g sediment, og de udfører en vigtig økologisk funktion ved at nedbryde organisk materiale i havbunden. I alt 68 prøver fra 20 stationer blev indsamlet til bakteriell eDNA-analyse. Yderligere oplysninger om laboratoriearbejdets metode og dataanalyse findes i baselineundersøgelsesrapporten (DTI, 2023).

### Habitatforhold i projektområdet

Baseret på de fysisk-kemiske forhold i det undersøgte område (afsnit 10.4) blev der identificeret to benthiske naturtyper (Tabel 10-5).

**Tabel 10-5 Karakteristika for den habitattyperne i undersøgelsesområdet, specificeret med hensyn til dybde, substrat, strømforhold og saltholdighed.**

Habitat type	Dybde (m)	Substrat	Strømforhold	Saltholdighed (‰)	Repræsentative stationer
<b>Jævn afotisk blød sandbund</b>	65-70	Fint sand	Lidt variabel, omkring svag til medium	33-34, stabil	Alle undtagen M7
<b>Jævn afotisk sandbund</b>	60-65	Groft sand	Varierer mellem medium til stærk	33-34, stabil	M7

Tre afgørende udvalgte faktorer blev brugt som kriterier for opdelingen, nemlig dybde (som blandt andet bestemmer forekomsten af lys på havbunden), strømforhold og substrat. Saltholdigheden i området lå stabilt omkring 34 ‰ i denne del af Nordsøen og blev derfor ikke betragtet som en habitatdefinerende parameter for det undersøgte område. Derudover blev det overvejet om nærheden til Nini A-plattformen kan have, eller muligvis har, haft indflydelse på forholdene i området.

I Nordsøen vil dybder over 25-30 m ikke tillade lyset at nå ned i et omfang, der muliggør bentisk nettoprimærproduktion.

Baseret på kornstørrelsen, blev substratet opdelt i tre biologisk relevante hovedkategorier: meget fint sand (2-120 µm), fint sand (120-240 µm) og groft sand (240-2000 µm).

Den naturlige strømpåvirkning blev estimeret ud fra havbundens dynamiske former som blev observeret fra ROV-optagelserne. Områder præget af bevægelser på sedimentoverfladen var kendetegnet ved en relativt grov og velsorteret substrattekstur (partikler > 200 µm) og tilstedeværelsen af udtalte bølgekammer (dynamiske bundformer). Strømforholdene blev opdelt i tre kategorier, som kan forventes at påvirke bundvandet i denne del af Nordsøen (svagt, middel og stærkt). På disse dybder og på en topografisk jævn bund vil indflydelsen af strømme hverken være lav (ikke-eksisterende) eller særlig stærk (som i tidevandszoner og stræder).

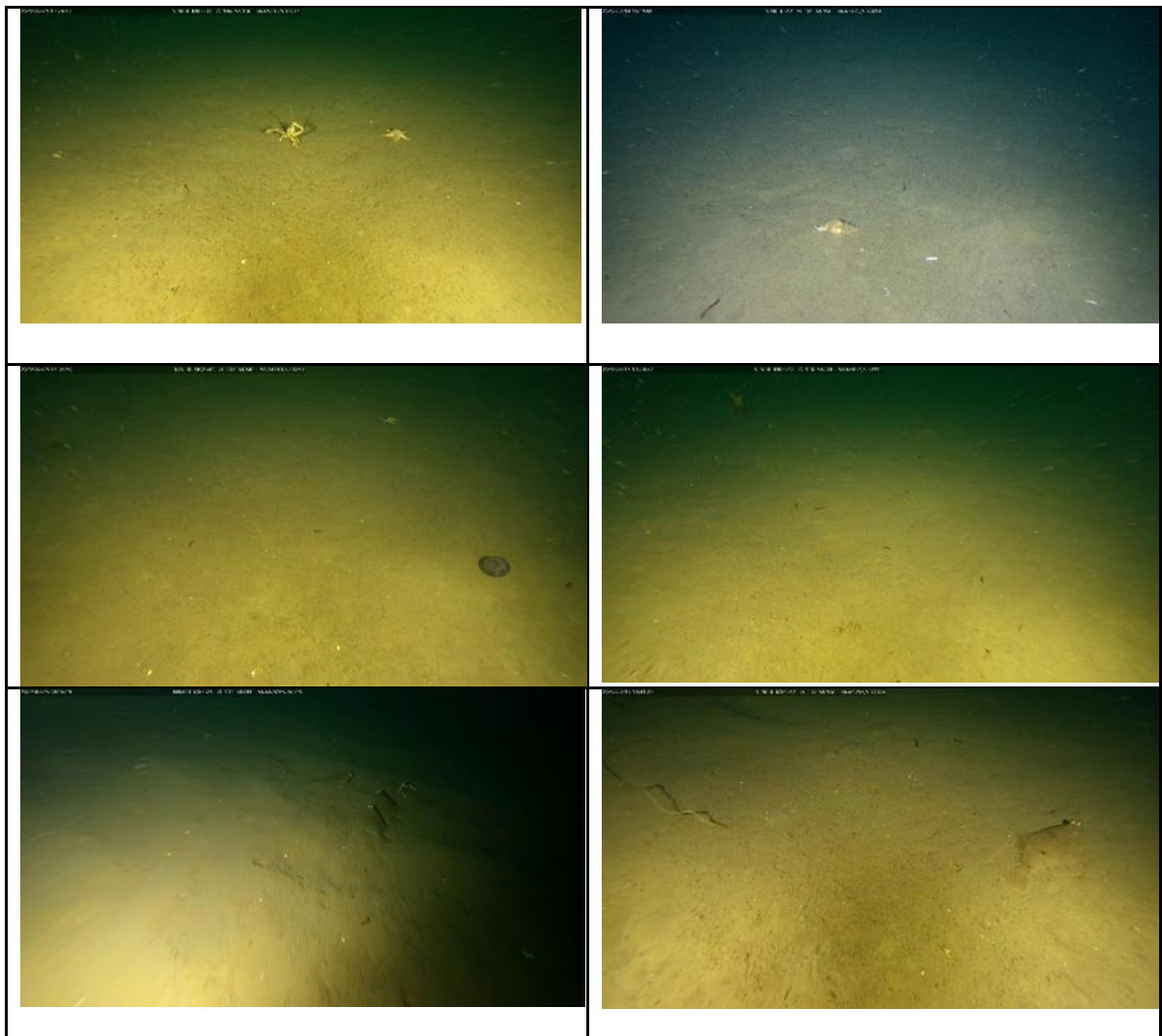
Den fjerneste station (M7) afveg fra de resterende stationer ved at have en grovere substrattype og være mere påvirket af strøm. Da det var i den yderste østlige del af det undersøgte område, var det ikke afgørende, at det kun var repræsenteret af en enkelt station. Baseret på de kemiske parametre af sedimentet var der ingen påviselig effekt på habitatforholdene fra platformens tilstedeværelse eller tidligere olie- og gasrelaterede aktiviteter.

## Makrofauna i projektområdet

I en offentliggjort samlet vurdering af biodiversiteten i de europæiske havområder vurderes den danske del af Nordsøen generelt som værende i ugunstig tilstand (Vaughan D. et al., 2019). Den bentiske tilstand i de åbne danske offshore-dele af Nordsøen betegnes som moderat. Den tidligere diversitet, med et stort og varieret antal muslinger, er nu erstattet af en betydeligt ringere og langt mere spredt forekomst. Molboøsters (*Arctica islandica*), som tidligere dominerede infaunaen med flere individer pr. m<sup>2</sup> med hensyn til biomasse, er i dag næsten sjælden. Habitatet er nu overtaget af små opportunistiske hvirvelløse arter blandt pighuder, børsteorme og krebsdyr som har udkonkurreret større og mere specialiserede arter inden for disse grupper.

I dette henseende adskiller det undersøgte område omkring projektområdet sig ikke. Havbundens overflade ser ringe ud i forhold til større bevægelige dyr (necto benthos) såsom almindelig slangestjerne *Ophiura albida* og tibenede krebsdyr (decapoder). I stedet synes små arter at trives såsom fin mudderslangestjerne (*Amphiura filiformes*), små kommakrebs (cumacea) og små gravende søpindsvin (*Echinocardium cordatum*) (DHI and Rambøll, 2023a).

Det bentiske økosystem er således stærkt forringet i forhold til, hvad det var for blot få årtier siden. Problemet handler ikke kun om fraværet af særlige arter, men skyldes radikale ændringer i økologiske interaktioner, der finder sted i nyere tid. Fødenettets struktur har tilsyneladende ændret sig til fordel for små opportunistiske arter. Årsagen er som altid multifaktoriel, men det stigende fravær af toprovdyr har sandsynligvis været afgørende for forringelsen af fødekædens struktur. Hvis det antages, at årsagerne til tabet af de større organismer inden for de forskellige dyregrupper adresseres, vil en genopretning af de økologiske strukturer tage årtier. Dette skyldes, at feedbackmekanismerne i fødekædens struktur har tendens til at fastholde den eksisterende struktur. De oprindelige fysisk-kemiske forhold, se afsnit 10.2, 10.3 og 10.4 synes at være nogenlunde intakte og udgør derfor ikke nogen umiddelbar hindring for genoprettelsen af gunstige økologiske forhold. Den kvalitative ROV undersøgelse viste en relativt varieret bunddiversitet (DHI and Rambøll, 2023a). I forhold til dybde og substrat samt aktuel eksponering (vurderet ud fra bølgekamme og substratstruktur) sås en relativt god fordeling og forekomst af organismer. Der blev observeret masser af tegn på aktivitet på sedimentoverfladen fra nedgravede organismer (infauna). Det generelle fravær af større levende muslinger, som bestemt ud fra bundprøverne, og sammenlignet med de mange fundne skalrester fra store muslinger, vidnede dog om en forstyrret havbund. Baseret på sedimentets farve og lugt virkede iltforholdene gode. Da de kemiske forhold ikke indikerede nogen nævneværdig forurenede tilstand, er sandsynligheden for, at det var en økosystemændring eller mekanisk forstyrrelse, størst. Fra ROV-optagelserne var der dog ingen synlige tegn på en menneskeskabt mekanisk påvirkning i form af et bundtrawl eller lignende. Dette kunne tyde på, at fraværet af muslinger skyldes en ændring i økosystemet. Prøveudtagning viste tilstedeværelsen af søpindsvin, hovedsageligt almindelige arter som almindelig sømus (*Echinocardium cordatum*), som er kendt for at fouragere på nyetablerede muslinger. Et stort antal søpindsvin kunne måske decimere muslingebestanden. Søpindsvin er føde for hajer og rokker, som er faldet dramatisk i Nordsøen på grund af overfiskning, hvilket igen kan føre til en stigning i antallet af søpindsvin.



**Figur 10-11** Fotografier af havbundens makroskopiske udseende og noget af det makroskopiske liv, der findes i projektområdet i Nordsøen, juli 2022.

Øverst til venstre: Maskekrabbe (*Corystes caccivelaunus*) og *Luidia* søstjerne. Også huller fra sandorme ses. Øverst til højre: Rød konksnegl, små huller skabt af fisk, der søger føde. Midt til venstre: muligvis mangannodul. Midt til højre: dødningshånd ses i baggrunden, de 5-10 cm lange ternede former (som også blev genkendt på andre fotos) er sandsynligvis slimbændler. Nederst til venstre: tre håisinger og en maskekrabbe. Nederst til højre: Rødspætte og rør af børsteorm (evt. *Spiochaetopterus typicus*).

I den kvantitative opgørelse over infaunaen blev der fundet i alt 90 forskellige benthiske invertebrater (Tabel 10-6).

**Tabel 10-6 Benthiske arter i projektområdet, fordelt i deres respektive klasser eller ordener (DHI and Rambøll, 2023b).**

Art	Klasse eller Phylum	Art	Klasse eller Phylum
<i>Actiniaria</i>	Anthozoa	<i>Ophiura sp.</i>	Ophiuroidea
<i>Cerianthus lloydii</i>	Anthozoa	<i>Ophiuroidea</i>	Ophiuroidea
<i>Astropecten irregularis</i>	Asteroidea	not identified to species level	Phoronida
<i>Abra prismatica</i>	Bivalvia	<i>Tricladida sp</i>	Platyhelminthes
<i>Acanthocardia echinata</i>	Bivalvia	<i>Anobothrus gracilis</i>	Polychaeta
<i>Arctica islandica</i>	Bivalvia	<i>Aphrodita aculeata</i>	Polychaeta
<i>Chamelea gallina</i>	Bivalvia	<i>Diplocirrus glaucus</i>	Polychaeta
<i>Cochlodesma praetenu</i>	Bivalvia	<i>Eunereis longissima</i>	Polychaeta
<i>Dosinia lupinus</i>	Bivalvia	<i>Galathowenia oculata</i>	Polychaeta
<i>Gari fervensis</i>	Bivalvia	<i>Gattyana cirrosa</i>	Polychaeta
<i>Leda minuta</i>	Bivalvia	<i>Glycera alba</i>	Polychaeta
<i>Nucula nitidosa</i>	Bivalvia	<i>Glycera gigantea</i>	Polychaeta
<i>Nuculoma tenuis</i>	Bivalvia	<i>Glycera rouxii</i>	Polychaeta
<i>Phaxas pellucidus</i>	Bivalvia	<i>Glycera sp.</i>	Polychaeta
<i>Spisula subtruncata</i>	Bivalvia	<i>Glycinde nordmanni</i>	Polychaeta
<i>Thracia phaseolina</i>	Bivalvia	<i>Goniada maculata</i>	Polychaeta
<i>Thyasira flexuosa</i>	Bivalvia	<i>Harmothoe lunulata</i>	Polychaeta
<i>Chaetoderma nitidulum</i>	Caudofoveata	<i>Lumbrineris fragilis</i>	Polychaeta
<i>Echinocardium cordatum</i>	Echinoidea	<i>Magelona alleni</i>	Polychaeta
<i>Echinocardium flavescens</i>	Echinoidea	<i>Maldane sarsi</i>	Polychaeta
<i>Echinocyamus pusillus</i>	Echinoidea	<i>Nephtys assimilis</i>	Polychaeta
<i>Harrimania kupfferi</i>	Enteropneusta	<i>Nephtys caeca</i>	Polychaeta
<i>Buccinum undatum</i>	Gastropoda	<i>Nephtys hombergi</i>	Polychaeta
<i>Euspira nitida</i>	Gastropoda	<i>Nephtys sp.</i>	Polychaeta
<i>Hydrobia ulvae</i>	Gastropoda	<i>Notomastus latericeus</i>	Polychaeta
<i>Mangelia sp.</i>	Gastropoda	<i>Ophelia borealis</i>	Polychaeta
<i>Turritella communis</i>	Gastropoda	<i>Ophelia acuminata</i>	Polychaeta
<i>Holothuroidea</i>	Holothuroidea	<i>Owenia fusiformis</i>	Polychaeta
<i>Leptopentacta elongata</i>	Holothuroidea	<i>Oxydromus flexuosus</i>	Polychaeta
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	Holothuroidea	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	Polychaeta
<i>Ampelisca brevicornis</i>	Malacostraca	<i>Pectinaria auricoma</i>	Polychaeta
<i>Ampelisca macrocephala</i>	Malacostraca	<i>Pectinaria koreni</i>	Polychaeta
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	Malacostraca	<i>Pectinaria sp.</i>	Polychaeta
<i>Corystes cassivelaunus</i>	Malacostraca	<i>Pholoe balthica</i>	Polychaeta
<i>Diastylis bradyi</i>	Malacostraca	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	Polychaeta
<i>Diastylis lucifera</i>	Malacostraca	<i>Prionospio sp.</i>	Polychaeta
<i>Harpinia antennaria</i>	Malacostraca	<i>Rhodine gracilior</i>	Polychaeta
<i>Hippomedon denticulatus</i>	Malacostraca	<i>Scolecopsis sp.</i>	Polychaeta
<i>Pariambus typicus</i>	Malacostraca	<i>Scoloplos armiger</i>	Polychaeta
<i>Pericardodes longimanus</i>	Malacostraca	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	Polychaeta
<i>Phthisica marina</i>	Malacostraca	<i>Spiochanes kroeyeri</i>	Polychaeta
<i>Pontocrates altamarinus</i>	Malacostraca	<i>Sthenelais limicola</i>	Polychaeta
<i>Westwoodilla caecula</i>	Malacostraca	<i>Travisia forbesi</i>	Polychaeta
<i>Nemertea sp</i>	Nemertea	<i>Trichobranchus roseus</i>	Polychaeta
<i>Amphiura filiformis</i>	Ophiuroidea	<i>Antalis entalis</i>	Scaphopoda

Ved den sandede og strømpåvirkede fjerneste station M7 blev der fundet relativt få arter (15 forskellige), hvoraf 6 var specifikke for den respektive naturtype. Dette reducerer antallet af karakteristiske arter for hovedområdet til 84.

I projektområdet dominerede følgende bentiske hvirvelløse dyr: Børsteorme som den største gruppe med 39 arter, bløddyr med 20 arter, krebsdyr med 12 arter og pighuder med 10 arter. Den altdominerende art var den lille (< 30 mm) rørboende børsteorm *Galathowenia oculata* med > 2.000 individer pr. m<sup>2</sup> efterfulgt af *Rhodine gracilior* med ca. 200 individer pr. m<sup>2</sup> og *Scoloplos armiger* med ca. 30 individer pr. m<sup>2</sup>. Blandt krebsdyrene var det den centimeter lange kommakrebs *Diastylis lucifera*, der dominerede med omkring 30 individer pr. m<sup>2</sup>. Den gravende slangestjerne *Amphiura filiformis* talte over 200 individer pr. m<sup>2</sup>. Blandt bløddyrene dominerede *Dosinia lupinus* og *Phaxas pellucidus* i antal med nogle få (< 5) individer pr. m<sup>2</sup>. Derudover var den bemærkelsesværdige outsider *Phoronis muelleri*, en marin hesteskoorm, almindelig med omkring 30 individer pr. m<sup>2</sup>. Der blev ikke fundet nogle rødlistede arter for Nordsøen, og der var ingen invasive arter til stede. Det kan dog ikke udelukkes, at der forekommer ikke-hjemmehørende arter i området eller i nærheden af området på grund af det stærkt trafikerede område.

Med hensyn til biomasse var det muslingen *Dosinia lupinus*, der dominerede bunddyrene med ca. 10 g vådvægt (WW) pr. m<sup>2</sup> efterfulgt af *Arctica islandica* og *Antalis entalis* (almindelig søtand) med henholdsvis 3 g WW pr. m<sup>2</sup> og 2,5 g WW pr. m<sup>2</sup>. Den gennemsnitlige biomasse for *Arctica islandica* var imidlertid baseret på et enkelt fundet individ (station F10).

Den gennemsnitlige biomasse af døde skaller var halvt så stor på F-stationerne sammenlignet med transektstationerne (T- og M-stationer), nemlig ca. 250 g WW/ m<sup>2</sup> mod mere end 500 g WW/ m<sup>2</sup>. Dette kan skyldes, at der ikke er bundtrawl langs transportrørene.

Økologien af den hyppigst forekommende makrofauna og deres følsomhed over for forventede påvirkningsmekanismer er beskrevet i Tabel 10-7. Generelt er de mest almindelige arter infauna eller epifauna, som indtager, graver og bygger rør og lign. fra sedimentet. Disse arter er kendetegnet ved en varierende grad af mobilitet og spredningsevne, høj sårbarhed over for tab af havbund grundet arealinddragelse, lav til høj sårbarhed over for fysiske forstyrrelser af havbunden (såsom resuspension af sediment) og lav til medium sårbarhed over for sedimentspild.

Tabel 10-7 Økologi og sårbarhed af de mest almindelige arter fundet i sedimentprøver i projektområdet.

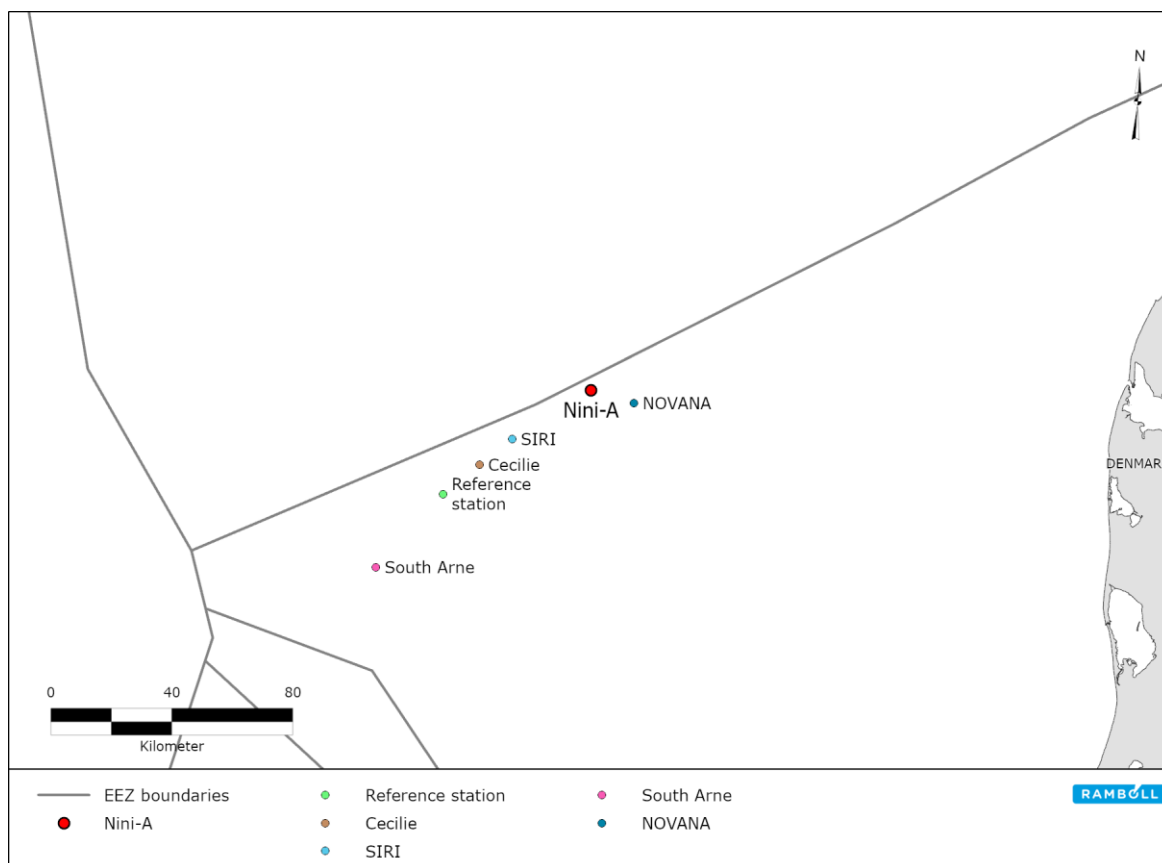
Art (referencer)	Biologi	Mobilitet	Spredning	Sårbarhed – arealinddragelse	Sårbarhed - fysiske forstyrrelser af havbunden	Sårbarhed – sediment spild
<b><i>Galathowenia oculata</i></b> (K. Fauchald & Jumars, 1979; Hiscock & Tyler-walters, 2006)	<i>G. oculata</i> er en infauna art, der kan grave. Findes i bløde sedimenter.	Lav til medium - <i>G. oculata</i> bygger relativt lange rør i sedimentet og anses derfor at have lav til medium mobilitet.	Høj – artsspecifikke data er ikke tilgængelige for <i>G. oculata</i> , men baseret på information om spredning af arter fra <i>Oweniidae</i> -familien er planktonlarvestadiet omkring 11-30 dage med et spredningspotentiale på mere end 10 km.	Høj– <i>G. oculata</i> er en infauna art, og derfor vil substrattab resultere i dødelighed. Oplysninger fra beslægtede arter af <i>Owenia fusiformis</i> tyder på, at en høj genetablering efter tab af substrat fra fysisk fodaftryk er mulig på grund af høj fekunditet, høj spredningsevne og høj forekomst af larveforsyning.	Medium – artsspecifikke data er ikke tilgængelige for <i>G. oculata</i> , men baseret på sårbarhed over for fysiske forstyrrelser fra arter i familien <i>Oweniidae</i> kan arten tåle fysiske forstyrrelser med delvis fjernelse af røret, da dette kan regenereres. Imidlertid kan fuldstændig forstyrrelse/ødelæggelse af rør hos voksne <i>Owenia fusiformis</i> være dødelig, da nye rør ikke kan konstrueres.	Lav – baseret på artens biologi som en infauna art, der graver i sedimentet, og information fra beslægtede arter i <i>Oweniidae</i> -familien, kan arten sandsynligvis grave sig tilbage til overfladen efter tildækning.
<b><i>Rhodine gracilior</i></b> (Dinesen et al., 2020; Hiscock & Tyler-walters, 2006)	<i>R. gracilior</i> er en rørboende børsteorm, der lever enten på eller nær sedimentoverfladen og kræver stabilt substrat for at konstruere deres rør.	Lav – <i>R. gracilior</i> betragtes som en siddende organisme og har begrænset mobilitet på grund af sin afhængighed af røret.	Der blev ikke fundet artsspecifikke oplysninger om spredning for <i>R. gracilior</i> , men flere rørbyggende arter af børsteorme yngler deres afkom i rørene og det kan derfor tage længere tid at rekolonisere et område efter forstyrrelses-hændelser.	Høj– <i>R. gracilior</i> er en fastsiddende rørboende art der er afhængig af stabilt substrat. Substrattab vil derfor resultere i dødelighed.	Høj– <i>R. gracilior</i> er en fastsiddende, rørboende art, der er afhængig af stabilt substrat og derfor anses for at have høj sårbarhed over for forstyrrelser på havbunden.	N/A
<b><i>Scoloplos armiger</i></b> (Hiscock & Tyler-walters, 2006; Kruse et al., 2004)	<i>S. armiger</i> er en infauna art af børsteorm, som kan grave. Findes i bløde sedimenter op til dybder på 15 cm.	Høj - Arten betragtes som mobil i sedimentet og fungerer som bioturbator, der blander omgivende sediment under bevægelse.	Lav- <i>S. armiger</i> har lav spredningsevne, da æg er fastgjort til havbunden. Larver har en kort pelagisk fase, men spredning er begrænset. Rekruttering skal derfor ske fra en lokal population eller over længere afstande ved naturlig sedimenttransport.	Høj– <i>S. armiger</i> er en infauna art, og derfor vil substrattab resultere i dødelighed.	Lav – Juvenile og voksne <i>S. armiger</i> forbliver permanent under sedimentoverfladen og bevæger sig frit uden at grave huler. Voksne kan grave sig ned til 10 cm dybde eller mere under forstyrrelser. Æggene, der lægges på overfladen, er sårbare over for fysisk forstyrrelse.	Lav – artens evne til at leve og grave ned til dybder på 15 cm indikerer, at tildækning af op til 15 cm sediment sandsynligvis ikke vil have skadelige virkninger.

Art (referencer)	Biologi	Mobilitet	Spredning	Sårbarhed – arealinddragelse	Sårbarhed - fysiske forstyrrelser af havbunden	Sårbarhed – sediment spild
<b><i>Diastylis lucifera</i></b> (Beauchard et al., 2021; Gerken et al., 2022; Hiscock & Tyler-walters, 2006; Tillin, 2016)	<i>D. lucifera</i> er en art af kommakrebs, der graver sig ned i bløde sedimenter til dybder mellem 0 og 5 cm.	Medium – <i>D. lucifera</i> betragtes som mobil i sedimentet og er i stand til både at kravle og svømme.	Lav – Der foreligger ingen artsspecifikke oplysninger om spredning for <i>D. lucifera</i> . Kommakrebs har direkte udvikling og betragtes som begrænset i deres spredning.	Høj – <i>D. lucifera</i> er en infauna art, der graver sig kort ned i sedimenterne, og tab af substrat vil derfor resultere i dødelighed.	Medium – <i>D. lucifera</i> anses for at være have medium sårbarhed overfor fysiske forstyrrelser baseret på deres tilstedeværelse i det trawl-påvirkede Nordsøen.	Lav – <i>D. lucifera</i> evne til at leve og grave ned til dybder på 5 cm indikerer, at tildækning med op til 5 cm sediment sandsynligvis ikke vil have skadelige virkninger.
<b><i>Amphiura filiformis</i></b> (Hiscock & Tyler-walters, 2006)	<i>A. filiformis</i> er en infauna art, der kan grave sig ned. Findes i dybder på op til 4 cm i sedimentet.	Medium – Voksne, selvom de er mobile, er ikke meget aktive. Individer kan kravle eller grave gennem sediment.	Spredning af æg og larver bestemmes i vid udstrækning af vandbevægelser og strømme og varer normalt mellem 1-6 måneder over afstande større end 10 km. En vis indvandring af voksne fra nærliggende populationer kan være mulig.	Høj – <i>A. filiformis</i> er en infauna art, og substrattab vil derfor resultere i dødelighed.	Lav – <i>A. filiformis</i> kan tolerere betydelig skade på arme og endda disken uden at lide dødelighed og er i stand til at regenerere arme og skadede dele af disken. Arten er desuden i stand til at grave og kravle og dermed undslippe forstyrrelser.	Lav – artens evne til at leve og grave ned til dybder på 5 cm indikerer, at tildækning med op til 5 cm sediment sandsynligvis ikke vil have skadelige virkninger.
<b><i>Phaxas pellucidus</i></b> (Fraser et al., 2018; Hiscock & Tyler-walters, 2006)	<i>P. pellucidus</i> er en musling, der graver sig ned i fine og sandede sedimenter.	Lav – Selvom voksne er mobile, er de ikke meget aktive. Individer kan grave gennem sedimentet inden for afstande på 10-100 meter.	Voksne er i stand til at sprede sig inden for en rækkevidde på 10-100 meter. <i>P. pellucidus</i> kan være lokalt hyppige i forekomst og kan dominere forstyrrede sedimenter, hvilket tyder på, at arten har nogle opportunistiske træk, der muliggør udbredt larvespredning.	Høj – <i>P. pellucidus</i> er en infauna art, og substrattab vil derfor resultere i dødelighed.	Medium – <i>P. pellucidus</i> kan grave sig hurtigt ned i sedimentet under forstyrrelser, men deres korte sifon indikerer lave gravdybder og en position nær sedimentoverfladen. Denne position sammen med en relativt høj skalskrøbelighed gør arten sårbar over for fysiske forstyrrelser. Det er imidlertid rapporteret, at muslinger som <i>P. pellucidus</i> sammen med søstjerner er relativt modstandsdygtige over for trawling, hvilket tyder på, at arten kan anses for at have en vis beskyttelse mod overfladeforstyrrelser.	Lav til medium – artens evne til at leve og grave i sedimenter indikerer en vis tolerance over for tildækning fra sedimentspild.

Art (referencer)	Biologi	Mobilitet	Spredning	Sårbarhed – arealinddragelse	Sårbarhed - fysiske forstyrrelser af havbunden	Sårbarhed – sediment spild
<b><i>Phoronis muelleri</i></b> (Hiscock & Tyler-walters, 2006)	<i>P. Muelleri</i> trænger lodret ned i mudrede til sandede sedimenter.	N/A	N/A	Høj – <i>P. muelleri</i> er en infauna art, og substrattab vil derfor resultere i dødelighed.	N/A	N/A
<b><i>Arctica islandica</i></b> (Hiscock & Tyler-walters, 2006)	<i>A. islandica</i> lever lodret begravet i de øverste få centimeter af sedimentet (blødt sand og mudret sand) med dens inhalerende og udåndende sifoner på overfladen. Graver sig ned til dybder på 14 cm.	<i>A. islandica</i> er en gravende art, der er i stand til at bevæge sig i og på sedimentet.	Medium – Spredning af æg og larver bestemmes stort set af vandbevægelser og strømme og varer normalt mellem 1-2 måneder over afstande større end 10 km. En vis indvandring af voksne fra nærliggende populationer kan være mulig.	Høj – <i>A. islandica</i> er en infauna art, og tab af substrat vil derfor resultere i dødelighed.	Høj – <i>A. islandica</i> har en høj sårbarhed over for fysiske forstyrrelser i havbunden, da den lever på eller nær overfladen under fouragering og kun graver sig ned til en dybde på 14 cm. Genetablering efter små forstyrrelser kan ske relativt hurtigt gennem rekruttering fra voksne individer fra nærliggende områder.	Lav – <i>A. islandica</i> s evne til at leve og grave ned til dybder på 14 cm indikerer, at tildækning af sediment på op til 14 cm sandsynligvis ikke vil have skadelige virkninger.

### Makrofaunasamfundet i projektområdet sammenlignet med andre stationer

Artssammensætning af makrofauna i projektområdet er blevet sammenlignet med andre stationer i nærheden i Nordsøen. Der blev oprettet et datasæt for at kombinere alle stationer taget på seks forskellige steder som vist i Figur 10-12.



Figur 10-12 Placering af stationer i Nordsøen, hvor artssammensætningen er blevet sammenlignet.

Selvom stationerne var tydeligt grupperet, var ligheden mellem stationerne generelt 20% eller højere mellem stationerne i Syd Arne, SIRI, referencestationen og Cecilie Offshore. Stationerne inden for den enkelte placering var typisk over 40%. På Nini-feltet var ligheden mellem stationerne generelt mere end 40%, men noget isoleret fra de andre prøvetagningssteder. Endelig delte prøverne (42 HAPS) fra NOVANAs overvågningsprogram, typisk mere end 40% lighed mellem hver prøve taget samme år på samme station (station 91000080 - DMU1027). Analyser viste, at variansen mellem tre år på NOVANA stationen var større end den samlede varians mellem Nini-stationerne taget i løbet af en uge (ikke inklusive M7), hvilket indikerer, at det bentiske samfund skifter mere fra år til år på en station, end der blev observeret på forskellige stationer flere km fra hinanden. Dette skal tages i betragtning i et fremtidigt overvågningsprogram.

### Mikrobielle forhold i projektområderne

Under baselineundersøgelsen blev der taget prøver fra alle stationer i to forskellige dybder til analyse for mikrobielt eDNA (K. B. Sørensen & Svenningsen, 2023). De påviste mikroorganismer tilhørte generelt velkendte grupper af marine bakterier, som forventes at være udbredt i Nordsøens sedimenter. Bakteriesamfundene var relativt homogene på tværs af de 20 stationer, og omfanget af lokal variation (dvs. variationen blandt replikater fra samme station) var sammenlignelig med omfanget af den globale variation (dvs. variationen på tværs af alle 20 stationer). Resultaterne

viste at der var en tendens til et svagt faldende antal bakterier med dybde samt en større andel af anaerobe, sulfatreducerende bakterier. Statistisk analyse viste også en statistisk forskel mellem øvre og nedre sedimentsamfund.

Disse observationer indikerer, at selvom prøverne fra 0-3 og 5-8 cm dybde ikke var visuelt forskellige, er der en vis grad af biogeokemisk lagdeling i sedimentet, sandsynligvis forårsaget af øget iltmangel med dybde (Lohse et al., 1996). De relativt homogene "mikrobielle fingeraftryk"-data skyldes sandsynligvis bioturbation og andre fysiske forstyrrelser i de øverste par cm sediment.

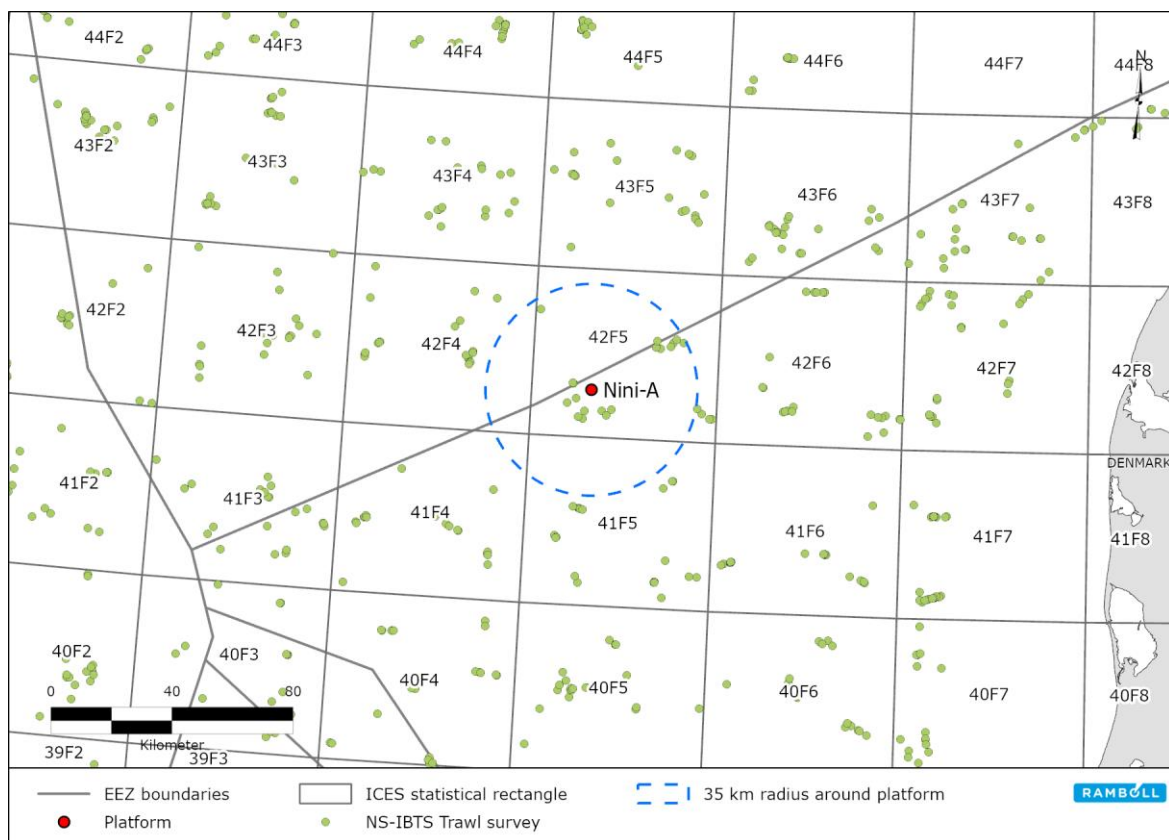
### 10.5.3 Fisk

Mere end 140 fiskearter findes i Nordsøen (Sundby et al., 2017). Diversiteten af fiskearter er lav i den lavvandede sydlige del af Nordsøen og Den Engelske Kanal og tiltager mod vest. Artsdiversiteten er også generelt højere tæt på kysten, hvor habitatdiversiteten øges.

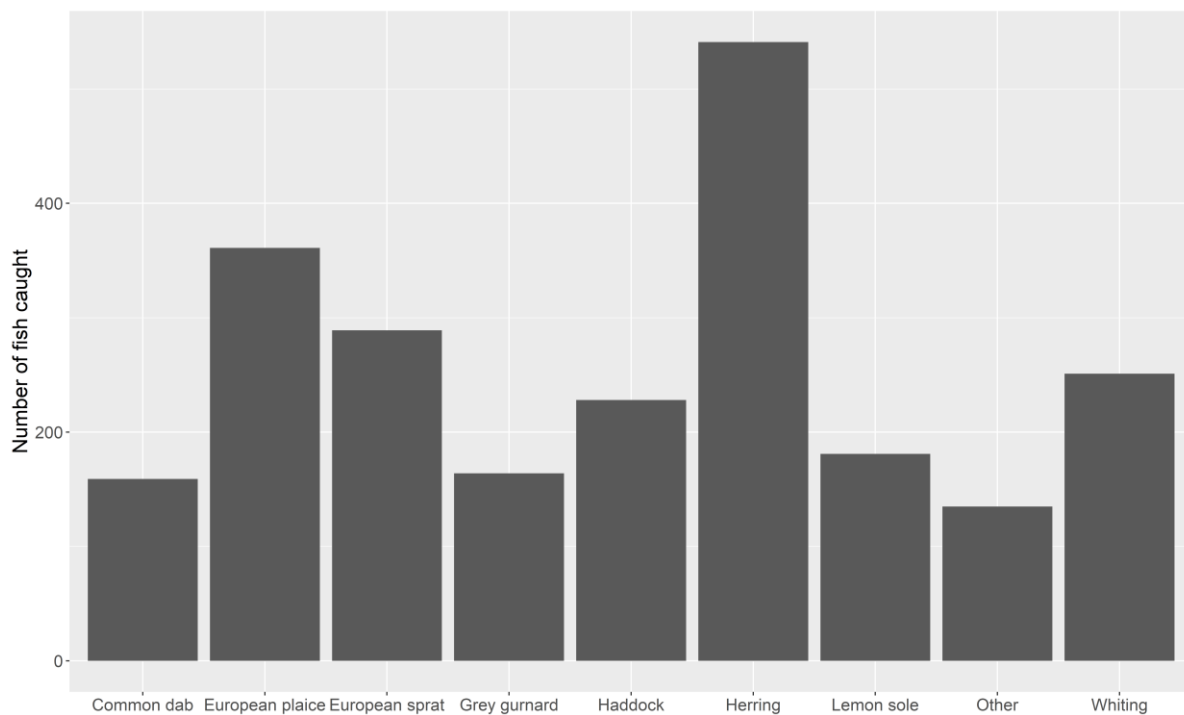
En fiskeundersøgelse på Halfdan-plattformen, der ligger ca. 120 km sydvest for aktivitetsområdet, blev gennemført i 2002 og 2003 (Mærsk Olie og Gas, 2003). Der blev registreret i alt 16 fiskearter: heraf 8 pelagiske eller semipelagiske arter; hestemakrel (*Trachurus trachurus*), makrel (*Scomber scombrus*), torsk (*Gadus morhua*), grå knurhane (*Eutrigla gurnardus*), sild (*Clupea harengus*), tobis (*Ammodytes sp.*), brisling (*Sprattus sprattus*) og hvilling (*Merlangius merlangus*) og 8 bentiske arter, herunder håising (*Hippoglossoides platessoides*), ising (*Limanda limanda*), stribet fløjlsfisk (*Callionymus lyra*), rødspætte (*Pleuronectes platessa*), kuller (*Melanogrammus aeglefinus*), panserulk (*Agonus cataphractus*), rødtunge (*Microstomus kitt*) og stenbider (*Cyclopterus lumpus*).

Undersøgelsesdataene fra Halfdan-plattformen blev suppleret med data fra ICES' (International Council for the Exploration of the Sea) trawlundersøgelser. DATRAS (Database of Trawl Surveys) er udviklet til at samle og dokumentere undersøgelsesdata, sikre datakvaliteten, standardisere dataformater og beregninger og lette datahåndtering og tilgængelighed. Med mulighed for øjeblikkelig fjernadgang anvendes data fra DATRAS til bestandsvurderinger og undersøgelser af fiskesamfund af ICES og offentlige brugere. Til denne undersøgelse blev der indsamlet trawldata for perioden 2017-2022 for ICES-kvadrat 42F5. Den maksimale afstand fra de analyserede trawlstationer til Nini-plattformen var 35 km, se Figur 10-13.

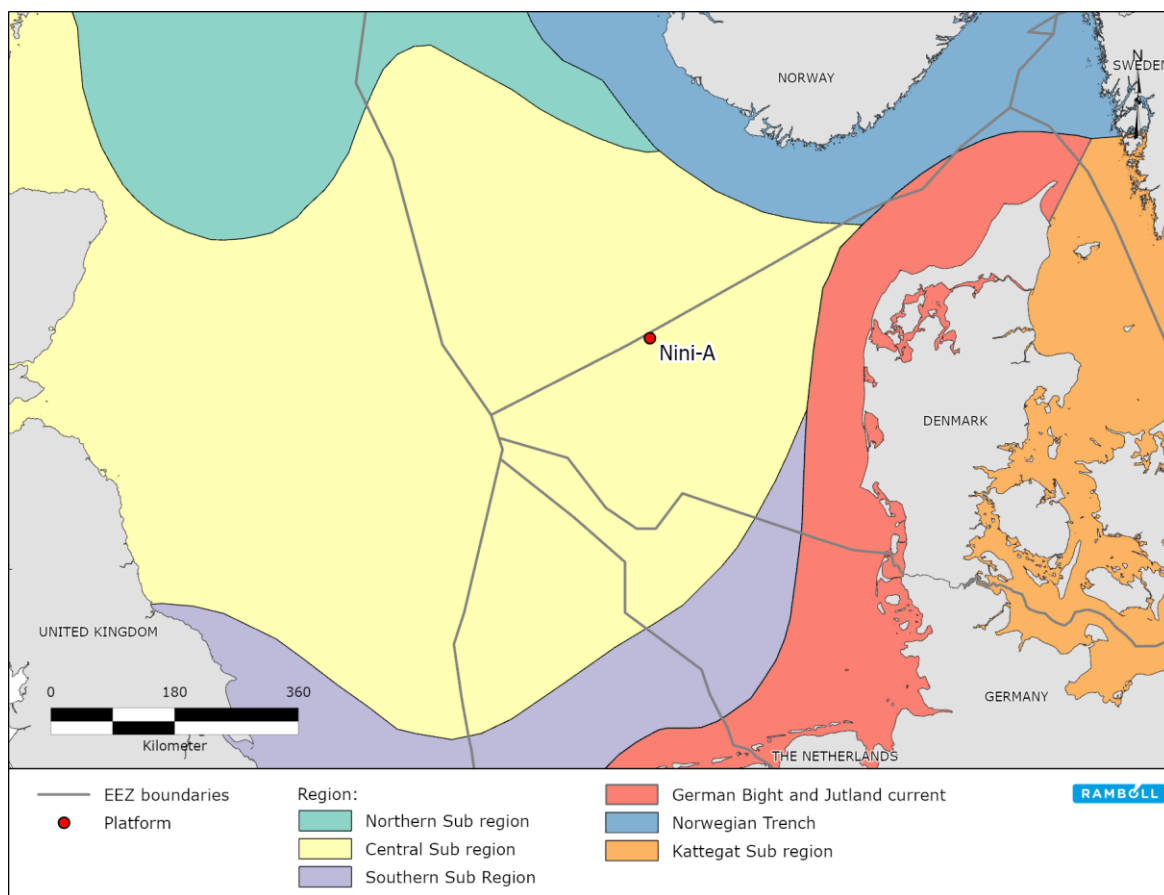
I perioden 2017-2022 blev der registreret 22 forskellige arter i North Sea International Bottom Trawl Survey (NS-IBTS), herunder sild, rødspætte, brisling, hvilling, kuller, rødtunge, grå knurhane, ising, sperling (*Trisopterus esmarkii*), torsk, makrel, håising, skærising (*Glyptocephalus cynoglossus*), sardin (*Sardina pilchardus*), tærbe (*Amblyraja radiata*), ansjos (*Engraulis encrasicolus*), havtaske (*Lophius piscatorius*), blåhvilling (*Micromesistius poutassou*), slethvarre (*Scophthalmus rhombus*), stribet fløjlsfisk, kulmule (*Merluccius merluccius*), sømrokke (*Raja clavata*). Der var variation i den registrerede bestandsstørrelse pr. art under ICES-undersøgelserne, Figur 10-14. Bemærk at undersøgelsen var rettet mod bentiske arter.



**Figur 10-13 North Sea International Bottom Trawl Survey stationer i forhold til Nini A. Blå cirkel markerer den radius på 35 km, hvorfra fisketrawlstationer er blevet analyseret.**



**Figur 10-14 Antal fisk fanget ved NS-IBTS-undersøgelserne fra 2017-2022 i ICES-kvadrat 42F5. Andet = repræsenterer arter, der blev fanget mindre end 35 gange.**



**Figur 10-15 Definerede økosystems subregioner. Figur tilpasset fra (Sundby et al., 2017).**

Fordelingen af fiskebestande, samt hvilken økosystems subregion de befinder sig i, og biologien af de mest almindelige arter, der findes i Nordsøen, er beskrevet i Figur 10-15 og Tabel 10-8. Fiskebestandene i Nordsøen er blevet vurderet af ICES med hensyn til bevaringsstatus, og for atlantisk makrel, tobis, torsk, ising, rødspætte, kuller, grå knurhane, sild, søtunge, brisling og hvilling er der ikke fundet oplysninger om bestandens/den specifikke arts bevaringsstatus. ICES anbefaler, at aktiviteter, der fører til forringelse af tobishabitat, bør undgås (ICES, 2024). Håising er ikke vurderet af ICES, da den ikke er en kommercielt udnyttet art i Nordsøen. Carl et al. 2019 indikerer, at der ikke er tegn på, at den østatlantiske population af håising er truet (Carl et al., 2019).

**Tabel 10-8 Udbredelse og biologi af de mest almindelige arter, der er registreret i området, samt gydepladser og -sæsoner. Data er fra (Carl & Munk, 2019; IMARES, 2005; Sundby et al., 2017).**

**Håising** (*Hippoglossoides platessoides*)

Håising indgår hyppigt i demersale fiskesamfund i den nordlige del af Nordsøen og synes at foretrække dybere vand, idet den regelmæssigt forekommer under 50 m linjen og bliver den dominerende fladfisk på 100 m dybde og derover (Sundby et al., 2017). Arten er generelt fraværende på lavt vand (< 5m).

Håising lever på eller nær havbunden i områder med mudret eller finkornet substrat. I Nordsøen lever den primært af krebsdyr samt børsteorme, fisk, bløddyr og pighuder.

Gydeområderne er stort set begrænset til den nordlige del af Nordsøen, og der findes vigtige gydeområder omkring Viking Banke i den nordlige subregion (Figur 10-15) og i området fra Ling Banke til Lille og Store Fiskebanke samt ud for Skotlands kyst og sydpå ved den nordlige kant af den Tyske Bugt. Gydning i Nordsøen finder sted mellem februar og maj og toppe i april.

**Tabel 10-9 Gydeperiode: Håising (*Hippoglossoides platessoides*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Makrel** (*Scomber scombrus*)

Makrel er udbredt i hele Nordsøen. Den er mest udbredt i den nordlige subregion (Figur 10-15) om vinteren og foråret, mens den om sommeren og efteråret breder sig sydpå til gydeområderne i den centrale del af Nordsøen. Makrels føde består af en række pelagiske krebsdyr og små fisk.

Tre vigtige gydeområder er fundet i den centrale del af Nordsøen. Områderne ligger øst for den sydlige del af Skotland og den nordlige del af England, samt langs Norges sydkyst og ved Tail End af Doggerbanke. Gydningen finder sted mellem maj og juli og toppe i juni.

**Tabel 10-10 Gydeperiode: Makrel (*Scomber scombrus*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Tobis** (*Ammodytes sp.*)

Tobis er udbredt i Nordsøen, hvor den er en særlig vigtig art, fordi den er målet for det største fiskeri i Nordsøen. Desuden er den en vigtig fødekilde i økosystemet.

Der er fem arter af tobis i Nordsøen, havtobis (*Ammodytes marinus*), kysttobis (*Ammodytes tobianus*), to arter af tobiskonge (*Hyperoplus lanceolatus* og *Hyperoplus immaculatus*) og nøgentobis (*Gymnammodytes semisquamatus*). I offshore farvande dominerer havtobis. De findes generelt i farvande mellem 30-150 m, hvor de tilbringer en stor del af deres liv begravet i sedimentet og viser derfor særlig præference for sandede sedimenter frem for dem med mere grus, silt eller mudder. Vigtige fiskepladser for tobis omfatter Dogger Banke, banker ud for Skotland samt Lille og Store Fiskebanke. De lever hovedsageligt af krebsdyr og fiskelarver.

Tobis gyder, hvor de lever, og gydepladserne svarer således til fiskepladser. Projektområdet ligger mindst 10 km fra de nærmeste tobisfelter og endnu længere fra de nærmeste kommercielle tobisfiskepladser, der blev kortlagt i 2018 (Mosegaard et al., 2019). Gydning finder sted fra december til juli.

**Tabel 10-11 Gydeperiode: Tobis (*Ammodytes sp.*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Demersal												

**Torsk** (*Gadus morhua*)

Torsk forekommer i det meste af Nordsøen. I Nordsøen kan torsk findes fra lavvandede kystvande ud til 200 meters dybde, men også på dybere vande. Der er rapporteret fangster så dybe som 500 m i den Norske Rende.

Gydepladserne synes at være udbredt i hele området med højeste gydeintensiteter ved; 1) Viking Banke, østlige Shetlandsbanker og det nordøstlige Skotland i den nordlige region, 2) Ling Banke - Eigersunds Bank i den østlige del af de centrale regioner, 3) syd for Fiskebankerne og 4) Norfolk Bank - Oyster Ground i den sydlige region og 5) den Tyske Bugt.

I Nordsøen gyder torsk mellem januar og maj. Topgydningen varierer mellem gydepladsernes placering i Nordsøen. Følgende højsæsoner er udpeget for Viking Banke, den nordvestlige Nordsø og den sydlige Nordsø; Henholdsvis marts, februar til marts og januar til februar.

**Tabel 10-12 Gydeperiode: Torsk (*Gadus morhua*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Ising** (*Limanda limanda*)

Ising er en demersalt fisk. Den lever på sandbund ned til dybder på ca. 100 til 150 m. Foretrukne fødevarer omfatter søpindsvin, slangestjerner, børsteorme, krebsdyr, muslinger og små fisk.

Gydning finder sted over hele den sydøstlige del af Nordsøen, og vigtige gydepladser findes i den Tyske Bugt nordvest for Helgoland, langs den nordlige hollandske kyst, som en isoleret plet ud for Flamborough og langs den sydlige kant af Dogger Banke.

Gydningen finder sted fra januar til august i det sydlige område, dvs. ud for Bretagne og det sydlige England, og fra april til juni længere nordpå.

**Tabel 10-13 Gydeperiode: Ising (*Limanda limanda*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Rødspætte** (*Pleuronectes platessa*)

Europæisk rødspætte er en demersalt art som findes på dybder på 100-200 m, men voksne findes ofte på dybder mellem 10-50 m. Den foretrækker sandede sedimenter, selvom ældre individer kan findes på grovere sand. Rødspætte er en opportunistisk art, der primært fouragerer på bløddyr og børsteorme.

I Nordsøen gyder arten fra Den Engelske Kanal og Southern Bight, nordøst mod den sydlige skråning af Skagerraks dybe del og nordvest mod Orkneyøerne og Shetlandsøerne. Den højeste gydning finder sted mellem februar og marts og januar og februar for henholdsvis den nordlige og sydlige del af Nordsøen.

**Tabel 10-14 Gydeperiode: Rødspætte (*Pleuronectes platessa*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Kuller** (*Melanogrammus aeglefinus*)

Kuller er en stimefisk, der almindeligvis findes nær bunden på dybder mellem 15-200 m. Den foretrækker sandede til grovere sedimenter. Kuller forekommer i hele Nordsøen, men findes generelt i de højeste koncentrationer i den nordlige og centrale subregion og langs den sydlige skråning af Norske Rende i Skagerrak og langs den vestlige skråning af Norske Rende ud for det vestlige Norge.

Gydeområder for kuller er begrænset til den nordligste del af Nordsøen, især fra Viking Banke til Shetlandsøerne. Undersøgelser har også vist, at gydning finder sted øst for Orkneyøerne og øst for den skotske østkyst, ud over et mindre gydeområde nær den vestlige skråning af den Norske Rende fra Ling Banke til Eigersund Banke. Gydning finder sted mellem februar til maj og topper i marts og april.

**Tabel 10-15 Gydeperiode: Kuller (*Melanogrammus aeglefinus*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Grå knurhane** (*Eutrigla gurnardus*)

Grå knurhane er primært en demersalt art og findes oftest på sandede sedimenter, men forekommer også på mudder, skal og stenbund på dybder mellem 10-150 m. Mindre eksemplarer lever af krebsdyr og små krabber mens større individer lever af en række forskellige fiskearter.

Grå knurhane forekommer i hele Nordsøen. Om vinteren er grå knurhaner koncentreret nordvest for Doggerbanke, mens tætheden er lav i områder ud for den danske kyst og i den Tyske Bugt og den østlige del af Southern Bight. I løbet af foråret øges tætheden sydpå, hvilket efterlader den centrale subregion med lavere tætheder indtil næste vinter.

Gydeområder er blevet identificeret i den Tyske Bugt, men der er også fundet æg på den engelske nordøstkyst. Gydning finder sted mellem april og august.

**Tabel 10-16 Gydeperiode: Grå knurhane (*Eutrigla gurnardus*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Sild** (*Clupea harengus*)

Sild er en stimefisk og findes typisk fra kysten og ud til dybder på 200-250 m. De pelagiske larver lever af vandlopper og andre små planktonorganismer, mens juvenile hovedsageligt lever af calanoide vandlopper, men også krill, tanglopper, juvenile tobiser og fiskeæg. Større sild lever også af vandlopper, mysider, fiskelarver, små fisk, tanglopper og pilorme.

Det er en migrerende art, og migration sker i hele Nordsøen. Om sommeren findes stimer af juvenile fisk generelt på lavere vand i den østlige del af Nordsøen, ofte tæt på Danmarks vestkyst og ind i Skagerrak. Efter at have tilbragt de første par år i kystnære områder flytter toårige sild offshore til dybere vand og slutter sig til sidst til den voksne bestand i føde- og gydevandringerne til de nordlige og vestlige områder af Nordsøen. Fra juli og indtil gydningen vandrer sild vestpå til gydepladser langs Storbritanniens østkyst, fra Orkney- og Shetlandsøerne i nord og ind i den østlige Engelske Kanal nær Buchan, Banks og Downs i syd.

Gydeperioderne er specifikke for gydepladserne og forekommer mellem juli og november og topper i august og september for gydepladser nær Orkneyøerne Shetlandsøerne og Buchan. Omkring bankerne foregår gydning mellem august og december hvor de topper i september og oktober. Vintergydning i områder beliggende nær Downs finder sted mellem november og februar og topper i december og januar.

**Tabel 10-17 Gydeperiode: Sild (*Clupea harengus*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Demersal												

**Rødtunge** (*Microstomus kitt*)

Rødtunge er en demersalt fiskeart, der lever på dybder mellem 10-200 m. Den anses for at være hyppig i den centrale og nordlige del af Nordsøen, hvor den primært lever af små hvirvelløse dyr som børsteorme og krebsdyr, men deres kost omfatter også bløddyr, pighuder og små fisk.

Gydning finder sted i hele den centrale subregion (Figur 10-15) fra den engelske kyst til den vestlige skråning af Norske Rende, hvor størstedelen af larverne forekommer øst for Moray Firth.

Gydning sker mellem januar og oktober.

**Tabel 10-18 Gydeperiode: Rødtunge (*Microstomus kitt*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Demersal												

**Brisling** (*Sprattus sprattus*)

Brisling er en pelagisk stimefisk og findes tæt på kysten på dybder fra 1 m og videre offshore til dybder ned til 150 m. Den findes i alle subregioner i Nordsøen (Figur 10-15); Den er dog mest udbredt i den sydlige del, nærmere bestemt i Den Engelske Kanal og langs Danmarks vestkyst og ind i Skagerrak og Kattegat. Larver lever af diatomer, copepoder og krebsdyrlarver. Efter metamorfose spises også større planktoniske organismer.

Gydningen sker primært i den sydlige del af Nordsøen fra Den Tyske Bugt langs Jyllandsstrømmen og ind i Kattegat. Gydning forekommer også længere nordpå langs den engelske og skotske kyst. Der er fundet vigtige gydepladser i den Tyske Bugt, Southern Bight og Den Engelske Kanal. Gydning finder sted fra januar til september og topper mellem maj og august.

**Tabel 10-19 Gydeperiode: Brisling (*Sprattus sprattus*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

**Hvilling** (*Merlangius merlangus*)

Hvilling er en pelagisk stimefisk, der ofte findes på dybder mellem 10-150 m. Hvilling findes i alle subregioner i Nordsøen med de højeste koncentrationer nær den britiske kyst. Pelagiske larver lever af nauplii og copepodit-stadier af copepoder. Juvenile hvillinger lever af krebsdyr som euphausider, mysider og hesterejer, mens voksne hvillinger næsten udelukkende lever af fisk.

Gydepladserne for hvilling er vidt udbredt over det meste af Nordsøen fra Viking Banke og Shetland i nord til Den Engelske Kanal i syd. Gydning i den Tyske Bugt, Jyllandsstrømmen og i Norske Rende er dog tilsyneladende fraværende. Gydningen finder sted mellem marts og juni i den nordlige del af Nordsøen og mellem januar og april i Den Engelske Kanal i syd. Der er rapporteret om højgydesæsoner mellem april-juni og februar-marts i henholdsvis nord og syd.

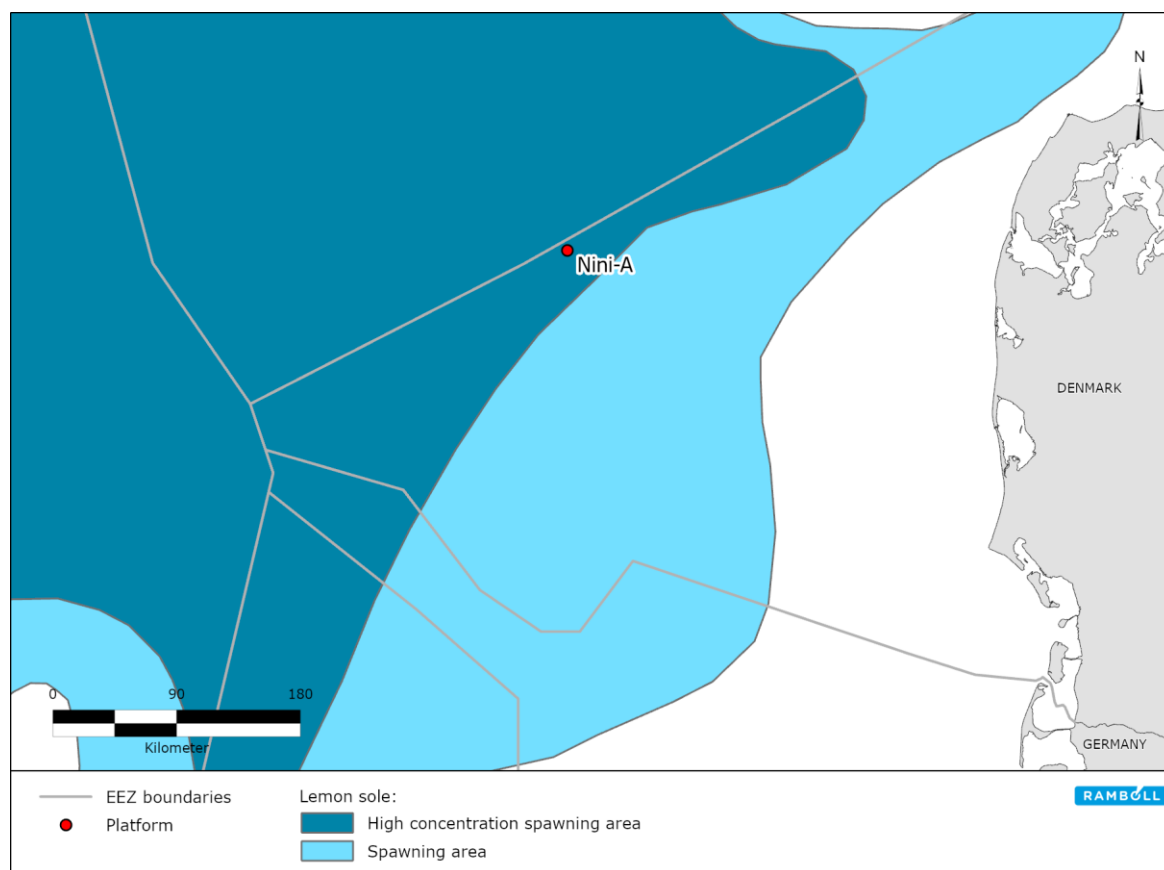
**Tabel 10-20 Gydeperiode: Hvilling (*Merlangius merlangus*).**

Gydning	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Pelagisk												

Der er to hovedtyper af gydning: Demersal og pelagisk gydning. De fiskearter, der findes gydende i projektområdet, er kendetegnet ved pelagisk gydning. Pelagiske gydere har frit flydende æg, der befrugtes i vandsøjlen. Gydepladserne for pelagiske gydere er ofte store og mindre veldefinerede, da de kan skifte placering fra år til år. Hydrografiske forhold, der er afgørende for den pelagiske gydning, spiller en vigtig rolle i reguleringen af gydepladsernes grænser. Pelagisk gydning foregår hovedsagelig på dybder på 20-100 m. Pelagiske æg og larver bæres mere eller mindre passivt rundt af havstrømme. Nogle bæres til opvækstområder, andre forbliver i vandkolonnen. Larvevækst og

transport af larver og æg reguleres af en række miljøfaktorer, f.eks. vind, havtemperatur og strømme, der påvirker transporten til opvækstområder, samt tæthedsafhængig prædation af æg og larver. Størstedelen af fiskebestanden naturlige variabilitet skyldes variation i overlevelsen af æg- og larver. Den årlige variation i rekrutteringen af juvenile fisk kan variere med en faktor på 5 for rødspætte og over 100 for kuller. De fleste arter viser årlige eller mellemårlige bevægelser er relateret til fødetilgængelighed og gydning (OSPAR Commission, 2000). Flere arter fundet i området er demersale gydere, men ingen af disse arter findes gydende i projektområdet. Den nærmeste gydeplads for demersale gydere er de norske gydepladser for tobis, der ligger ca. 11 km fra projektområdet. Under gydningen producerer tobis et stort antal klæbrige æg, der fæstner sig til sand eller grus på havbunden. Larverne klækkes et par uger senere, hvorefter de flyder rundt i strømmen i 3-4 måneder, inden de finder tilbage til havbunden (Hassel et al., 2002; Hvingel et al., 2021). Tobis er meget substratspecifik med hensyn til levesteder og gydepladser, og dette område spiller derfor en central rolle for bestandsdynamikken af tobis i den norske del af Nordsøen (Hvingel et al., 2021).

Projektområdet ligger i et område, hvor der findes vigtige gydepladser rødtunge (Figur 10-16) (Sundby et al., 2017). Desuden er projektområdet en del af et større område, hvor der vurderes at være vigtige gydepladser for torsk, håising, rødspætte, hvilling, makrel og kuller (ICES, 2023).



**Figur 10-16 Projektområdets placering i forhold til gydepladser for rødtunge (Sundby et al., 2017).**

Biomassen af gydebestanden (Spawning Stock Biomass - SSB) af torsk, tunge og skærsing ligger under MSY  $B_{trigger}$  (værdien af SSB, der udløser en specifik forvaltningsforanstaltning) i 2023. Andre arter fiskes over det maksimale bæredygtige udbytte (Fiskedødelighed ved maksimalt bæredygtigt udbytte - FMSY), dvs. skærsing, hestemakrel og makrel i 2023-vurderingerne (ICES, 2023).

#### 10.5.4 Havpattedyr

Spættet sæl, gråsæl, marsvin, hvidnæse og vågehval er de mest almindelige havpattedyr i Nordsøen (Tougaard et al., 2021a). Disse arters biologi og udbredelse samt deres habitatpræference er relateret til fødetilgængeligheden og er beskrevet i Tabel 10-21. Stedets betydning varierer mellem arter, og fordelingen af havpattedyr viser både intra- og interårige variationer.

**Tabel 10-21 Udbredelse og biologi af de mest almindelige havpattedyr; spættet sæl, gråsæl, marsvin, hvidnæse og vågehval. Data er fra: (De Boer, 2010a; Galatius, 2017a; Hammond et al., 2017; Hansen & Høgslund, 2023; Hansen J.W. & Høgslund, 2021; IUCN, 2022; Miljøstyrelsen, 2020a; Tougaard et al., 2021a)**

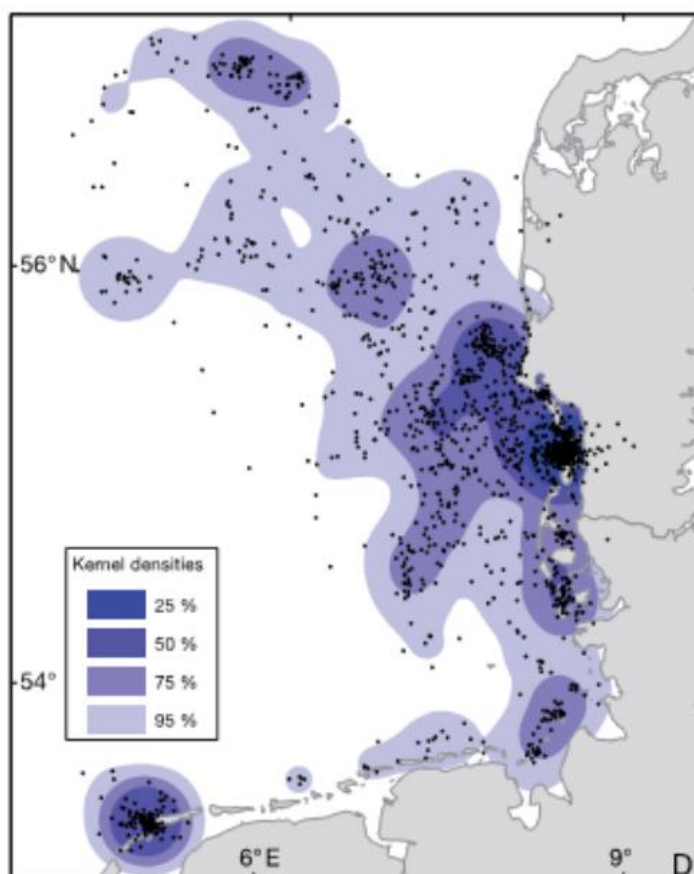
Art	Distribution og biologi
<b>Spættet sæl</b> ( <i>Phoca vitulina</i> )	<p>Spættede sæler er en af de mest udbredte sæler. De findes i hele kystfarvande på den nordlige halvkugle, fra tempererede til polære regioner. Spættede sæler findes hovedsageligt i kystfarvandene på kontinentalsoklen og skråningen og findes også almindeligvis i bugter, floder, flodmundinger og tidevandsområder. På havet ses de oftest alene, men forekommer lejlighedsvis i små grupper. Hvilepladser omfatter klipper, sand- og stenstrande, sandbanker, mudderflader, vegetation og en række menneskeskabte strukturer.</p> <p>I de danske farvande inddeles spættet sæl i fire genetisk adskilte populationer: Vadehavsbestanden, den centrale Limfjordsbestand, Kattegatbestanden og den vestlige Østersøbestand. Vadehavsbestanden er stor, og individer fra denne bestand forekommer også i farvande omkring Holland og Tyskland. I 2021 blev bestanden i den danske del af Vadehavet anslået til 1700 individer, hvilket er et fald i forhold til undersøgelsen fra 2019. Bestandsudviklingen i den hollandske og tyske del af Vadehavet er dog stabil. Denne udvikling peger på, at populationens bæreevne er opnået. Arten er opført på habitatdirektivets bilag 2, og bestandsudviklingen og artens tilstand i danske farvande er i 2019 vurderet som gunstig efter EU's habitatdirektiv.</p> <p>Spættede sæler lever primært af fisk som sild, makrel, torsk, hvilling og fladfisk og lejlighedsvis af rejer, krabber, bløddyr og blæksprutter.</p>
<b>Gråsæl</b> ( <i>Halichoerus grypus</i> )	<p>Gråsæler har en kold tempereret til subarktisk udbredelse i nordatlantiske farvande over kontinentalsoklen. De lægger sig ofte på land, især på fjerntliggende øer og fjerntliggende kyster udsat for det åbne hav.</p> <p>Gråsæler, der forekommer i danske farvande, kan inddeles i to forskellige populationer: den større Nordsøbestand og Østersøbestanden. Nordsøbestanden forekommer i Vadehavet, den vestlige Limfjord og Kattegat. Gråsælen er mindre udbredt end den spættede sæl, men antallet af gråsæler har været stigende i Vadehavet, og i 2021 blev der talt 331 gråsæler i deres fældeperiode i Vadehavet. Arten er opført på habitatdirektivets bilag 2, og arternes bestandsudvikling og tilstand i danske farvande blev i 2019 vurderet som ugunstig.</p> <p>Gråsælen lever af en lang række fisk, herunder tobis, torsk og andre torskefisk, fladfisk, sild og rokker. De kan også fouragere på blæksprutter og hummere.</p>
<b>Marsvin</b> ( <i>Phocoena phocoena</i> )	<p>Marsvin findes i koldt tempererede til subpolare farvande på den nordlige halvkugle. De findes normalt i kontinentalsoklen og besøger også relativt lavvandede bugter, flodmundinger og tidevandskanaler.</p> <p>Bestanden i de danske farvande anses for at bestå af fire populationer: Nordsøbestanden (der findes i Nordsøen, Skagerrak og det nordlige Kattegat),</p>

Art	Distribution og biologi
	<p>Bæltthavsbestanden (der findes i det sydlige Kattegat, Bæltthavet, Øresund og den vestlige Østersø) og Østersøbestanden (selve Østersøen). Marsvin er den mest almindelige hvalart i Nordsøen, og de højeste koncentrationer findes i den centrale og sydlige del samt langs Danmarks vestkyst. Bestandsudviklingen og status for arterne i Nordsøen blev vurderet som gunstig i 2019 (Fredshavn et al., 2019) og i SCANS-IV-undersøgelsen i 2022 blev Nordsøbestanden vurderet som stabil (Gilles, Authier, Ramirez-Martinez, Araújo, Blanchard, Carlström, Eira, Dorémus, Fernández-Maldonado, et al., 2023). Marsvin lever hovedsageligt af fisk som torsk, hvilling, makrel, sild og brisling.</p>
<p><b>Hvidnæse</b> (<i>Lagenorhynchus albirostris</i>)</p>	<p>Hvidnæse har en bred udbredelse og findes i koldt tempereret til subpolære farvande i Nordatlanten. Hvidnæse lever ved kontinentalsoklen og offshore farvande i de kolde tempererede til subpolære zoner, selv om der er tegn på, at deres primære habitat er i farvande på mindre end 200 m dybe. Arten findes bredt over kontinentalsoklen, men især langs kontinentalskrænten.</p> <p>Hvidnæse er almindeligt forekommende i den nordlige del af Nordsøen, i Skagerrak samt i Kattegat. De forekommer året rundt og yngler i Nordsøen, herunder den danske del af Nordsøen (Tougaard et al., 2021a). Bestandsstatus er i 2019 vurderet som gunstig i Nordsøen (Fredshavn et al., 2019). I Nordsøen blev bestanden af hvidnæse anslået til 67.138 individer under SCANS-IV-undersøgelserne i 2022 med tætheder på 0,06 ind./km<sup>2</sup>, hvilket er en stigning fra SCANS-III-undersøgelsen, der estimerede 36.287 individer i Nordsøen i 2016 (Gilles et al., 2023; Hammond et al., 2021a). Disse skøn viser dog ingen signifikante ændringer i antal siden 1994.</p> <p>De lever primært af fisk som sild, torsk, kuller, hvilling og kuller, men kan også leve af blæksprutter og bundkrebssdyr.</p>
<p><b>Vågehval</b> (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>)</p>	<p>Vågehvalen er den mindste art af bardehvaler og er en vidt udbredt art, der findes i alle oceaner og på stort set alle breddegrader, herunder det nordøstlige Atlanterhav.</p> <p>Vågehvaler findes i den centrale og nordlige del af Nordsøen året rundt og i betydeligt antal. De udfører sæsonbestemte migrationer mellem sommerfourageringspladser på højere breddegrader og vinterynglepladser på lavere breddegrader. I løbet af foråret synes vågehvalerne at være koncentreret omkring offshore bankeskråningen nordøst for Dogger Banke, hvilket indikerer, at dette område kan være et vigtigt kerneområde for arten (De Boer, 2010b). Mens arternes udbredelse og tæthed er blevet undersøgt på tværs af deres sommerområde, er deres vinterudbredelse og levesteder ikke veldokumenterede.</p> <p>Artens bestandsudvikling og status i Danmark blev vurderet som gunstig i 2019 (Fredshavn et al., 2019). Populationen blev estimeret til 12.417 individer under SCANS-IV-undersøgelsen i 2022 med tætheder på 0,01 ind./km<sup>2</sup> registreret i projektområdet (Gilles, Authier, Ramirez-Martinez, Araújo, Blanchard, Carlström, Eira, Dorémus, Fernández-Maldonado, et al., 2023).</p> <p>Vågehvalen lever primært af pelagiske fisk som sild og brisling og af små planktoniske krebssdyr.</p>

### Udbredelses- og yngleområder for spættet sæl og gråsæl

Hvilepladser for pinnipeds såsom den spættede sæl (*Phoca vitulina*) og gråsælen (*Halichoerus grypus*) udgør vigtige områder for hvile, fældning og reproduktion, og sæler anses for at være mest sårbare omkring disse områder. Der er registreret hvilepladser for spættet sæl og gråsæl langs den danske vestkyst omkring Limfjorden og Blåvandshuk og sydpå fra Blåvandshuk til Rømø (Hansen & Høgslund, 2023). I 2002 blev 10 spættede sæler fanget i det danske Vadehav for at blive GPS-mærket og sporet (Tougaard et al., 2008). Deres GPS-position giver en indikation af, hvor langt ude i Nordsøen en spættet sæl normalt bevæger sig.

Som det ses i Figur 10-17 svømmede de 10 mærkede sæler aldrig så langt ud som projektområdet.



**Figur 10-17 Satellitafledte positioner for 10 spættede sæler sporet i 2002 (angivet med sorte prikker). Sandsynlig aktivitetsradius beregnet ud fra alle positioner (Tougaard et al., 2008). Nini A er beliggende længere mod vest og er ikke synlig på dette kort.**

Spættede sæler holder for det meste i nærheden af deres hvilepladser, men har vist sig at foretage flerdages, offshore fourageringsture, hvorefter de ofte vender tilbage til deres oprindelige hvilepladser eller et nærliggende sted (Vance et al., 2021). Den gennemsnitlige fourageringsrækkevidde blev fundet til 4,3-55 km (P. M. Thompson et al., 1998), men spættede sæler har vist sig at rejse mere end 100 km fra deres hvilepladser (Cunningham et al., 2009). Gråsæler bevæger sig generelt over større afstande mellem fourageringsområder og hvilepladser sammenlignet med spættede sæler, selvom de ofte vender tilbage til den samme hvileplads for at yngle (Galatius, 2017b; McConnell et al., 1999). Gråsælens bevægelser kan opdeles i to geografiske skalaer; langdistancetransport mellem hvilepladser (op til 2.100 km) og korte retur ture mellem hvilepladser og fourageringsområder (gennemsnitlig rejseafstand 20-60 km) (McConnell et al., 1999).

Den nærmeste fældningsplads for spættet sæl og gråsæl ligger ca. 178 km fra projektområdet, og det er derfor sandsynligt, at gråsæler kan findes fouragerende inden for projektområdet. Perioder med yngel, fældning og parring findes i Tabel 10-22.

**Tabel 10-22 Den tid på året, hvor sæler yngler (B) eller fælder (M) i Nordsøen/danske farvande (Miljøstyrelsen, 2020b).**

Art	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gråsæl			M	M							B	B
Spættet sæl						B	M	M				

Sæler har amfibisk hørelse, da de kan høre både under vand og i luft. Spættede sæler kommunikerer vokalt ved hjælp af et bredt spektrum af lyde ved hjælp af et bredt spekter af lyde, hvor deres auditive lydspekter er mellem, hvor deres auditive lydspektre er mellem 40 Hz-50 KHz (i vand) med de højeste følsomheder mellem 1 kHz og 50 kHz (B. L. Southall et al., 2019; Tougaard et al., 2014a). Data om høreområder for gråsæl er sparsomme, og det antages generelt, at horeevnen for begge arter er ens. Spættet sæl og gråsæl tilhører høregruppen Phocid carnivore (ægte sæler) i vand (PCW), og høreområderne er opført i Tabel 10-23.

**Tabel 10-23 Praktiske, vejledende frekvensområder for hørelse af høregrupper, der er relevante for danske farvande (Energistyrelsen, 2022a). Forkortelser for høregrupper angiver; LF = lavfrekvent, HF = høj frekvens, VHF = meget høj frekvens, pcw = phocid carnivore i vand.**

Høregruppe	Vejledende høreområde
LF (vågehval)	10 – 34,000 Hz
HF (hvidnæse)	1,000 – 120,000 Hz
VHF (marsvin)	1,000 – 150,000 Hz
PCW (ægte sæler)	40 – 50,000 Hz

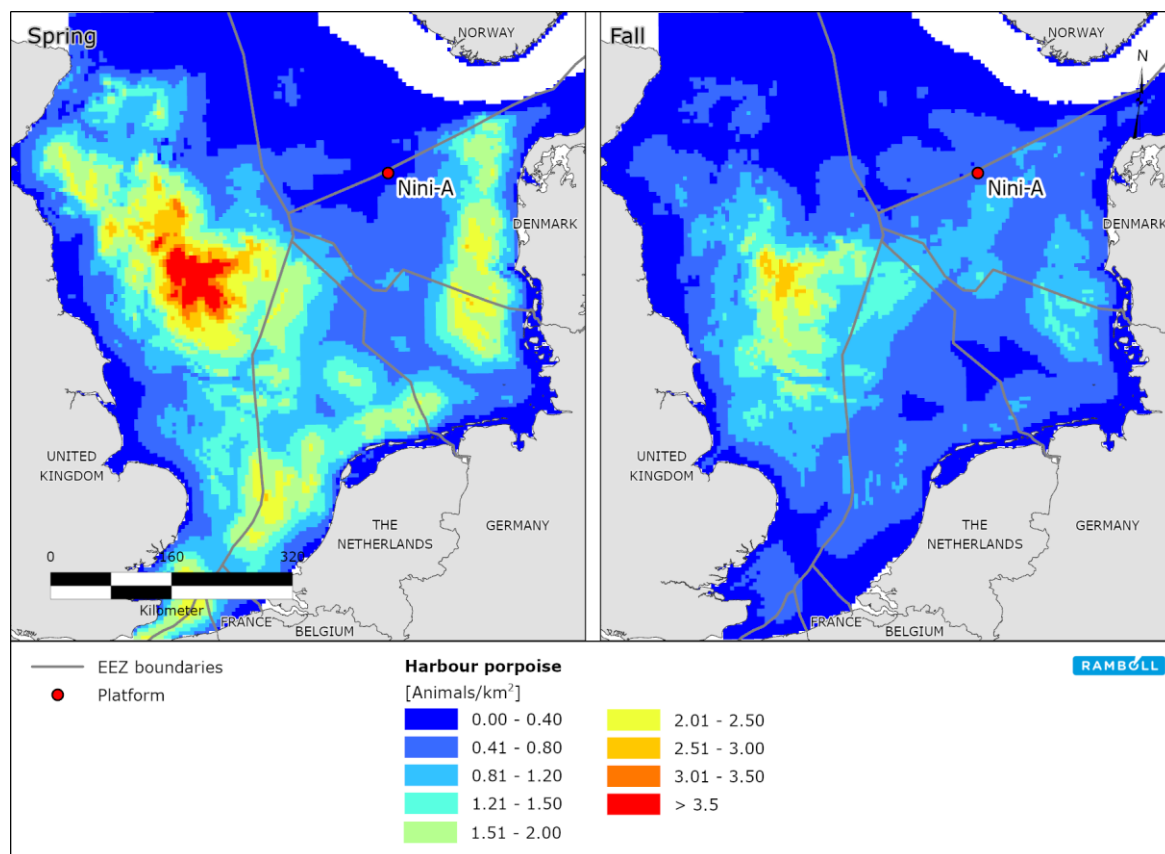
### Udbredelse og yngleområder for marsvin, hvidnæse og vågehval i Nordsøen

Bestanden af marsvin, hvidnæse og vågehvaler i den danske del af Nordsøen er generelt højere i forår og sommer end efterår og vinter (Hammond et al., 2021b; Waggitt et al., 2020a), se Figur 10-18.

Marsvin er kendt for at yngle i Nordsøen, herunder den danske del. Der er ikke fundet særlige yngleområder for marsvin, men områder med høje koncentrationer af individer i yngletiden anses generelt for at være vigtige for bestanden og kan udgøre egnede ynglesteder (Sveegaard et al., 2011). Områder med høj tæthed af marsvin er almindeligt kendt som 'hotspots', og modelforudsigelser har vist hotspots beliggende i den sydlige og sydøstlige del af Nordsøen om foråret, hovedsageligt kystnære tæt på de belgiske og hollandske kyster, der strækker sig mod den tyske kyst ud for de østfrisiske øer. Høj tæthed findes også omkring Sylt Ydre Rev i den tyske del af Nordsøen samt på den jyske nordkyst og ved Doggerbanke om foråret. Om sommeren flytter marsvine-hotspots mod offshore og vestlige områder, hvor der findes store hotspots ud for den tyske og danske vestkyst som strækker sig mod Doggerbanke, hvilket indikerer, at disse lokaliteter kan udgøre ynglepladser for arten (Figur 10-18).

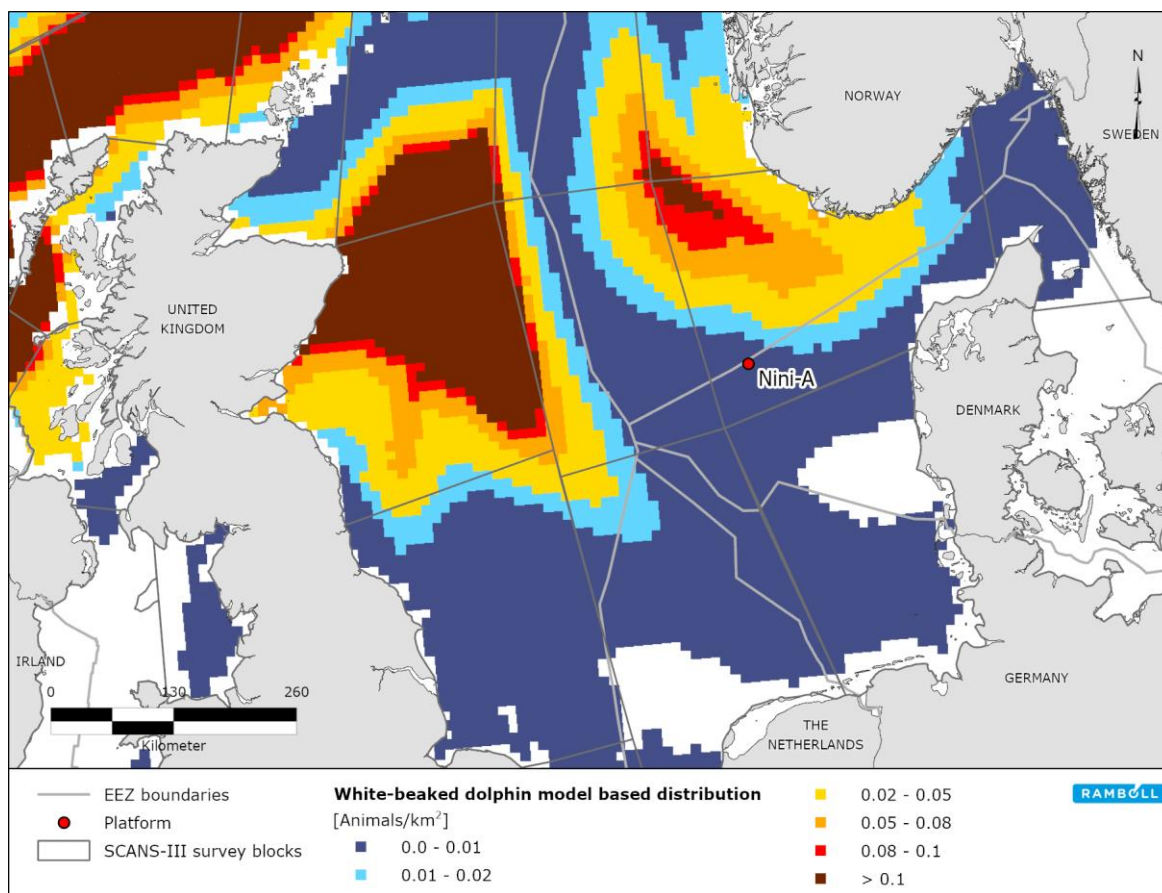
De modellerede sommertætheder i projektområdet er væsentligt lavere end hotspots områderne, der er koncentreret i den vestlige del af Nordsøen, hvilket indikerer, at projektområdet måske ikke udgør et vigtigt yngleområde for marsvin.

Den nyeste undersøgelse af Nordsøen (SCANS-IV) fra 2022 viser, at bestanden af marsvin er stabil. I Nordsøen er estimeret for 2022 (339.000, CV = 0,17) meget lig estimerne for 2016 (345.000, CV = 0,18) og 2005 (355.000, CV = 0,22) sammenlignet med et lidt mindre skøn fra 1994 (289.000, CV = 0,14). På grund af at data kun har tilstrækkelig styrke til at opdage et en bestandnedgang på ca. 1% per år, er der således ingen beviser for en ændring i marsvinebestanden i Nordsøen (Gilles, Authier, Ramirez-Martinez, Araújo, Blanchard, Carlström, Eira, Dorémus, Fernández-Maldonado, et al., 2023). Den anslåede tæthed i undersøgelsesområdet, der også dækker *Projekt Greensand Future*, er 0.47 ind./km<sup>2</sup> (Gilles et al., 2023).



**Figur 10-18** Figur fra (Gilles et al., 2016). Forventet marsvinetæthed i Nordsøen i foråret (marts-maj) og efteråret (sep.-nov.).

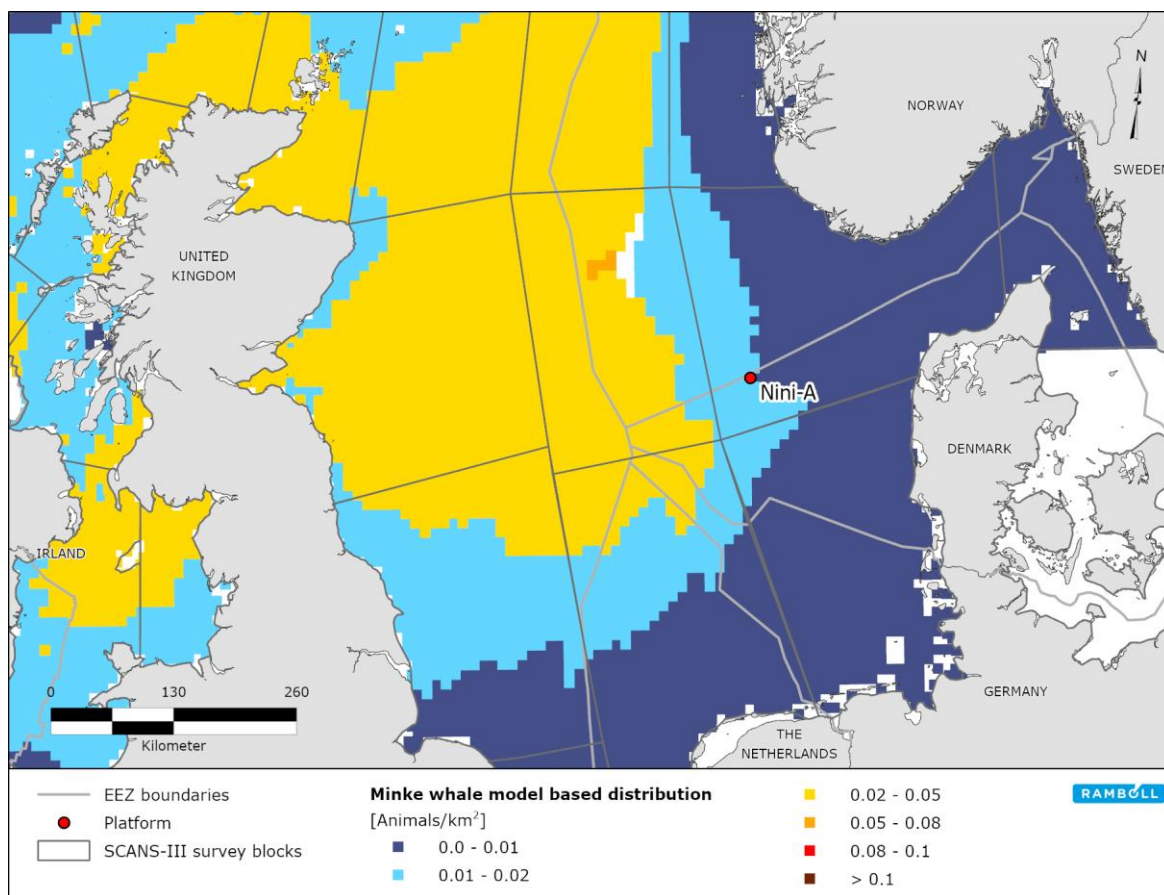
Tætheden for hvidnæser er lavt i projektområdet, 0,02 ind./km<sup>2</sup> og SCANS-III tæthedsdata fra 2016-undersøgelserne viser, at områderne med høj tæthed ligger langs den skotske kyst og den norske sokkel (Hammond et al., 2021b), se Figur 10-19. Tætheder fra SCANS IV-data er lidt højere 0,06 ind./km<sup>2</sup>. Den observerede udbredelse af hvidnæser i 2022 svarer til den, der blev observeret i SCANS-III i 2016, SCANS-II i 2005 og i SCANS i 1994 (Gilles et al., 2023). I 2022 blev de højeste tætheder estimeret omkring Shetlandsøerne, den nordlige del af Nordsøen (NS-E, NS-F) og i det nordvestlige Skotland (CS-G og CS-I), og i 17 observationer blev der observeret store grupper på >10 individer. De højere bestandsestimater i 2022 på 67.138 (CV = 0.33) er højere end alle tidligere estimer fra SCANS-III på 36.287 (CV = 0.29), SCANS-II på 37.689 (CV = 0.36) og fra SCANS i 1994 på 23.716 (CV = 0.30) (Gilles et al., 2023). Tendensanalysen af estimerne i Nordsøen viser ingen signifikant ændring i bestandstørrelsen siden 1994 (Gilles et al., 2023).



**Figur 10-19 Tætheden af hvidnæser i Nordsøen modelleret ud fra undersøgelsesdata fra 2016 (Hammond et al., 2021b).**

Hvidnæsen er også kendt for at yngle i Nordsøen. Data om ynglepladser for hvidnæse i Nordsøen er sparsomme, men forskning tyder på, at arten bevæger sig ind til kysten i ynglesæsonen (Alstrup et al., 2024; Canning et al., 2008; Evans, 1992; Northridge et al., 1995; Weir et al., 2007). Projektområdet er ikke identificeret som potentielt yngleområde for hvidnæsen.

SCANS III-undersøgelsesdata fra 2016 viser, at tætheden af vågehvaler er lav i projektområdet, omkring 0,02 ind./km<sup>2</sup>. Højere tætheder findes langs den skotske kyst og ved Dogger Banke, se Figur 10-20. SCANS IV-resultater fra 2022 viser en endnu lavere tæthed på 0,01 ind./km<sup>2</sup> i projektområdet (Gilles et al., 2023). Bestandsestimatet for 2022 i Nordsøen var 7.856 (CV = 0,28), hvilket er inden for intervallet af tidligere estimater fra SCANS, SCANS-II og SCANS-III, men lavere end den seneste norske undersøgelse (17.792 (CV = 0,24) i 2018; (Solvang, HK et al., 2021). Resultatet af tendensanalysen baseret på de tilgængelige 10 estimater i Nordsøen i perioden 1989-2022 viser ingen signifikant ændring i bestandsstørrelsen siden 1989 (Gilles et al., 2023).



**Figur 10-20 Vågehvalens tæthed i Nordsøen modelleret ud fra undersøgelsesdata fra 2016 (Hammond et al., 2021b).**

Placeringen af ynglepladser for vågehvaler er ukendt. De menes dog at være placeret et sted tæt på ækvatoriale farvande i Nordatlanten (Vikingsson & Heide-Jørgensen, 2005). Projektområdet er derfor ikke udpeget som potentielt yngleområde for denne art.

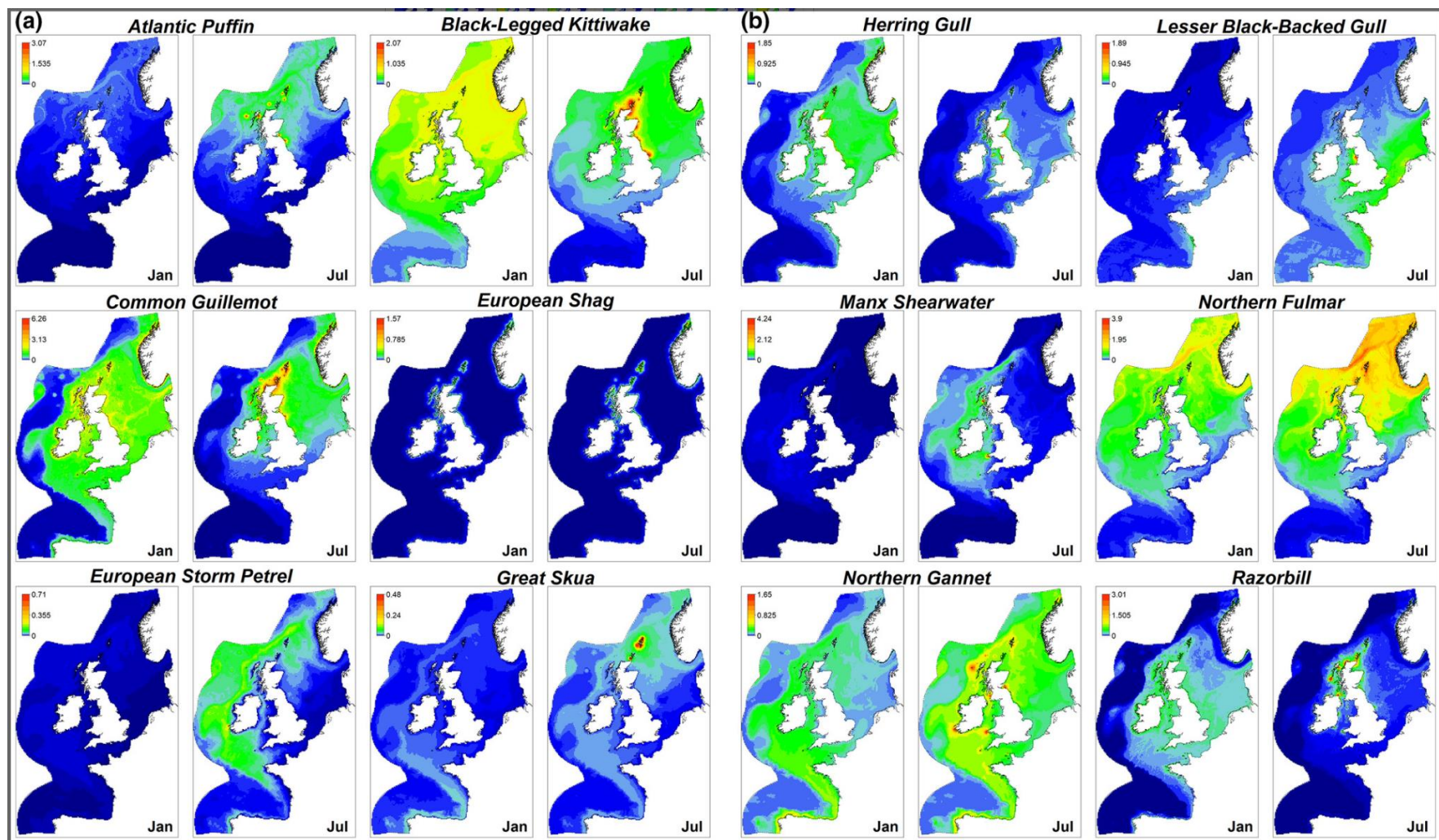
Alle tre hvalarter betragtes som mest sårbare inden for deres yngle- og parringsperioder. Årstider for parring og yngling er vist for hvalarter i danske farvande i Tabel 10-24.

**Tabel 10-24 Årstider hvor hvalarter der findes i danske farvande yngler (B) eller parrer (A) i Nordsøen. (Canning et al., 2008b; Galatius et al., 2013; Galatius & Kinze, 2016; Hasselmeier et al., 2004; Lien et al., 2001; Sonntag et al., 1999; T. B. Sørensen & Kinze, 1994). Yngle- og parringssæsoner for vågehval er ikke veldokumenterede, og årstiderne i tabellen tyder på litteraturen (Christiansen et al., 2014; Keen et al., 2021; Lockyer, 1984).**

Art	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Marsvin				B	B	B	BA	BA	B			
Hvidnæse				A	A	A	BA	BA	B			
Vågehval	BA	BA									B	BA

### 10.5.5 Havfugle

Danske farvande udgør generelt vigtige områder for havfugle, da der er raste- og fourageringsområder for trækfugle samt for en række ynglende havfuglearter. Områder af international betydning for havfugle (også kendt som Important Bird Area, IBA) er vist i Figur 10-22 i afsnit 10.6. Havfugle findes primært i højproduktive farvande såsom kystområder eller tidevandszoner, hvor fødetilgængeligheden er høj. Da projektområdet ligger relativt langt fra det nærmeste IBA (96 km sydvest fra "Skagerrak - Southwest Norwegian Trench", kode DK121) og offshore fra kontinentalsoklen, udgør farvandet omkring platformen ikke et vigtigt område for havfugle. Der er dog fundet flere arter af havfugle omkring Solsort og Arne Syd (COWI, 2022), og det er sandsynligt, at disse arter også forekommer i farvandet i projektområdet. Under NOVANA-undersøgelserne i foråret 2019 blev følgende arter observeret nær projektområdet; sule, ride, sølvmåge, svartbag og alkefugle såsom lomvien (Teknisk rapport fra DCE, 2019). Desuden blev sommer- og vinterudbredelsen af havfugle i Nordsøen modelleret ved hjælp af fartøjs- og flyundersøgelser indsamlet mellem 1980-2018 og viste flere arter, der forekom i projektområdet (Figur 10-21).

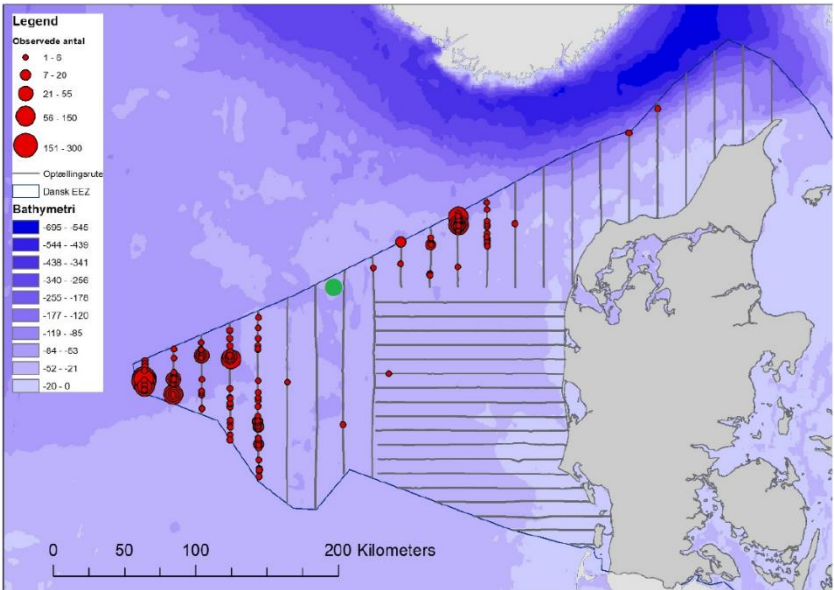


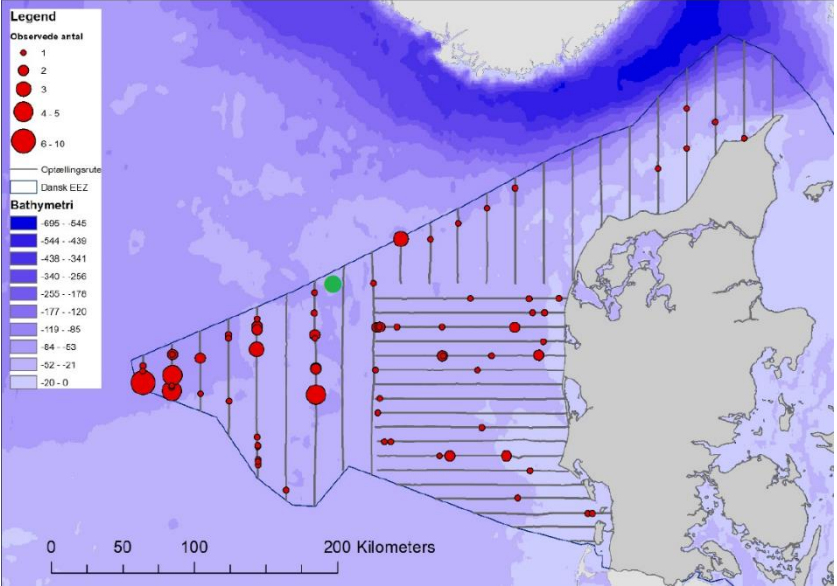
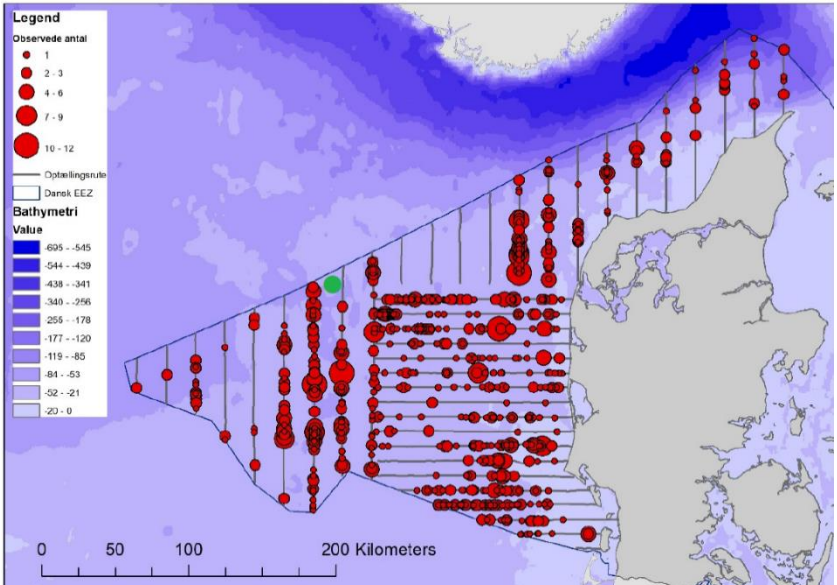
Figur 10-21 Sommer- og vinterudbredelse af havfugle i Nordsøen. Forudsigelserne er baseret på modellerede scenarier (Waggitt et al., 2020a), der er baseret på luft- og fartøjsundersøgelser udført mellem 1980 og 2018 ud over en række miljøparametre.

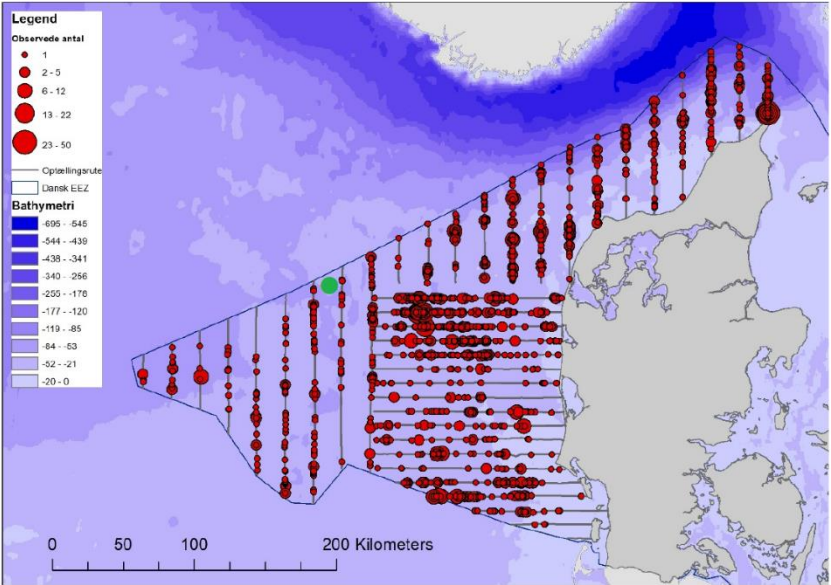
Disse data anses for at være den bedste tilgængelige kilde til bestemmelse af havfugles artsfordeling i projektområdet. Det skal dog bemærkes, at disse modellerede forudsigelser er baseret på data akkumuleret over en lang periode, og variationer i artens udbredelse, som kan have fundet sted i denne periode, kan derfor ikke medregnes i disse data. Disse forudsigelser repræsenterer derfor muligvis ikke den faktiske udbredelse af arter, der findes i projektområdet i dag.

Baseret på NOVANA-undersøgelsen og modellerede forudsigelser er de mest almindelige arter, der findes i projektområdet, vist i Tabel 10-25, sammen med deres respektive udbredelse og biologi.

**Tabel 10-25 Udbredelse og biologi af relevante arter af havfugle fundet i projektområdet. Data er fra (Anderson et al., 2014; Birdlife International, 2022; Harris & Wanless, 1989; JNCC, 2021a, 2022b; Waggitt et al., 2020b).**

Art	Udbredelse og biologi
<b>Mallemuk</b> <i>(Fulmaris glacialis)</i>	<p>Mallemukken er en almindelig ikke-trækkende havfugl, der yngler på klipper og stejle bakker. Den lever af alt fra dyreplankton og små fisk til slagteaffald og udsmid fra kommercielt fiskeri.</p> <p>I projektområdet forventes arten at findes året rundt med de højeste tætheder om sommeren.</p>  <p>Udbredelseskort over 2.455 individer af Mallemuk ved 276 observationer i den danske del af Nordsøen (april og maj 2019) (Teknisk rapport fra DCE, 2019). Den grønne prik markerer det omtrentlige projektområde.</p>
<b>Ride</b> <i>(Rissa tridactyla)</i>	<p>Riden er en almindelig vandrende art, der yngler på klipper, og dens kost består hovedsageligt af små pelagiske stimefisk som tobis, brisling og unge sild. Rider vil dog også søge efter slagteaffald og udsmid omkring fiskerbåde, hvilket kan være en vigtig fødekilde i år, hvor deres foretrukne byttedyr er mindre rigelige.</p> <p>Arten findes sandsynligvis i højeste tæthed om vinteren omkring projektområdet, men forekommer året rundt i området.</p>

Art	Udbredelse og biologi
	 <p>Udbredelseskort over 115 individer af ride ved 78 observationer i den danske del af Nordsøen (april og maj 2019) (Teknisk rapport fra DCE, 2019). Den grønne prik markerer det omtrentlige projektområde.</p>
<b>Lomvie</b> <i>(Uria aalge)</i>	<p>Lomvie er en af de mest udbredte havfugle i de tempererede og koldere dele af den nordlige halvkugle og er en spredt art snarere end en vandrende art. Den yngler på klipper langs kysten. Den lever primært af tobis, brisling og sild.</p> <p>Lomvier findes sandsynligvis året rundt i projektområdet, men i højeste tæthed om vinteren.</p>  <p>Udbredelseskort over 1.311 individer af alkefugle i den danske del af Nordsøen (april og maj 2019). 1.241 blev ikke artsidentificeret og 70 blev identificeret som lomvie (Teknisk rapport fra DCE, 2019). Den grønne prik markerer det omtrentlige projektområde.</p>

Art	Udbredelse og biologi
<b>Alk</b> <i>(Alca torda)</i>	<p>Alken er en vandrende art i det tempererede Nordatlanten og tilstødende dele af det arktiske hav. I det østlige Atlanterhav yngler de så langt sydpå som Frankrig, nord til Svalbard og øst til Hvidehavet i det nordvestlige Rusland. Alke yngler hovedsageligt på små afsatser eller i revner af klipper og i tilhørende skrænter og på kampestensområder. De lever af en række fiskearter som tobis, sild og brisling.</p> <p>Alke findes primært i projektområdet om vinteren.</p> <p>Udbredelseskort: se lomvie</p>
<b>Sule</b> <i>(Morus bassanus)</i>	<p>Sulen er en vandrende art og endemisk i Nordatlanten, hvor de fleste yngler i Storbritannien og Irland. Suler lever af fisk fra både dybt vand (20 m) og fra overfladen, hvor små stimefisk som tobis og udsmid fra fiskerfartøjer udgør deres kost.</p> <p>Modelforudsigelser viser, at arterne forekommer i projektområdet året rundt, men i størst antal om sommeren.</p>  <p>Udbredelseskort over 2.448 individer af alkefugle ved 1.652 observationer i den danske del af Nordsøen (april og maj 2019) (Teknisk rapport fra DCE, 2019). Den grønne prik markerer det omtrentlige projektområde.</p>
<b>Sildemåge</b> <i>(Larus fuscus)</i>	<p>Sildemåge er en almindelig, vandrende art i Nordsøen. Arten bygger rede kolonialt, ofte sammen med andre måger, især sølvmågen. Kolonier findes på øer offshore og inden for ferskvandsområder, kystklipper, klitter, saltmyrer, hedeområder og på hustage. Sildemågen er en altædende, opportunistisk art, og dens kost består af små fisk som sild samt vandlevende og terrestriske hvirvelløse dyr samt slagteaffald og udsmid fra fiskefartøjer.</p> <p>Modelforudsigelser viser, at arten primært er til stede i projektområdet om sommeren.</p> <p>Der er intet udbredelseskort fra DCE (Teknisk rapport fra DCE 2019), da der kun var registreret 19 individer af sildemåger ved 17 observationer.</p>

Art	Udbredelse og biologi
<p><b>Sølvmåge</b> (<i>Larus argentatus</i>)</p>	<p>Sølvmågen er en almindelig, vandrende art i Nordsøen og yngler hovedsageligt i Nord- og Vesteuropa. Det foretrækker at bygge rede på klippekyst med klipper, holme og offshore øer, selvom en række andre levesteder anvendes, herunder klitter, stenbanker og i stigende grad hustage af bygninger i byområder. Sølvmågen er en opportunistisk art, der både er rovdyr og ådselæder. Mens den primært fouragerer langs kysten, lokkes den også af udsmid fra fiskeindustrien og lossepladser. Uden for ynglesæsonen er sølvmåger almindelige langs kyster og kystnære farvande, men forekommer også inde i landet.</p> <p>Tilstedeværelsen af sølvmåge forudsiges primært i projektområdet om vinteren.</p> <p>Udbredelseskort over 1.336 individer af sølvmåger ved 264 observationer i den danske del af Nordsøen (April and May 2019) (Teknisk rapport fra DCE, 2019). Den grønne prik markerer det omtrentlige projektområde.</p>

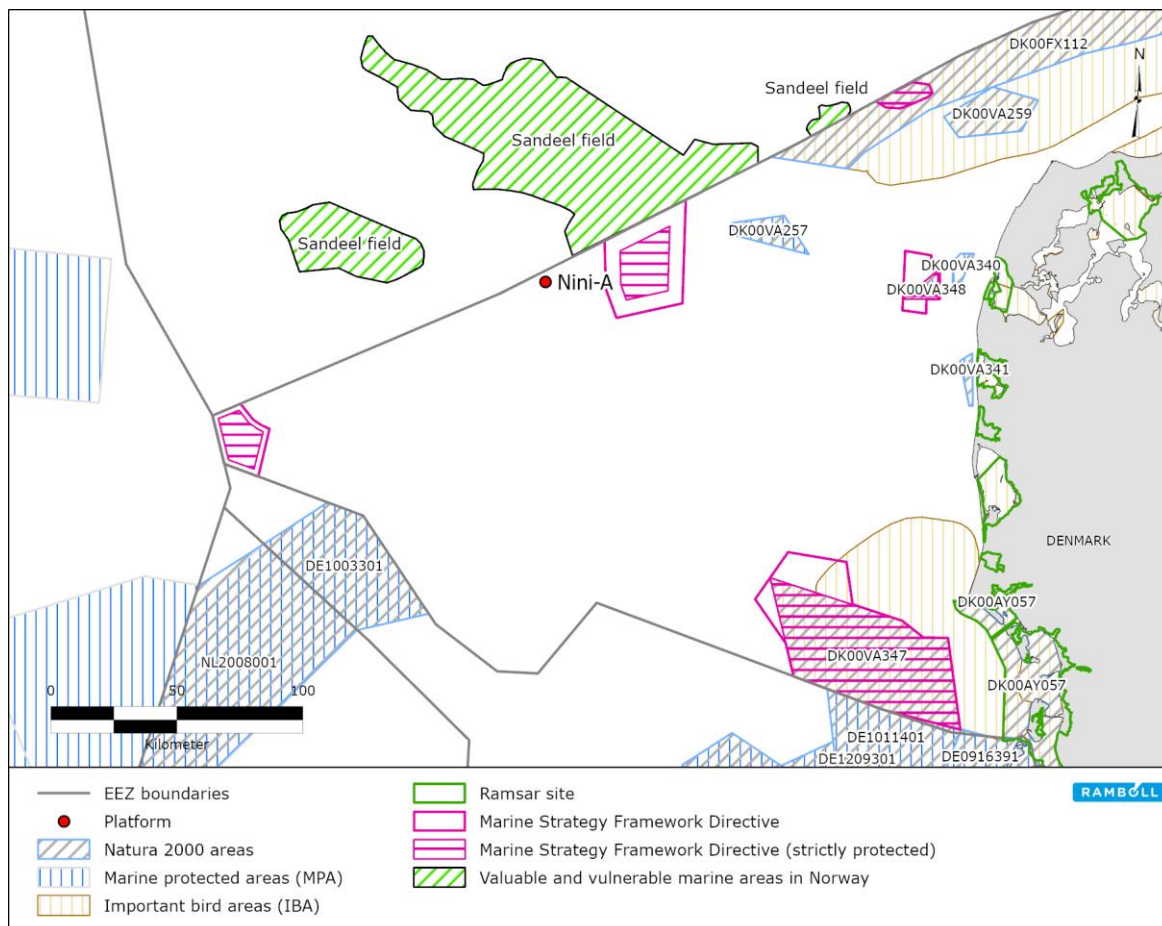
### 10.5.6 Bilag IV-arter

Det vurderes, at hvaler er den eneste artsgruppe, der er opført i habitatdirektivets bilag IV, og som potentielt forekommer regelmæssigt i projektområdet. Alle hvalarter er opført som bilag IV-arter og er som sådan beskyttet i hele deres naturlige udbredelsesområde. Tre hvalarter er hjemmehørende i Nordsøen, dvs. marsvin, hvidnæse og vågeval. Bestandstilstanden for alle tre arter er vurderet som gunstig i den danske del af Nordsøen i 2019 (Fredshavn et al., 2019). Yderligere detaljer om udbredelse og biologi for de tre arter findes i afsnittet 10.5.4 – Havpattedyr. Andre hvalarter er sjældne og trækker kun lejlighedsvis ind i Nordsøen fra Atlanterhavet (Tougaard et al., 2021b).

Som beskrevet i afsnittet 10.5.4 er projektområdet ikke identificeret som et vigtigt yngle- eller fourageringsområde for nogen bilag IV-arter.

## 10.6 Beskyttet natur

Beskyttet natur omfatter Natura 2000-områder, områder udpeget i henhold til havstrategirammedirektivet, Ramsarområder, vigtige fugleområder (Important Bird Areas - IBA), værdifulde og sårbare områder (Særlig Verdifulde og Sårbare Områder - SVO) og beskyttede havområder (MPA). Beskyttede områder i den centrale del af Nordsøen tæt på projektområdet er vist i Figur 10-22.



Figur 10-22 Beskyttede områder i Nordsøen og placeringen af Nini A-plattformen.

### 10.6.1 Natura 2000-områder

Det er obligatorisk at vurdere, om projektet i væsentlig grad kan påvirke bevaringsmålsætningerne for et Natura 2000-område. De nærliggende Natura 2000-områder er beskrevet og vurderet i kapitel 17.

### 10.6.2 Havstrategiområder

Havstrategirammedirektivet er nedfældet i havstrategiloven (LBK nr. 123 af 01/02/2024). Statslige, regionale og kommunale myndigheder er bundet af de miljømål og handlingsprogrammer, der er fastsat i henhold til denne lov. Det nærmeste havstrategiområde ligger ca. 17 km fra projektområdet (Figur 10-22). Projekternes indvirkning på de havstrategiområder, der er beskyttet i henhold til havstrategirammedirektivet, samt de tilhørende deskriptorer beskrives og vurderes i kapitel 15.

### 10.6.3 Ramsarområder

Ramsarområder er vådområder af international betydning, der er udpeget i henhold til kriterierne i Ramsarkonventionen om vådområder for at indeholde repræsentative, sjældne eller unikke vådområdetyper eller for deres betydning for bevarelsen af den biologiske mangfoldighed. Disse lokaliteter findes generelt tæt på kysten, og det nærmeste Ramsarområde ligger ca. 170 km fra projektområdet på den jyske vestkyst (Figur 10-22). I Danmark falder alle Ramsarområder sammen med særligt beskyttede områder efter fugledirektivet og indgår derfor i Natura 2000-nettet og vil blive vurderet som sådan i kapitel 16.1.

### 10.6.4 Fuglebeskyttelsesområder

Fuglebeskyttelsesområder eller "Important Bird Areas" (IBA) er et program under BirdLife International, der har til formål at beskytte udpegede områder, der anses for vitale for fuglebestande og biodiversitet generelt. Det nærmeste fuglebeskyttelsesområde er "Skagerrak - Southwest Norwegian Trench" - kode DK121, som ligger 96 km nordøst for projektområdet.

### 10.6.5 Værdifulde og sårbare områder ("Særlig Verdifulle og Sårbare Områder")

Særlig Verdifulle og Sårbare Områder (SVO'er) er havområder af væsentlig betydning for biologisk mangfoldighed og produktion, som er udpeget af den norske regering som led i deres havforvaltningsplan. Formålet med disse havforvaltningsplaner er at opnå en god miljøtilstand for alle havområder.

*Projekt Greensand Future* er beliggende i forvaltningsområdet "Nordsøen og Skagerrak". Ifølge den seneste forvaltningsplan fra 2019-2020 er de overordnede mål for havområdet:

- Naturligt forekommende arter bør findes i levedygtige populationer, der sikrer reproduktion og langsigtet overlevelse.
- Arter, der spiller en central rolle for økosystemets funktion, struktur, produktivitet og dynamik, bør forvaltes på en måde, der sikrer arternes evne til at bevare denne rolle.
- I marine habitattyper, som spiller en vigtig rolle for økosystemets funktion, struktur, produktivitet og dynamik, bør alle aktiviteter finde sted på en måde, der sikrer, at alle økologiske funktioner opretholdes.
- Skader på marine habitater, der betragtes som truede eller sårbare, bør undgås.
- Aktiviteter, der medfører støjforurening i et omfang, der kan påvirke arternes adfærd, bør begrænses for at undgå fortrængning af bestande eller andre negative virkninger på det marine økosystem.

Specifikke mål vedrørende SVO'er er:

- Menneskelige aktiviteter i og uden for SVO'erne bør udvise særlig forsigtighed og bør finde sted på en måde, der ikke truer SVO'ernes økologiske funktioner eller naturlige mangfoldighed.
- Forvaltningsplanerne bør tage særligt hensyn til behovet for beskyttelse af sårbare naturtyper og SVO-arter.

Aktiviteten inden for SVO'erne er ikke begrænset, men der bør udvises forsigtighed både indenfor og udenfor områderne med hensyn til målene i forvaltningsplanen.

Projektområdet ligger ca. 11 km sydvest for SVO-område NS2 "Tobisfelt", der er udpeget på grund af dets karakteristiske sediment og fysisk-kemiske egenskaber, hvilket gør det til et ideelt levested og gydeområde for tobis (Figur 10-22). Området undersøges årligt og har i de senere år støttet regelmæssig rekruttering af tobis (Hvingel et al., 2021). Desuden udgør tobisfeltet vigtige fødeområder for flere havfugle, herunder lomvie (*Uria aalge*), ride (*Rissa tridactyla*) og

mallebukken (*Fulmarus glacialis*) og i mindre grad søkonge (*Alle alle*) og lunde (*Fratercula arctica*) (P. Fauchald et al., 2015; Systad et al., 2019).

#### 10.6.6 Beskyttede havområder

MPA'er er geografisk adskilte områder, for hvilke der er fastsat bevaringsmålsætninger. IUCN definerer beskyttede havområder som "et klart defineret geografisk område, anerkendt, dedikeret og forvaltet ved hjælp af lovlige eller andre effektive midler for at opnå langsigtet bevarelse af naturen med tilhørende økosystemtjenester og kulturelle værdier".

IUCN anerkender seks forskellige kategorier af beskyttede havområder, klassificeret efter deres mål:

1. Beskyttet område, der hovedsagelig forvaltes med henblik på videnskab eller naturbeskyttelse (strengt naturreservat/naturområde)
2. Beskyttet område, der hovedsagelig forvaltes med henblik på beskyttelse af økosystemer og rekreation (nationalpark)
3. Beskyttet område, der hovedsagelig forvaltes med henblik på bevarelse af specifikke naturværdier (naturmonument eller -træk)
4. Beskyttet område, der hovedsagelig forvaltes med henblik på bevaring gennem forvaltningsindgreb (habitat-/artsforvaltningsområde)
5. Beskyttet område, der hovedsagelig forvaltes med henblik på landskabs-/havlandskabsbevarelse og rekreation (beskyttet landskab/havlandskab)
6. Beskyttet område, der hovedsagelig forvaltes med henblik på bæredygtig udnyttelse af naturlige økosystemer (forvaltet ressourcebeskyttelsesområde).

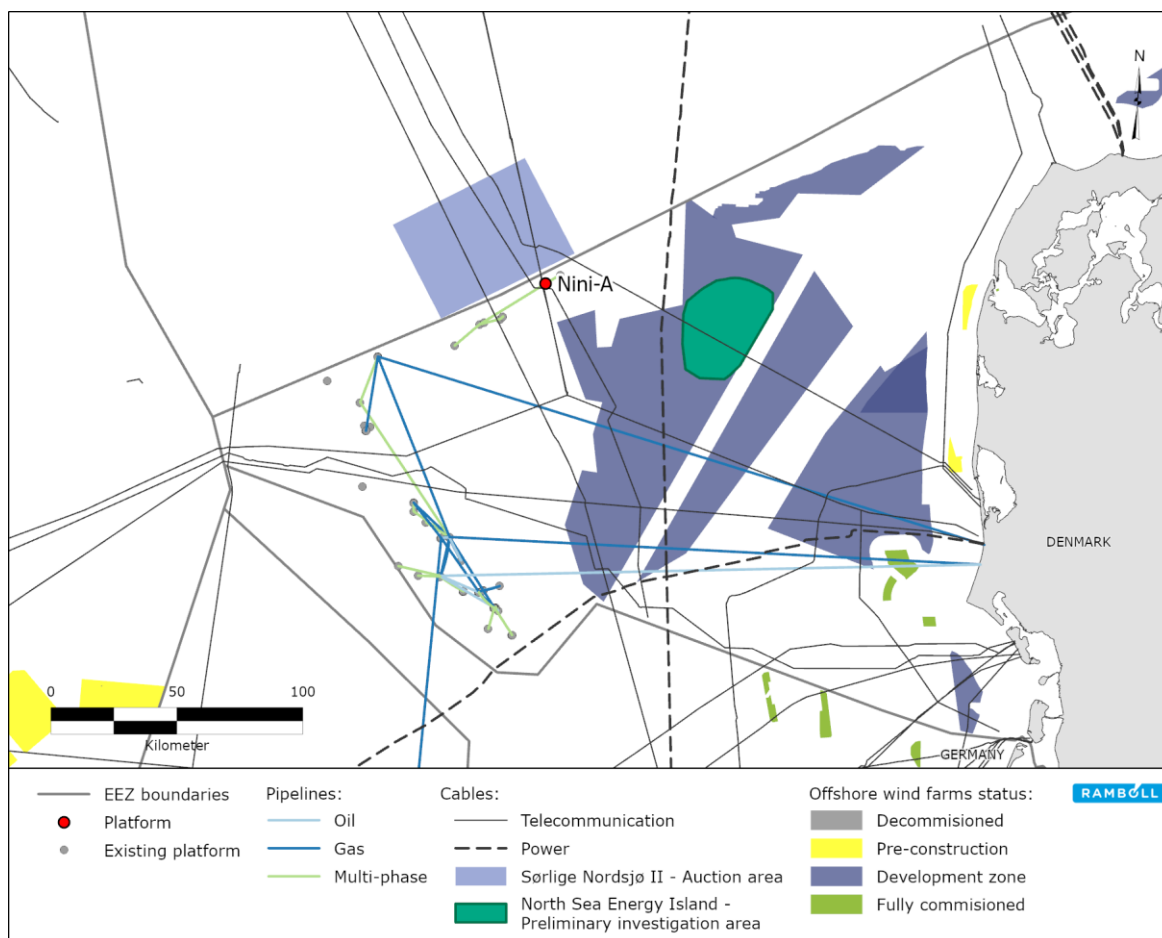
MPA'er falder ofte sammen med Natura 2000-områder, og da sidstnævnte giver en langt strengere beskyttelse, er det kun beskyttede havområder, der ellers ikke er beskyttet, der tages i betragtning i det følgende.

Det beskyttede havområde, der ligger tættest på *Projekt Greensand Future*-området, er Fulmar, en 2.437 km<sup>2</sup> stor havbeskyttelseszone beliggende inden for Storbritanniens nationale farvande ca. 167 km vest for projektområdet. Fulmar er karakteriseret som "mindre beskyttet/ukendt", hvilket betyder, at området er noget fredet, men giver mulighed for moderat til ekstensiv indvinding/udnyttelse og tilhørende påvirkninger.

Fulmar er udpeget i henhold til Marine and Coastal Access Act (2009) for specifikt at beskytte de tre naturtyper: tidevandsblandede sedimenter, tidevandsmudder og tidevandssand og muslingeearten molboøsters (*Arctica islandica*; (JNCC, 2022a).

#### 10.7 Materielle goder

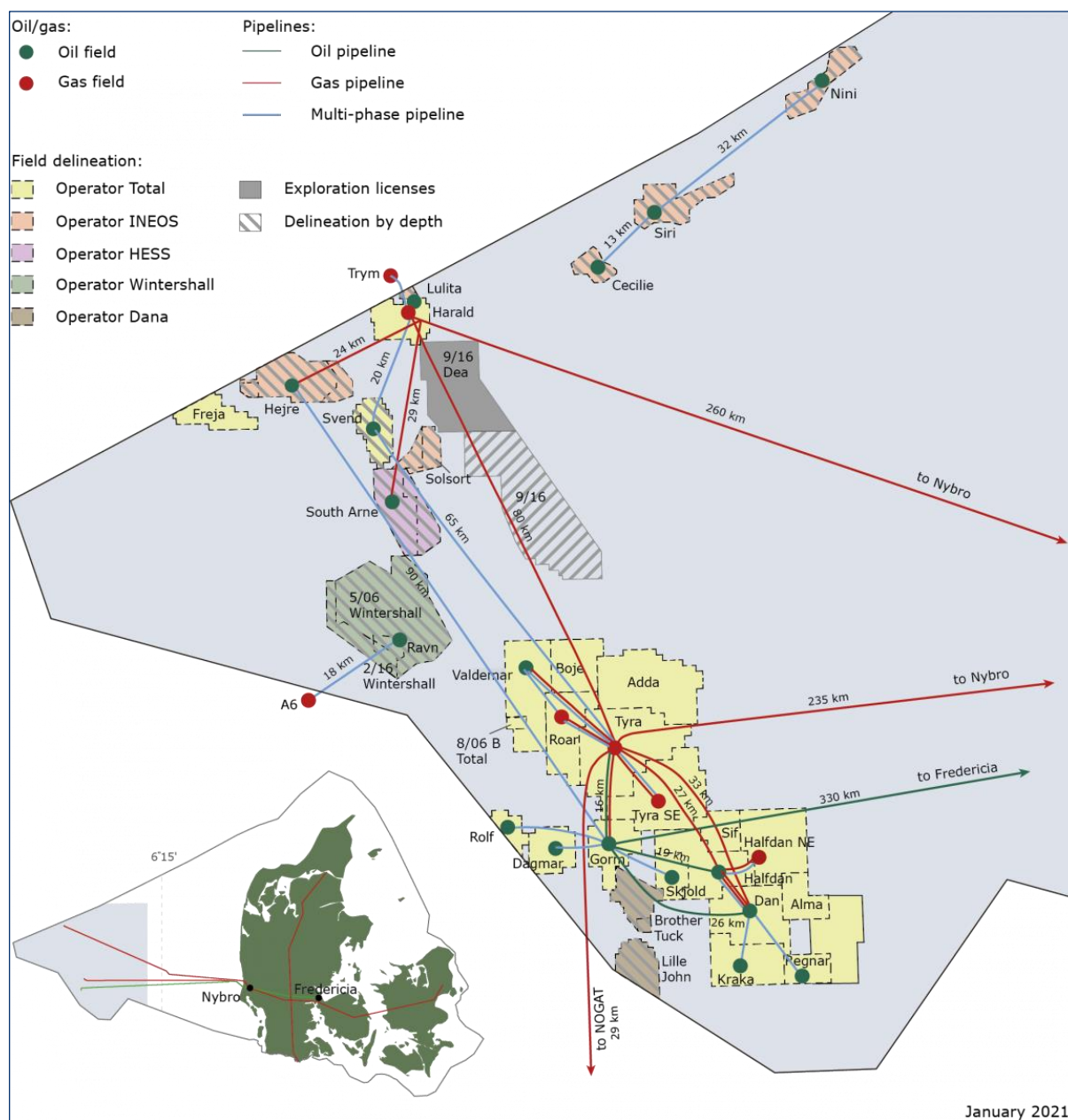
Materielle goder omfatter eksisterende olie- og gasinfrastruktur, havvindmølleparker, kabler og rørledninger (samlet behandlet som offshoreinfrastruktur i det følgende) samt skibstrafik. Projektområdets placering i forhold til offshore-infrastruktur fremgår af Figur 10-23.



Figur 10-23 Placering af projektområde og eksisterende offshore infrastruktur i Nordsøen.

### Olie- og gasfelter

Flere olie- og gasfelter ligger i den centrale del af Nordsøen, herunder projektområdet, der findes i det nordøstlige hjørne af den danske del af Nordsøens olie- og gasefterforskningsområde. De nærmeste, producerende olie- og gasfelter er Harald og Svend (Figur 10-24), som begge drives af Total Energy og er forbundet med Tyra-feltet længere sydpå. Andre felter i nærheden af projektområdet omfatter de to felter, Solsort og Hejre, som begge er under udvikling, og Syd Arne, som i øjeblikket er i produktion. Alle tre felter drives af INEOS.



**Figur 10-24 Olie- og gasfelter i den danske del af Nordsøen. Bemærk: Figuren er fra januar 2021, hvor South Arne stadig blev opereret af HESS. Feltet blev senere overtaget af INEOS E&P A/S i 2021, som nu er operatøren (Energistyrelsen, 2022e).**

### Offshore vindenergi

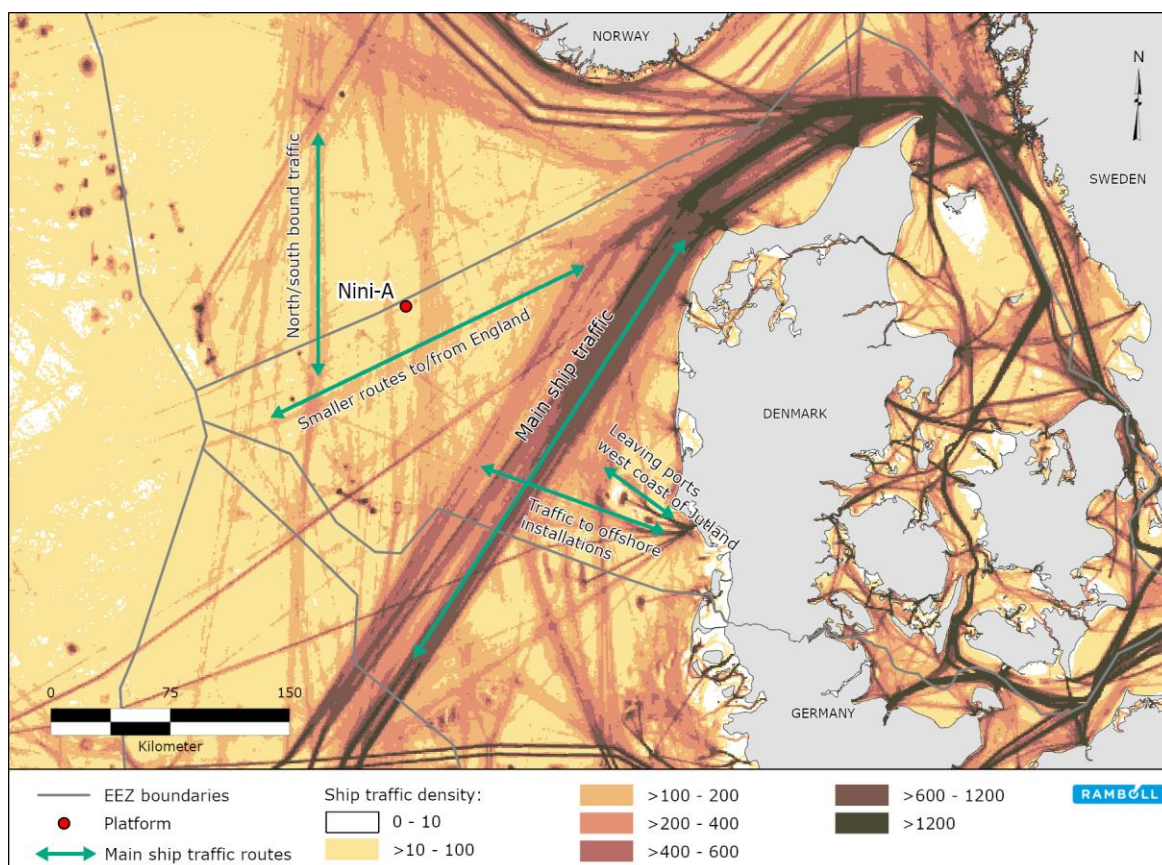
Den nærmeste operative havvindmøllepark (OWF) til projektområdet er samlingen af vindmøller ved Horns Rev ca. 170 km sydøst for projektområdet, som består af Horns Rev I, Horns Rev II og Horns Rev III med i alt 220 vindmøller. Desuden blev et bredt flertal i Folketinget i juni 2020 enige om at etablere to offshore energiøer, hvoraf den ene placeres i Nordsøen. Det foreløbige undersøgelsesområde ligger i øjeblikket 53 km øst for projektområdet, og Nordsøens Energiø vil blive placeret inden for dette område. Norge har for nylig foreslået en ny udviklingszone for OWF, Sørlige Nordsjø II, som vil blive placeret på grænsen til den eksklusive økonomiske zone (EØS) ca. 5 km nord for projektområdet.

## Kabler og rørledninger

Projektområdet krydses af to undersøiske telekommunikationskabler (se Figur 10-23). Begge kabler er i brug.

## Skibstrafik

Det Europæiske Agentur for Søfartssikkerhed (EMSA) har udarbejdet kort over skibstrafiktætheden på grundlag af data fra det automatiske identifikationssystem (AIS), der blev indsamlet i 2021, i et areal-net på 1x1 km, der dækker alle europæiske farvande, herunder Nordsøen. Alle fartøjer over 300 bruttotonnager skal have AIS installeret (klasse A-transpondere). Det samme gælder for passagerskibe og alle fiskerfartøjer med en længde på over 15 m (EU-regler). Mindre fartøjer uden krav om at bære AIS-udstyr omfatter lystbåde og andre mindre både. Nogle af disse har imidlertid valgt at få installeret AIS (klasse A- eller B-transpondere) for at være mere synlige til søs og vil derfor også være repræsenteret i dataene. På grund af afstanden fra land antages trafik med mindre lystbåde at være begrænset i projektområdet, og lystbådstrafikken adresseres derfor ikke yderligere. Som det ses i Figur 10-25 ligger projektområdet uden for sejlruterne i et område, der generelt er præget af lavere tætheder af skibe (>10-100 skibe pr. km<sup>2</sup> i 2021).



**Figur 10-25 Skibstrafikken i den centrale Nordsø omkring Nini A. Skibstrafiktætheden er vist som ruter pr. kvadratkilometer pr. år og baseret på AIS-data indsamlet fra alle skibe i 2021 (EMODnet, 2021b).**

Hovedskibstrafikken omkring projektområdet består af transittrafik mellem det europæiske fastland og indsejlingen til Skagerrak nord for Jylland. Trafiktætheden her er mere end 1.200 skibe pr. km<sup>2</sup> i 2021, svarende til over 20.000 skibsbevægelser om året. Skibstrafikken består hovedsageligt af handelsskibe, dvs. fragt- og tankskibe. Derudover passerer en del skibstrafik over Nordsøen i forskellige retninger, f.eks. i retning mere øst/vest mellem den engelske kyst og de indre danske farvande og i retning nord/syd mod Norge. Endelig ses også en betydelig skibstrafik til og fra havne

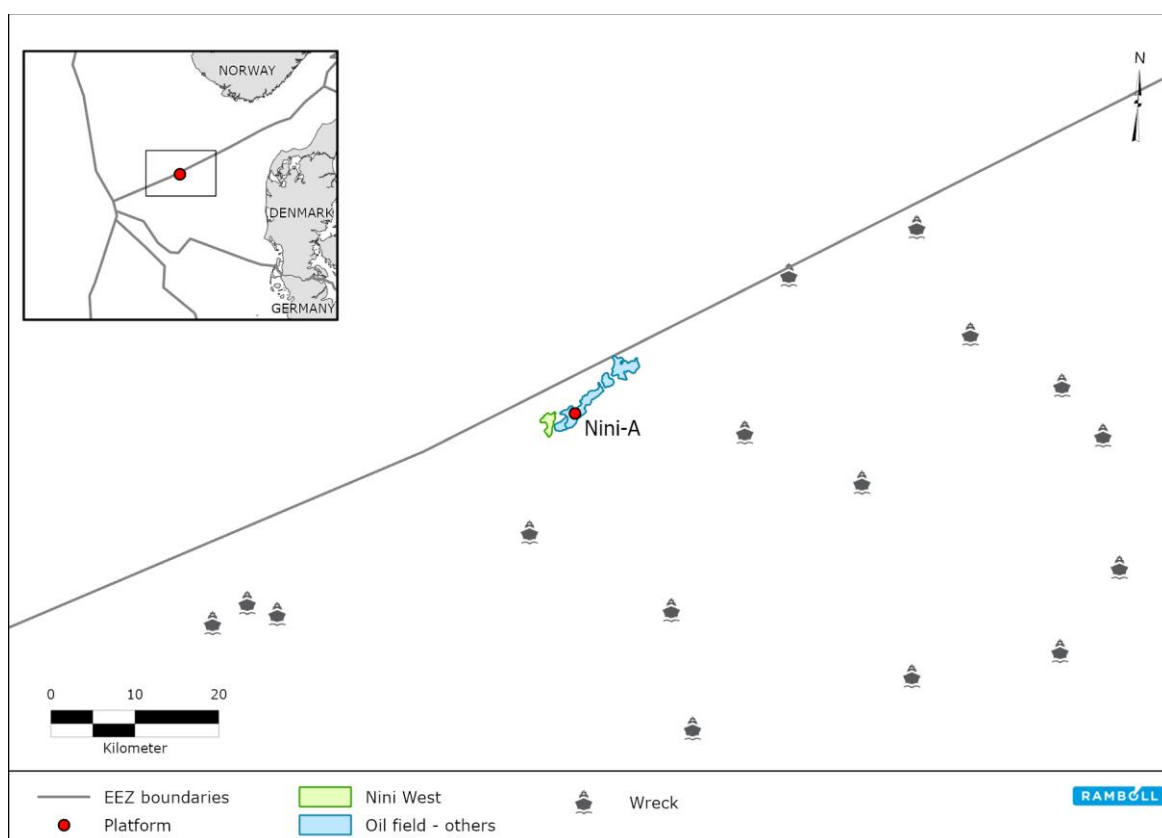
på den jyske vestkyst, f.eks. Esbjerg. Størstedelen af denne skibstrafik er relateret til trafik til og fra offshoreanlæg i Nordsøen. Denne skibstrafik krydser hovedskibstrafikken for at nå frem til de centrale dele af Nordsøen.

Der er defineret formelle skibskorridorer og trafiksepareringer i Nordsøen nord for Tysklands kyst, i Den Engelske Kanal og i de indre danske farvande. I de centrale dele af Nordsøen og langs den danske vestkyst er der ingen formelle IMO-regulerede sejlruiter, og sejladsen foregår derfor efter havets regler. Nordsøen er dog et område med løbende udvikling, og flere områder er udpeget som udviklingsområder for vindenergi. Nogle områder midt imellem udviklingsområder er defineret som områder for skibskorridorer i den maritime fysiske plan (Søfartsstyrelsen, 2021).

### 10.8 Kulturarv

De marine fortidsminder i Nordsøen består primært af to brede kategorier: palæolitiske til neolitiske landskaber, bopladser og genstande og andre menneskeskabte fortidsminder, herunder skibs- og flyvrag fra både moderne og historiske perioder.

Vrag af skibe og fly er de mest sandsynlige fortidsminder, der findes i nærheden af projektområdet. Men i betragtning af den omfattende aktivitet omkring Nini-komplekset gennem de sidste 20 år, hvor der ikke er identificeret vrag, forventes projektområdet ikke at have nogen fortidsminder. De fortidsminder, der er fundet tættest på projektområdet, er et uidentificeret vrag dateret mellem 1661-2009 AC beliggende ca. 20 km sydøst for projektområdet (Figur 10-26) (Slots- og Kulturstyrelsen, 2022).



**Figur 10-26 Fortidsminder i den danske del af Nordsøen omkring Nini A. Data stammer fra (Slots- og Kulturstyrelsen, 2022).**

Skibsvrag afspejler en divers gruppe af fartøjer, der varierer i alder, størrelse og type. Ikke alle skibsvrag har samme kulturarvsværdi. Når vragene først er på havbunden, er de tilbøjelige til at pådrages fysisk ødelæggelse af naturlige årsager, såsom storme, eller af menneskelige aktiviteter, såsom bundtrawling eller direkte skader fra aktiviteter på havbunden eller i vandsøjlen. Et skibsvrag behøver ikke nødvendigvis at være fuldt intakt for at være af arkæologisk interesse. På grund af fysiske forhold i Nordsøen og tilstedeværelsen af pæleorm skrider nedbrydningen af træ og andre organiske materialer relativt hurtigt frem sammenlignet med områder som Østersøen. Selv nogle stærkt nedbrudte skibsvrag kan give værdifulde oplysninger efter grundige undersøgelser af skrogrester, udstyr, last og andre artefakter, der tilhører vraget. Det er derfor vigtigt at erkende, at 'fortidsmindeområdet' af et vrag, ikke bare er selve skroget, men omfatter det samlede deponerings- og distributionsareal for resterne fra et ødelagt vrag, som i mange tilfælde er væsentligt større end det faktiske skrog.

I en undersøgelse af havbundsaffald fra DONG (DONG, 2005) i 2005 blev der observeret fem sonarkontakter med side-scan sonar inden for et areal på 500 x 500 meter omkring Nini A. DONG tolkede disse som affald, og to af de største kontakter blev fundet i aftryk fra spudcans. Ingen af de fem kontakter er blevet visuelt bekræftet fra et arkæologisk synspunkt. Der findes ingen arkæologiske undersøgelser af projektområdet, og tilstedeværelsen af fortidsminder i projektområdet kan derfor ikke helt udelukkes.

## 10.9 Fiskeri

Nordsøen er et vigtigt område for kommercielt fiskeri. Omkring 6.600 fiskefartøjer er aktive i Nordsøen, som omfatter Nordsøen, Den Engelske Kanal, Skagerrak og Kattegat. Her toppede landingerne i 1970'erne med 4 millioner tons, og det er siden faldet til omkring 2 millioner tons i dag. Den samlede fiskeriintensitet er faldet kraftigt siden 2003. Landinger af pelagiske fiskearter (f.eks. sild og makrel) er større end demersale fisk (f.eks. tobis og kuller). Fangsterne stammer fra mere end 100 fiskebestande. Udsnitsniveauet er højest blandt demersalt og bentisk fiskeri. Fiskeredskabernes geografiske fordeling eller præference varierer i Nordsøen. De fiskebestande, der fanges i Nordsøen, fiskes i overensstemmelse med opnåelsen af en god miljøtilstand i henhold til EU's havstrategirammedirektiv, men bestandenes reproduktionsevne har ikke nået dette niveau. Den største fysiske forstyrrelse af havbunden skyldes mobile bundsløbende redskaber.

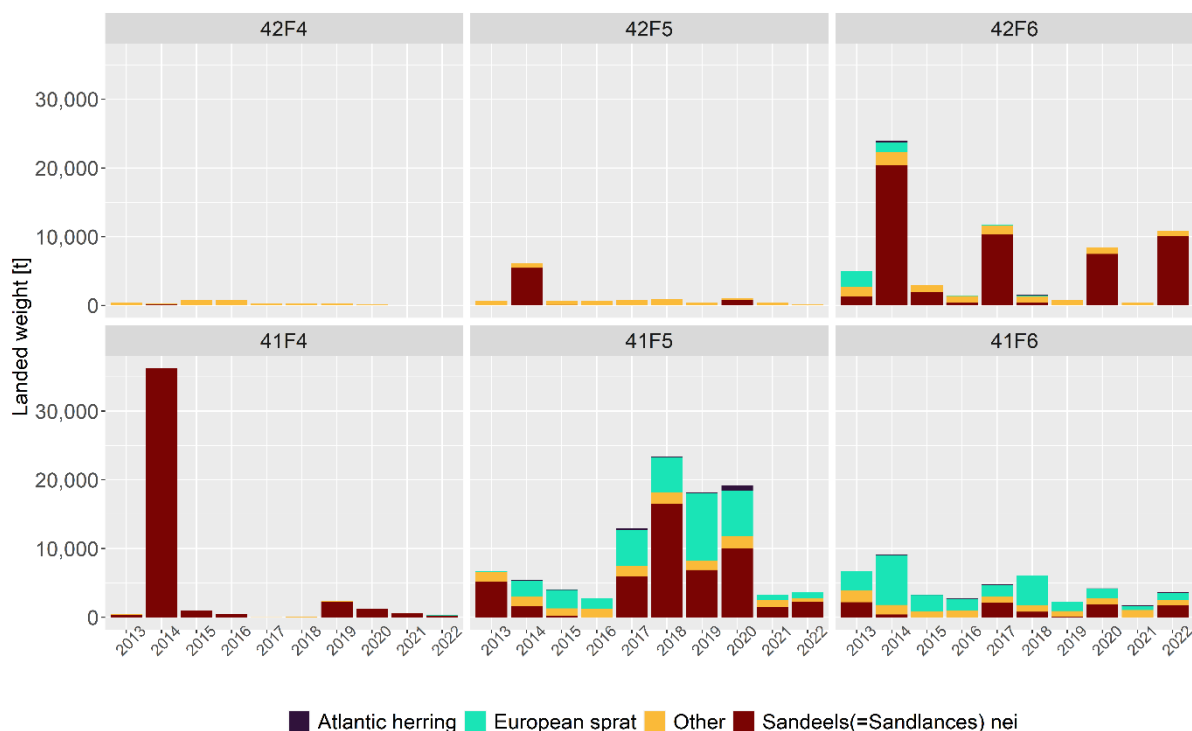
For at få en geospatial forståelse af fiskeriet i nærheden af projektområdet er logbogsdatasæt fra Fiskeristyrelsen analyseret. Logbogen indeholder data om landinger efter art, vægt, ICES-kvadrat, år og anvendt redskabstype. Projektområdet ligger i ICES-kvadrat 42F5, men der blev også indhentet data for nærliggende kvadrater 42F4, 42F6, 41F4, 41F5 og 41F6 for perioden 2013-2022 (se ICES-kvadraterne placering i Figur 10-29). I perioden blev der registreret 62 arter af fisk, krebsdyr og bløddyr. Blandt de registrerede arter blev 44 også fundet i 42F5. Landgangen i 42F5 bestod hovedsageligt af tobis (54,3%), rødspætte (36,9%), rødtunge (2,4%), torsk (1,8%) og pighvar (1,1%). Fangstsammensætningerne er hovedsageligt af demersale arter i 42F5. Generelt har det været fiskeriet efter tobis (61,9 %), brisling (24,3 %), rødspætte (8,4 %) og sild (1,7 %), der har været målet i de undersøgte ICES-kvadrater, se Tabel 10-26.

**Tabel 10-26 Samlede landinger (ton) efter ICES-kvadrat og art i perioden 2013-2022. Projektområdet ligger i 42F5.**

Art	41F4	41F5	41F6	42F4	42F5	42F6	Total
Tobis	42.446	53.674	10.096	200	6.447	54.012	166.875
Brisling	41	35.580	25.383	0	0	4.446	65.451
Rødspætte	250	4.165	6.070	2.727	4.381	4.925	22.519
Sild	9	2.710	1.270	0	6	453	4.448

Art	41F4	41F5	41F6	42F4	42F5	42F6	Total
Jomfruhummer	0	2.012	272	0	81	11	2.375
Torsk	13	124	227	40	210	794	1.408
Rødtunge	22	98	45	205	282	533	1.185
Pighvar	13	129	402	17	128	273	963
Ising	2	75	142	28	75	257	579
Havtaske	3	38	33	13	64	426	577
Andre	3	40	86	22	89	190	431
Grå knurhane	18	200	65	0	1	123	407
Kulmule	0	82	90	1	12	208	394
Makrel	8	149	72	0	6	140	376
Hvilling	27	234	46	0	2	64	372
Kuller	14	62	15	3	8	123	225
Slethvar	0	20	109	1	18	58	207
Skærising	5	47	15	41	53	28	188
Taskekrabbe	1	18	98	0	5	46	168
Uspecificeret	0	14	35	2	13	72	136
Tunge	0	9	92	0	0	12	114
<b>Total</b>	<b>42.876</b>	<b>99.471</b>	<b>44.572</b>	<b>3.301</b>	<b>11.880</b>	<b>67.184</b>	<b>269.285</b>

Landingerne er generelt faldet eller har været forholdsvis stabile i ICES-kvadraterne i analysen. Der er dog en vis variation fra år til år, især drevet af tobisfiskeriet, se Figur 10-27.



Figur 10-27 Landet vægt (t) efter ICES-kvadrat, år og art. Gruppen "andre" akkumuleres, og den består af arter, hvor individuelle landingsregistreringer (t) pr. år var mindre end 15,5 (t).

Landingsværdien (mio DKK) i 42F5 bestod hovedsageligt af rødspætte (75,3%), rødtunge (15,3%), pighvar (2,5%), torsk (2,1%) og skærising (1,4%). Generelt har det været fiskeriet efter rødspætte (29,4 %), tobis (24,2 %), jomfruhummer (12,4 %), brisling (10,5 %) og pighvar (7 %), der har givet de største indtjeninger i de undersøgte ICES-kvadrater, jf. Tabel 10-27.

**Tabel 10-27 Landet værdi (mil DKK) efter ICES-kvadrat og art i perioden 2013 til 2022.**

Art	41F4	41F5	41F6	42F4	42F5	42F6	Total
Rødspætte	3,411	61,235	93,905	37,743	65,182	70,481	331,957
Tobis	63,706	96,809	17,982	0,283	9,712	85,550	274,041
Jomfruhummer	0,000	118,507	16,038	0,002	4,805	0,642	139,995
Brisling	0,115	66,311	44,750	0,000	0,000	7,206	118,383
Pighvar	1,020	10,355	33,399	1,292	10,387	22,670	79,123
Rødtunge	0,787	3,782	1,699	7,693	10,678	20,086	44,725
Torsk	0,353	3,460	6,363	1,054	5,762	22,158	39,150
Havtaske	0,103	1,474	1,286	0,518	2,446	16,445	22,273
Sild	0,041	11,112	5,190	0,000	0,027	1,659	18,029
Slethvar	0,024	1,103	6,294	0,045	1,044	3,307	11,816
Tunge	0,009	0,635	8,274	0,022	0,054	1,018	10,011
Kulmule	0,004	1,624	1,540	0,030	0,281	3,906	7,385
Taskekrabbe	0,018	0,658	3,822	0,003	0,159	2,025	6,684
Andre	0,067	0,945	1,419	0,180	0,579	2,614	5,805
Ising	0,019	0,687	1,249	0,257	0,722	2,381	5,316
Makrel	0,080	1,418	0,644	0,002	0,053	1,301	3,498
Skærising	0,081	0,816	0,283	0,717	0,941	0,487	3,326
Havkat	0,011	0,091	0,122	0,149	0,985	0,912	2,270
Kuller	0,088	0,465	0,121	0,040	0,089	1,427	2,230
Helleflynder	0,017	0,358	0,279	0,085	0,320	0,831	1,890
Hvilling	0,108	0,868	0,220	0,000	0,006	0,267	1,470
Uspecificeret	0,004	0,055	0,382	0,025	0,123	0,682	1,272
<b>Total</b>	<b>70,064</b>	<b>382,770</b>	<b>245,263</b>	<b>50,142</b>	<b>114,354</b>	<b>268,054</b>	<b>1.130,647</b>

Den landede værdi (mio DKK) har generelt været stabil i ICES-kvadraterne i analysen. Der er dog en vis variation fra år til år, se Figur 10-28. Den landede værdi var størst i 41F5, mens 42F5 havde den fjerde højeste omsætning sammenlignet med de andre ICES-kvadrater i analysen.



Figur 10-28 Landet værdi (mio DKK) efter ICES-kvadrat, år og art. Gruppen "andre" er akkumuleret, og den består af arter, hvor individuelle landede værdi (mio DKK) registreringer pr. år var mindre end 0,35 (mio DKK).

### Redskabstyper

I det følgende afsnit beskrives forskellige redskabstyper, som alle anvendes i ICES-kvadrat 42F5, hvor undersøgelsesområdet er beliggende.

#### Bomtrawl

Et bomtrawl holdes vandret åbent af en bom, der går hen over nettets åbning, og understøttes af to tunge døre på hver side. Dørene er monteret på "sko", en skilignende metalplade, der fungerer som guide for trawlet. Bomtrawl er udformet til at fiske efter arter, der forbliver på bunden eller delvis er begravet i sedimentet, men det er ikke et målrettet fiskeri, og det har ringe selektivitet og derfor risiko for at bifangst. Ved hjælp af en ticklerkæde monteret mellem de to døre gennemtrænges havbunden foran nettet i de øverste centimeter og forstyrres tilstrækkeligt til at skræmme potentielle målarter nok til at blive fanget i selve trawlnettet. Bomtrawl kan trækkes og konfigureres på flere måder, og fartøjer sejler ofte med to bomtrawl ad gangen. Mens dørene skaber furer i havbunden, er den samlede effekt af et bomtrawl en udfladning af havbunden på grund af bundredskaberne og ticklerkæderne. Da kæden strækkes ud mellem dørene, sker forstyrrelsen langs hele bredden af selve bomtrawlet og påvirker dermed et relativt stort område under slæbet.

#### Skovltrawl

Skovltrawl er koniske net, der trækkes langs havbunden og fanger demersale fiskearter. Skovltrawl kan enten drives som enkelt- eller tvillingtrawl, hvor to enkelttrawl er fastgjort og støder op til hinanden ved hjælp af en klumpvægt. Dørene og klumpvægten er hoveddelene i et skovltrawl, der er lavet til at trænge ind i sedimentet. Trawldørene er forbundet til fartøjet med kæder og til trawlnettet med tove, hvor grundtov er monteret under trawlnettet for at forhindre slid, og at målarter slipper ud under trawlet. Døre, tove og grundtov er alle i kontakt med havbunden under trawlfiskeriet. Tove og grundtov er begge med til at flade havbunden ud, mens dørene og klumpvægten skaber furer og volde i forskellige dybder.

### Bundvod

Bundvod består af to langvægtede vodtove og et vodnet. Under fiskeriet indsættes reb og net i et bestemt mønster på havbunden og trækkes derefter, indtil rebene samles, hvorefter nettet løftes tilbage på fartøjet. Under slæbet forstyrrer omrøringen af havbundens sedimenter bundlevende målarter, som derefter skræmmes og svømmer ind i det åbne vodnet. Da bundvod afhænger af, at rebene ikke bliver fanget på strukturer på havbunden, er der klare begrænsninger for hvilke sedimenttyper dette redskab kan anvendes på.

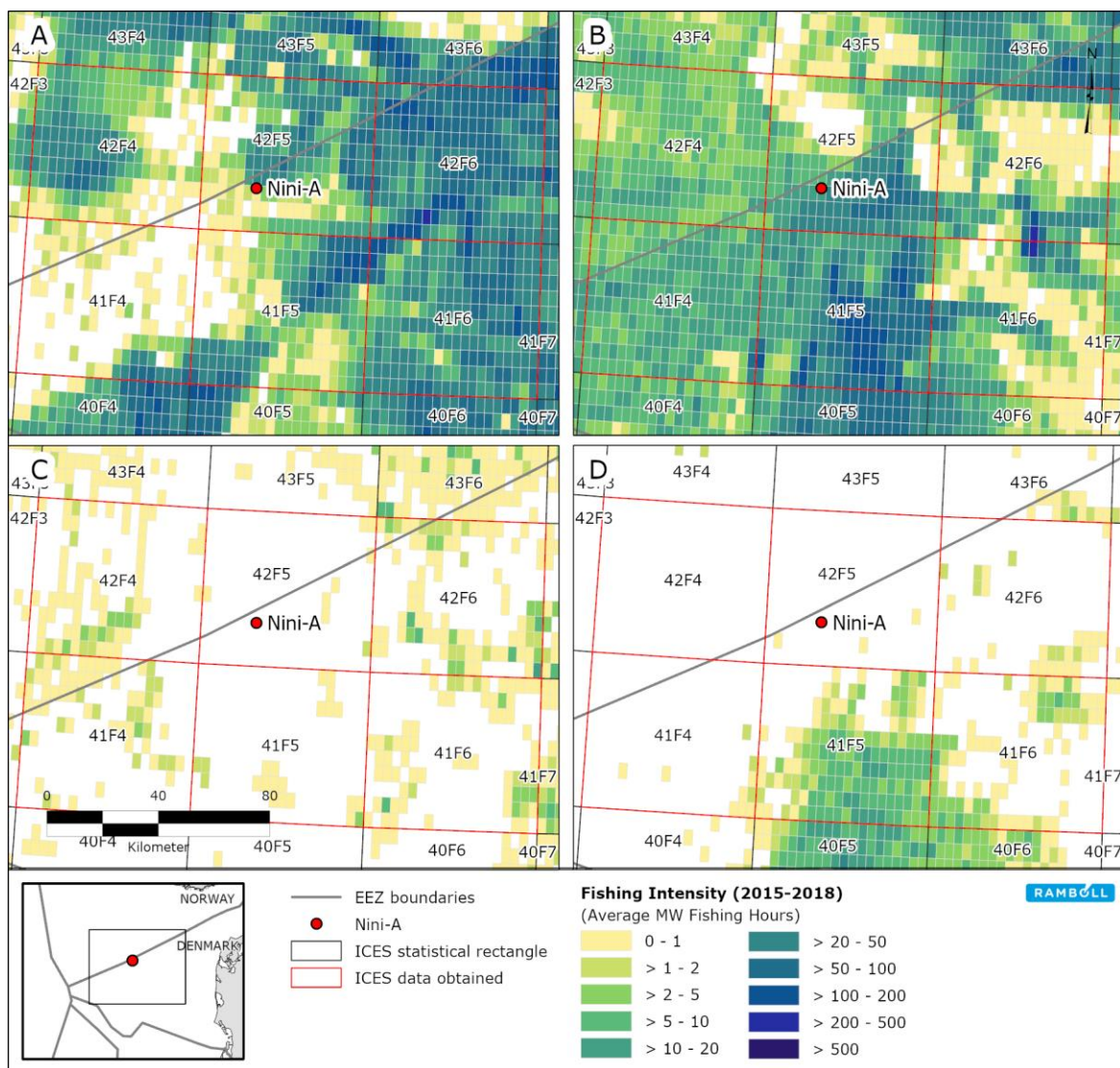
### Pelagisk trawl og vod

Pelagisk trawl spredes vandret af et sæt pelagiske trawldøre. Ligesom demersalt trawl dikteres åbningen af en klumpvægt. Ændring af fartøjets hastighed kan ændre nettets position i vandsøjlen, så det passer til dybden, hvor fiskestimen svømmer ved. Pelagiske trawl trækkes i vandsøjlen uden utilsigtet kontakt med havbunden. Pelagiske trawl er gode til at være artsspecifikke sammenlignet med andre redskabstyper. Målarter fanges typisk under fiskearters årlige migrationsruter. I Nordsøen bruges redskaberne til at fange arter som sild, brisling og makrel.

En pelagisk vod er et stort net, der bruges til at omgive en stime pelagiske fisk. Bunden af nettet trækkes sammen ved at hale en lang wire ind for at danne et stort lodret konisk lige under vandsøjlen. Et pelagisk vod møder ikke havbunden og har kun ringe påvirkning af havbunden. Det pelagiske vod er meget artsselektivt, og det kan normalt kun anvendes sæsonbestemt i bestemte områder, når målartern vides at stime i det pågældende område.

### **Fordeling af fiskeriet**

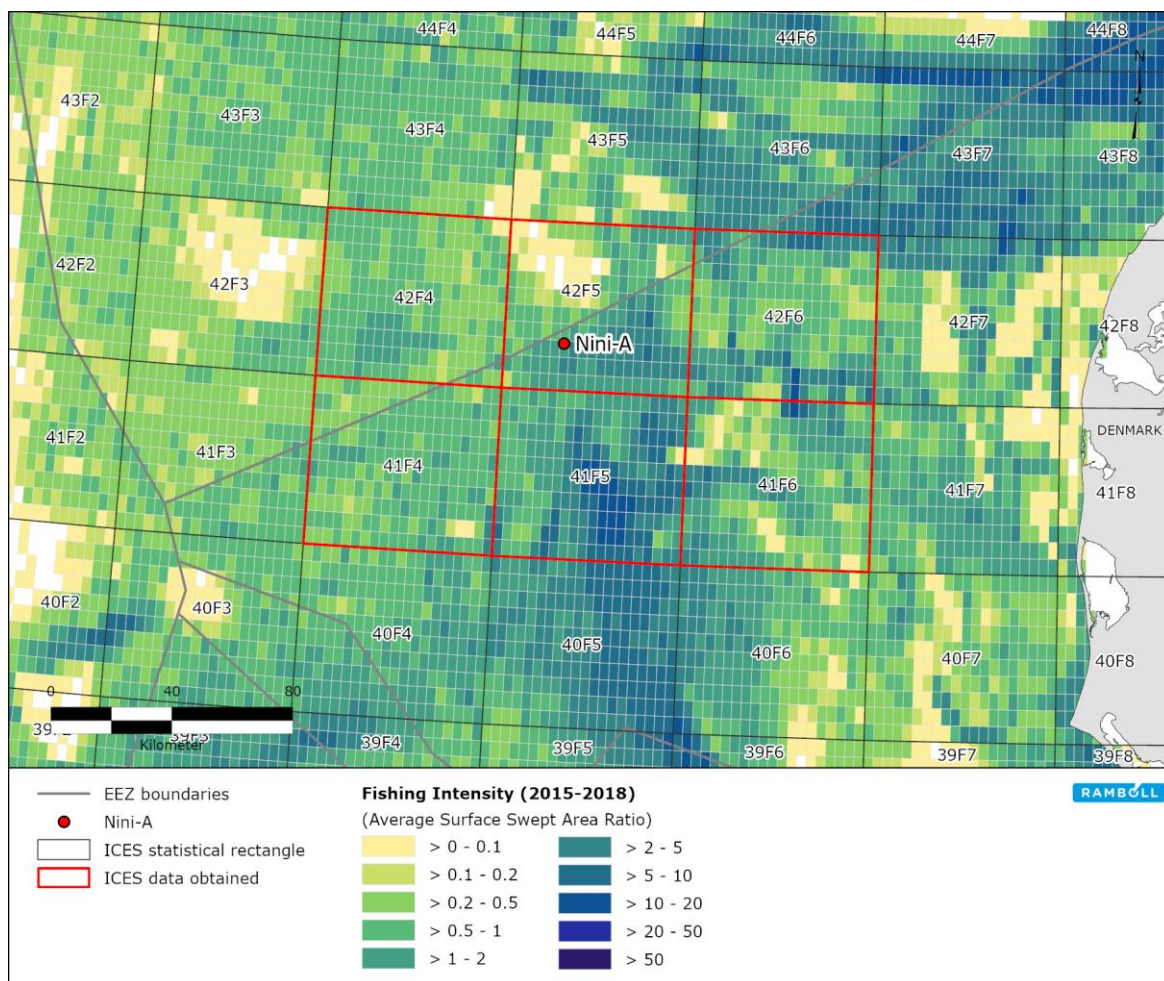
Fordelingen af aktiviteten fra de forskellige erhvervsfiskerier, der er aktive nær og omkring undersøgelsesområdet, er vist i Figur 10-29 som gennemsnitlige timer brugt på at fiske eller fiskeriintensitet i perioden 2015-2018. Datasættet om fiskeriintensitet i EU's farvande blev oprettet i 2020 af COGEA for the European Marine Observation and Data Network (EMODnet). Det er resultatet af udarbejdelsen af ICES-data om geografisk fordeling af den gennemsnitlige årlige fiskeriintensitet (mW fisketimer) i regionen Nordsøen i 2015-2018. Data om fiskeriintensiteten vises kun for fartøjer >12 m, der har et vessel monitoring system (VMS). På grund af datafortrolighed anonymiseres VMS/logbogsdata og aggregeres i et 0,05×0,05 kvadratisk net inden indsendelse til ICES ved hjælp af geokodesystemet C-square. Som det ses i Figur 10-29 er der overlap med undersøgelsesområdet og aktiviteten fra bomtrawlere og skovltrawlere, men fiskeriintensiteten er meget højere i både 41F5 og 42F6 sammenlignet med ICES-kvadrat 42F5, hvor undersøgelsesområdet er beliggende. Denne tendens ses også i logbogsdataene. Der er også en vis intensitet i nærheden af undersøgelsesområdet fra pelagiske trawlere og både bundvod og pelagisk vod, generelt i ICES-kvadrat 41F5. Fiskeri med vod og pelagiske trawlere anvendes mindre i området sammenlignet med mobile bundsløbende fiskeredskaber (Figur 10-29).



**Figur 10-29 Gennemsnitlig fiskeintensitet (mW fisketimer). A) Bomtrawl, B) Skovltrawl, C) Bundvod og D) Pelagisk trawl og pelagiske vod (EMODnet, 2021d).**

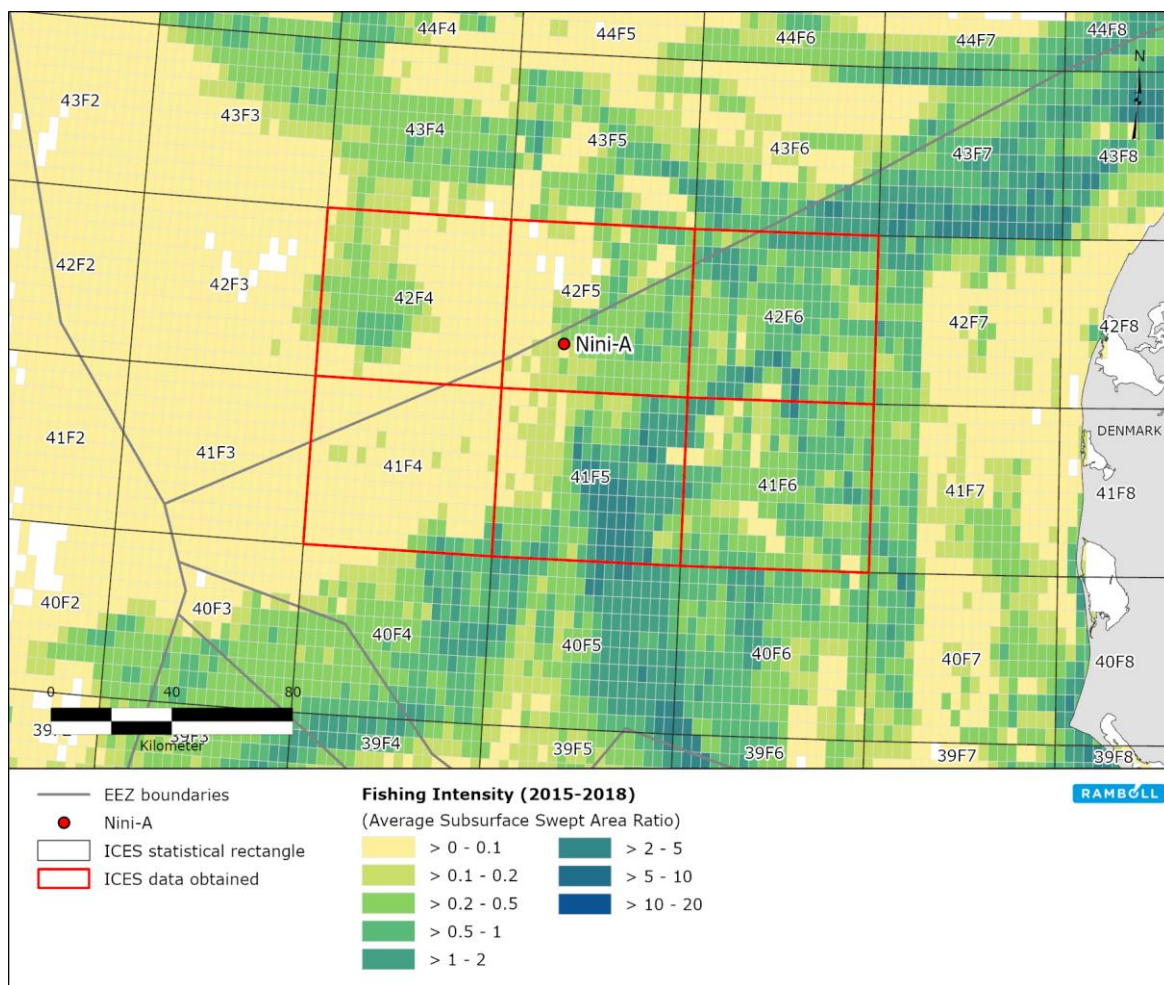
Mobile bundslæbende fiskeredskaber (dvs. skovltrawl, bomtrawl, bundvod og skrabere) udgør en væsentlig kilde til fysisk forstyrrelse af havbunden. Den fysiske forstyrrelse fra fiskeriet har to komponenter: overfladeforstyrrelse og suboverfladeforstyrrelse. Her angives det gennemsnitlige årlige slid af havbundens overflade (Figur 10-30) og suboverflade (Figur 10-31), efter kontakt med bundslæbende fiskeredskaber i Nordsøen, udtrykt som gennemsnitlig swept-area ratio (SAR, dvs. det gennemsnitlige antal gange, et areal trawles pr. år). Forstyrrelse/slid defineres som processen hvormed havbunden skrabes (f.eks. ved en trawldør eller et anker). Overfladeforstyrrelse defineres som slid/forstyrrelse af havbundens overflade. Forstyrrelse af havbundens suboverflade vedrører forstyrrelse af substratet under overfladen, da nogle redskabstyper trænger ned i havbunden. De præsenterede SAR-værdier angiver det teoretiske antal gange, hele kvadratet ville være blevet bundtrawlet, hvis intensiteten var jævnt fordelt inden for hvert kvadrat. Forholdet mellem bundtrawlet areal beregnes separat for overflade- og suboverfladekontakt.

Nordsøen trawles intensivt, især omkring sandbankerne. Projektområdet ligger i et område med en SAR på mindre eller lig med to. Sydøst for projektområdet (afstand > 4,5 km) er fiskeriintensiteten højere, hvilket tyder på, at dette område kan udgøre et vigtigt område for kommercielt fiskeri.



**Figur 10-30 Fiskeriintensitet efter gennemsnitligt swept-area ratio af havbundens overflade i Nordsøen omkring Nini A (EMODnet, 2021d).**

Fiskeriintensiteten ved brug af bundslæbende redskaber som trænges ned i havbunden i projektområdet, viste et lige så lavt intensitetsniveau med SAR på under én (Figur 10-31).



Figur 10-31 Fiskeriintensitet efter gennemsnitlige swept-area ratio af havbundens suboverflade i Nordsøen omkring Nini A (EMODnet, 2021d).

## 11. VURDERING AF MILJØPÅVIRKNINGER – PLANLAGTE AKTIVITETER

### 11.1 Klima og luftkvalitet

#### 11.1.1 Potentielle påvirkninger

De aktiviteter og materialer (ressourcer), der anvendes i anlægs- og driftsfasen, resulterer i potentielle påvirkninger af klima- og luftkvaliteten med hensyn til:

- Emissioner – klima: Emissioner af gasser vil potentielt påvirke drivhuseffekten på globalt plan.
- Emissioner – luftkvalitet: Emissioner af gasser og partikler til luften vil potentielt føre til en ændring i den lokale luftkvalitet.

#### Anlægsfasen

Der forventes emissioner fra alle aktiviteter i anlægsfasen, primært forårsaget af brugen af fossile brændstoffer til skibe, maskiner og indirekte fra materialeforbrug.

I anlægsfasen vil forskellige materialer blive brugt som en del af:

- Offloadingsystemet:
  - Undersøiske rørledningssektioner
  - Betonmadrasser til beskyttelse af rørledningen
  - Ankerblokke (til at holde rørledningens ende på plads)
  - Fleksibel slange (som tilsluttes til CO<sub>2</sub>-transportskibet)
  - Slangens endeventil
- Udskiftet flowline ved Nini A

De største brændstofforbrugende aktiviteter i anlægsfasen er:

- 1 supportfartøj + 1 standbyfartøj i 7 + 1,5 dage under installation af offloadingsystemet
- 1 standbyfartøj i 32 dage under udskiftning af flowline
- 1 standbyfartøj 30 dage under brøndarbejde
- 1 seismisk undersøgelsesfartøj i 5-10 dage til baseline 2D seismisk undersøgelse
- 1 supportfartøj i 2 dage under installation af CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander)
- 1 supportfartøj i 2 dage til placering af OBS'er til seismicitetsovervågning
- Og helikoptertransport for at understøtte ovenstående

#### Driftsfasen

De største brændstofforbrugende aktiviteter i driftsfasen omfatter:

- CO<sub>2</sub>-transportskibet: CO<sub>2</sub> transporteres på en PSV, der er modificeret til dette specifikke formål og har udstyr til at pumpe CO<sub>2</sub> til og fra fartøjet. CO<sub>2</sub>'en transporteres fra Esbjerg til Nini-A-plattformen. Afstanden antages at være ca. 127 nm (235 km), og der forventes maksimalt 130 injektionscyklusser pr. år.
- Seismisk undersøgelsesfartøj: Et monitoreringsprogram for at overvåge reservoiret er udarbejdet, se afsnittet 5.5.4. Programmet involverer brændstofforbrug under kampagnerne fra det seismiske undersøgelsesfartøj og kompressordrevne airguns.
- Vedligeholdelsesaktiviteter med supportfartøj: Hver 2. måned for seismicitet, hver 6. måned for CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystem, årligt for offloadingsystem og halvårligt for Nini A's undersøiske strukturer.

### 11.1.2 Metode og data

Denne vurdering af projektets potentielle påvirkninger på klima og luftkvalitet er baseret på de beregnede udledninger, primært ved hjælp af følgende referencer:

- Det Europæiske Miljøagentur (EØS) EMEP/EØS's vejledning i opgørelse over emissioner af luftforurenende stoffer 2023, Teknisk vejledning til forberedelse af nationale emissionsopgørelser, EØS's rapport, nr. 13/2019:
  - Skibe (European Environment Agency, 2023b)
  - Helikoptere (European Environment Agency, 2023a)
- Andre konverteringsfaktorer og materialer:
  - Rapportering af drivhusgasser: omregningsfaktorer 2022, version 2.0 (UK Government, 2022)

### 11.1.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Emissioner – klima

##### Sårbarhed

Aktiviteterne i forbindelse med anlægs- og driftsfasen vil resultere i udledning af drivhusgasser til atmosfæren. Klimasystemet er sårbart, da systemet er ude af naturlig balance. Den globale overfladetemperatur var 1,09 °C højere i 2011-2020 end 1850-1900, og menneskeskabte emissioner bidrager til 1,07 °C af denne stigning. Klimaændringerne har allerede forårsaget betydelige skader og flere uoprettelige tab i økosystemer på land, i ferskvand, i kryosfæren, kystnære- og oceaniske økosystemer. Klimasystemet er meget sårbart over for yderligere udledning af drivhusgasser, og som anført af IPCC er der behov for en betydelig emissionsreduktion for at begrænse de stigende negative konsekvenser af klimaforandringerne (IPCC, 2023).

Påvirkningen fra emissioner af drivhusgasser vurderes irreversibel, da den dominerende drivhusgas, CO<sub>2</sub>, har en lang levetid i atmosfæren. Levetiden kan ikke repræsenteres med en enkelt værdi, fordi gassen ikke nedbrydes over tid, men i stedet bevæger sig mellem forskellige dele af hav-atmosfære-landsystemet (Buis, 2019).

Klimasystemets sårbarhed over for yderligere mængder drivhusgasser der tilføres, vurderes derfor som **høj**.

##### Geografisk udbredelse

Udledningen af drivhusgasser vil påvirke klimaet på **globalt** plan, da drivhusgasserne vil interagere med det globale klimasystem.

##### Intensitet

Emissionen af gasser i anlægs- og driftsfasen estimeres ud fra de materialer og aktiviteter, der er beskrevet i afsnittene ovenfor og mere detaljeret i kapitel 5. Emissionerne estimeres på et konservativt grundlag med hensyn til varigheden af de forventede aktiviteter og er baseret på INEOS' erfaringer fra lignende operationer i Nordsøen.

De indirekte drivhusgasemissioner relateret til materialeforbruget er anført i Tabel 11-1, som omfatter alle kendte elementer i offloadingsystemet, fra slangeendeventilen til den nye flowline ved Nini A.

Den kombinerede liste over større byggematerialer omfatter stål, beton og polymerer. For at gøre materialets klimapåvirkningsestimat håndterbart anvendes relevante emissionsfaktorer. Disse emissionsfaktorer er baseret på gennemsnitsværdier fra databaser og afspejler ikke nødvendigvis den nøjagtige sammensætning af de materialer, der anvendes i dette projekt. Vurderingen dækker imidlertid de vigtigste påvirkninger og de primære kilder til emissioner. Som vist i Tabel 11-1, er de anvendte materials klimaaftryk relativt lavt. Konstruktionsmaterialernes samlede klimaaftryk er ~200 tons CO<sub>2</sub>e.

**Tabel 11-1. Drivhusgasemissioner relateret til konstruktionsmaterialer.**

Materialer*	Kvantitet (tons)	Emissionsfaktor (kg CO <sub>2</sub> e pr. enhed)	Drivhusgas-emissioner (ton CO <sub>2</sub> e)	Antagelser
Stål rørledning	30	4.018 /1/	121	300 meter 6" stålrør
Betonmadrasser	135	131,75 /1/	17,8	100% beton
Ankerblokke	50	131,75 /1/	6,6	100% beton (25 tons pr stk.)
Fleksibel slange	6	3.116,29 /1/	18,7	120 meter, 50 kg/m, gennemsnitlig polymer
Slangeendeventil	1	4.018 /1/	4,0	100% stål
Flowline	4	4.018 /1/	16,1	100% stål
<b>Samlet emission</b>			<b>184</b>	
*Listen over materialer er baseret på de oplysninger, der er tilgængelige i denne projektfase. Det dækker ikke materialer, der anvendes af tredjeparter. (UK Government, 2022)				

Emissioner relateret til brændstofforbrug i anlægsfasen er opsummeret i Tabel 11-2. Installationen af offloadingsystemet resulterer i det største klimaaftryk samt bidrager til den største udledning af NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub>.

**Tabel 11-2. Drivhusgas- og luftforurenende emissioner relateret til brændstofforbrug under anlægsfasen.**

Fartøj	CO <sub>2</sub> e [tons]	NO <sub>x</sub> [tons]	SO <sub>2</sub> [tons]	nmVOC [tons]	Kommentarer
<b>Offloadingsystemet</b>					
Supportfartøj	777	17	0,43	0,41	8,5 dage
Standby-fartøj	58	1,3	0,03	0,03	8,5 dage
Helikoptere	18	17	0,43	0,41	8,5 dage
Sum offloadingsystemet	853	18	0,47	0,55	
<b>Udskiftning af flowline</b>					
Standby-fartøj	266	5,9	0,15	0,14	32 dage
Helikoptere	81	0,10	0,03	0,49	32 dage
Sum flowline	348	6,0	0,17	0,63	
<b>Brøndarbejde</b>					
Standby-fartøj	250	5,5	0,14	0,13	30 dage
Helikoptere	76	0,10	0,02	0,46	30 dage
Sum brøndarbejde	326	5,6	0,16	0,59	

Fartøj	CO <sub>2</sub> e [tons]	NO <sub>x</sub> [tons]	SO <sub>2</sub> [tons]	nmVOC [tons]	Kommentarer
<b>Baseline 2D seismisk survey</b>					
Seismisk undersøgelsesfartøj	278	6,1	0,15	0,15	5-10 days
<b>Installation af CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet</b>					
CO <sub>2</sub> -Transportskib	67	1,5	0,04	0,04	2 dage
<b>Placering af OBS'er til seismicitetsovervågning</b>					
Supportfartøj	67	1,5	0,04	0,04	2 dage
<b>Total</b>	<b>2.122</b>	<b>39</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	

I driftsfasen er CO<sub>2</sub>-fartøjet den største bidrager til klimaafttrykket, se Tabel 11-3. Som et konservativt skøn, antages 130 injektionscykluser pr år, og en transportafstand på 127 nm (235 km) hver vej. Brændstofforbruget for hver cyklus af transportfartøjet er anslået til ca. 25 tons brændstof, baseret på tidligere erfaringer om skibets brændstofforbrug.

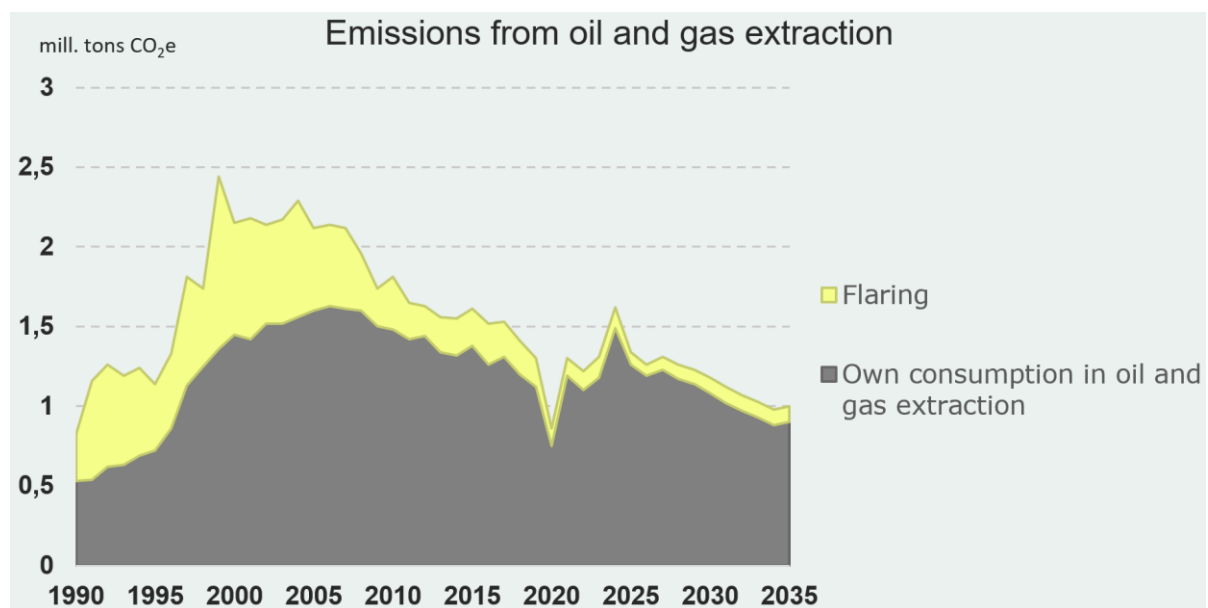
Personale, der pendler til Nini A, er inkluderet i beregningerne og forventes hovedsageligt at blive transporteret med en helikopter og i mindre grad med båd. Hyppigheden af transport med helikopter anslås til 20 cykluser pr. år. Hyppigheden af aktiviteterne i forbindelse med seismiske undersøgelser varierer som beskrevet i afsnit 5.5.4, og som det fremgår af de anslåede emissioner i Tabel 11-3.

**Tabel 11-3. Drivhusgas- og luftforurenende emissioner relateret til brændstofforbrug under drift (på ét år, se bemærkninger vedrørende seismisk).**

Fartøj	CO <sub>2</sub> e [tons]	No <sub>x</sub> [tons]	SO <sub>2</sub> [tons]	nmVOC [tons]	Kommentarer
PSV til CO <sub>2</sub> -transport (CO <sub>2</sub> -transportskib)	10.562	235	5,9	5,7	Maks. 130 cykluser om året
Fartøj til inspektion af offloadingsystemet	33	0,7	0,05	0,04	1 inspektion pr. år
Fartøj til ombytning af CO <sub>2</sub> -lækagemonitoreringssystemet (lander)	67	1,5	0,04	0,04	2 inspektioner pr. år
Fartøj og ROV til validering af CO <sub>2</sub> -lækage-monitoreringssystemet og sekundært boble detektionssystem	8,3	0,18	0,00	0,00	Årligt (3 timer)
Fartøj til inspektion af Nini A undersøiske konstruktionsarbejde	33	0,7	0,02	0,02	2 dage årligt (jun-sep)
Fartøj til vedligeholdelse af OBS'er til seismicitet	400	8,8	0,22	0,21	2 dage (hver 2. møde)
Seismisk undersøgelsesfartøj	125	2,7	0,07	0,07	
<b>I alt</b>	<b>11.229</b>	<b>249</b>	<b>6,4</b>	<b>6,0</b>	-> ~31 tons CO <sub>2</sub> e/dag

Da *Projekt Greensand Future* er en del af et CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt, vil det samlede system resultere i en positiv effekt på mængden af drivhusgasser i det globale klimasystem. I den indledende driftsfase ved Nini A er der planlagt en injektion på ca. 0,3 MT CO<sub>2</sub> pr. året. CO<sub>2</sub>-aftrykket i anlægsfasen anslås til 2.305 tons CO<sub>2</sub>e, og CO<sub>2</sub>-aftrykket fra driften anslås til ~31 tons CO<sub>2</sub>e pr. dag.

Energistyrelsens prognose for CO<sub>2</sub>e-udledningen fra den danske olie- og gasudvinding er i gennemsnit ~1,2 MT CO<sub>2</sub>e pr. år i perioden 2020-2035, se også Figur 11-1. Den årlige lagring af CO<sub>2</sub> fra *Projekt Greensand Future* er af signifikant betydning sammenlignet med projektets drivhusgasudledning.



Figur 11-1. Udledning (CO<sub>2</sub>e) fra olie- og gasudvinding i Danmark (Energistyrelsen, 2022d).

Intensiteten af drivhusgasemissioner på klimaet under anlægning og drift vurderes som **medium**. Da projektet lagrer store mængder CO<sub>2</sub>e, er den samlede intensitet **høj** med en positiv påvirkning på klimasystemet.

Intensiteten af emissioner på luftkvaliteten er opsummeret under afsnittet "Emissioner – luftkvalitet" nedenfor.

#### Varighed

I anlægsfasen vil installationen af offloadingsystemet og de andre aktiviteter på og omkring Nini A generere emissioner. Perioden med anlægsaktiviteter sker i løbet af 2-2,5 måned og vurderes derfor som **medium** varighed. Installation af lander og OBS'er vil kræve 2 dages fartøjsaktiviteter udført efter installationens aktiviteter ved Nini A.

I driftsfasen genereres emissionerne primært af CO<sub>2</sub>-transportskibet og i mindre grad fra fartøjer i brug under vedligeholdelse og undersøgelser. Aktivitetens placering er irrelevant for receptoren, klimasystemet. Varigheden af påvirkningen udløst af CO<sub>2</sub>-transportskibets emissioner vurderes som **permanent**, da CO<sub>2</sub>-transportskibet vil være i drift flere gange hver uge i projektets levetid.

### Konsekvens

Udledning af drivhusgasser vurderes at have langvarige påvirkninger på klimasystemet. Påvirkningen fra anlægs- og driftsfasen forventes at få **moderate** konsekvenser. Påvirkningen fra hele CCS-kredsløbet vurderes dog at have **betydeligt positive** konsekvenser for klimasystemet, da der planlægges lagret 0,3 MT CO<sub>2e</sub> årligt.

### Afværgetiltag

Da det kombinerede projekt har en betydeligt positiv påvirkning på klimaet, anses afværgetiltag ikke for nødvendige.

## **Emissioner – Luftkvalitet**

### Sårbarhed

Aktiviteterne i forbindelse med anlægs- og driftsfasen vil resultere i udledning af gasser og partikler til luften. Med hensyn til luftkvalitet er langt størstedelen af emissionerne i Nordsøen relateret til skibe, og koncentrationen af menneskeskabte emissioner falder med afstand fra kysten. Luftkvalitetens sårbarhed over for emissioner af gasser og partikler i projektområdet og langs transportruten vurderes som **lav** og **medium** i de perioder hvor CO<sub>2</sub>-transportskibet opholder sig nær kysten og i havne. Emissionen af gasser og partikler til luften vil forårsage reversible påvirkninger, da de vil sprede sig i atmosfæren eller aflejres på overflader og blive inkorporeret i naturlige kemiske cyklusser (Ibanez et al., 2007).

### Geografisk udbredelse

Det geografiske omfang af påvirkningen på luftkvaliteten i anlægsfasen er i **umiddelbar nærhed** til **lokal** udbredelse, da størstedelen af aktiviteterne vil foregå inden for projektområdet og i mindre grad udenfor. I driftsfasen er emissionerne hovedsageligt relateret til CO<sub>2</sub>-transportskibet, hvilket resulterer i påvirkning på luftkvaliteten i en **national** til **international** geografisk udbredelse.

### Intensitet

Intensiteten af emissionerne er detaljeret beskrevet under afsnittet "Emissioner – Klima" overfor. I forhold til de samlede nationale årlige emissioner udgør udledningen af NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og nmVOC fra anlægsfasen henholdsvis 0,044 %, 0,011 % og 0,002 % sammenlignet med udledningerne fra den samlede energiforsyningskæde for Danmark i 2020. I løbet af et driftsår udgør emissionerne henholdsvis 0,28 %, 0,07 % og 0,006 % (European Environmental Agency, 2021). Desuden vil projektet kun medføre en minimal stigning i offshore skibstrafikken i området, som kun vil føre til en lille stigning i udledningen af luftforurenende stoffer.

Intensiteten af påvirkningen på luftkvalitet under anlæg og drift vurderes som **lav**.

### Varighed

Perioden med anlægsaktiviteter sker i løbet af 2-2,5 måned og vurderes derfor som værende af **medium** varighed.

I driftsfasen genereres emissionerne primært af CO<sub>2</sub>-transportskibet og i mindre grad fra fartøjer i brug under vedligeholdelse og undersøgelser. Varigheden af påvirkningen fra CO<sub>2</sub>-transportskibets emissioner vurderes som **meget kortvarige** ved Nini A og nær kysten/i havne, da PSV'en vil forblive <1 dag ved lokationerne, men flere gange om ugen i projektets levetid.

### Konsekvens

Intensiteten af emissioner på luftkvaliteten i anlægsfasen er lav og af medium varighed. Påvirkningen af luftkvaliteten forventes at ophøre, når arbejdet er afsluttet, da gasser og partikler spredes hurtigt i projektområdets åbne omgivelser. Påvirkningen forventes at få **ubetydelige** eller **begrænsede** konsekvenser for luftkvaliteten.

I driftsfasen er emissionernes påvirkning på luftkvaliteten hovedsageligt relateret til CO<sub>2</sub>-transportskibet. Emissionen fra fartøjet er af lav intensitet og har en national til international udbredelse. Samlet set vurderes påvirkningen at have **ubetydelige** konsekvenser for luftkvaliteten offshore og i de meget korte perioder, hvor man opererer nær kysten og i havne, vurderes konsekvenserne som **begrænsede**.

### Afværgetiltag

Da der er begrænset/ubetydelig påvirkning på luftkvaliteten, anses afværgetiltag ikke for nødvendige.

### Samlet vurdering

Klimasystemets sårbarhed overfor yderligere drivhusgasser vurderes som høj. Påvirkningens varighed er medium i anlægsfasen og permanent i driftsfasen, og virkningerne er irreversible. Den samlede effekt vurderes at have moderate konsekvenser i både anlægs- og driftsfasen. Påvirkningen fra hele CCS-kredsløbet vurderes dog at have betydelige positive konsekvenser for klimasystemet.

Luftkvalitetssårbarheden i projektområdet og langs transportruten overfor emissioner af gasser og partikler vurderes som lav til medium. Påvirkningens varighed er medium i anlægsfasen og permanent tæt ved Nini A og meget kortvarig nær kysten/havne i driftsfasen, og virkningerne er reversible. Den samlede effekt vurderes at have begrænset til ubetydelige konsekvenser i anlægs- og driftsfasen.

**Tabel 11-4. Samlet vurdering af påvirkningen på klima og luftkvaliteten.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfase</b>					
Emissioner – Klimagasser	Høj	Global	Medium	Medium	Moderat
Emissioner – Luftkvalitet	Lav	Umiddelbar nærhed / lokal	Lav	Medium	Begrænset / ubetydelig
<b>Driftsfase</b>					
Emissioner – Klimagasser	Høj	Global	Medium	Permanent	Moderat
Emissioner – Luftkvalitet <i>Offshore</i>	Lav	National / international	Lav	Meget kortvarig	Ubetydelig
Emissioner – Luftkvalitet <i>Tæt på kysten</i>	Medium	Regional	Lav	Meget kortvarig	Begrænset
<b>Hele CCS-kredsløbet - Samlet påvirkning af klimaet</b>					
Emissioner – Klimagasser	Høj	Global	Høj	Permanent	Signifikant (+)

Da *Projekt Greensand Future* er et CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt, vil hele CCS-kredsløbet resultere i en samlet positiv effekt på mængden af drivhusgasser i klimasystemet. I den indledende driftsfase på Nini A er det planlagt at injicere omkring 0,3 millioner tons CO<sub>2</sub> om året eller i gennemsnit 892 tons CO<sub>2</sub> pr dag. Projektet resulterer dog også i et klimaafttryk. I anlægsfasen anslås det at være ~2.305 tons CO<sub>2</sub>e, og den daglige udledning fra drift, inklusive CO<sub>2</sub>-transportskibet og helikopter transport, anslås til ~31 tons CO<sub>2</sub>e. Dette omfatter ikke CO<sub>2</sub>-fangstprocessen, forarbejdning, transport eller håndteringsprocesser på land. Opstrøms CO<sub>2</sub>-aftrykket er i øjeblikket ukendt, men for hele CCS-kredsløbet foreslår Concito et muligt energiforbrug på 750 kWh/tons CO<sub>2</sub> (CONCITO, 2023). Det

svarer til et CO<sub>2</sub>-aftryk på ca. 33 kg og 12 kg CO<sub>2</sub>e pr. lagret ton CO<sub>2</sub> i henholdsvis 2026 og 2030. Dette estimat er baseret på den danske prognose for energisystemets klimaafttryk og dermed relevant for CCS i Danmark (Energistyrelsen, 2023a). Den samlede daglige emission fra drift af hele CCS-kredsløbet anslås til 42-59 tons CO<sub>2</sub>e. Baseret på disse antagelser om CO<sub>2</sub>-aftryk under anlægning og drift vil *Projekt Greensand Future* have en klimapositiv effekt efter ~3-4 dages drift med fuld lagerkapacitet.

Påvirkningen fra en større ulykke resulterende i frigivelse af CO<sub>2</sub> fra reservoiret og er beskrevet i afsnit 13.2.

### Grænseoverskridende effekter

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### Manglende viden og usikkerheder

Estimeringen af emissioner af gasser og partikler og vurderingen af påvirkningen på klimaet og luftkvaliteten omfatter flere begrænsninger som beskrevet nedenfor:

- Emissionsfaktorer: De emissionsfaktorer, der anvendes i beregningerne af materiale- og maskinanvendelsen, stammer fra den seneste revision af de tilgængelige referencer. Samlet set repræsenterer de inkluderede referencer den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur.
- Materialer: Listen over byggematerialer er baseret på de aktuelle projektoplysninger. Det endelige projekt kunne meget vel ændre sig i et vist omfang, hovedsagelig med hensyn til detaljerne vedrørende sammensætningen af de anvendte materialer. Kemikalier til brøndarbejdet er ikke inkluderet i beregningerne, men kontrolberegning på forskellige kemikalier indikerer et CO<sub>2</sub>-aftryk på omkring ~ 1% af det kombinerede aftryk fra anlægsfasen.
- Anlægsaktiviteter: De beskrevne aktiviteter er baseret på INEOS' erfaringer fra lignende aktiviteter. Varigheden af aktiviteterne afhænger af flere ukendte faktorer, såsom vejrforhold. Emissionsestimerne vurderes på et konservativt grundlag og omfatter forbehold for nedetid mv.
- Driftsaktiviteter: CO<sub>2</sub>-transport fartøjet er den største bidragsyder til emissioner under drift. Denne aktivitet er relativt velkendt. Vejrforhold og tekniske udfordringer kan ændre denne antagelse, men den samlede indvirkning på disse ubekendte vurderes at have en relativt lav indvirkning på estimerne.

Den samlede vurdering anses for at være forsvarlig, da den er baseret på den bedste tilgængelige viden og omfatter de primære kilder til emissioner.

## 11.2 Hydrografiske forhold

### 11.2.1 Potentielle påvirkning

Påvirkninger på hydrografi relaterer sig til:

- Arealinddragelse, dvs. tilstedeværelsen af fysiske strukturer på havbunden eller i hele vandsøjlen: I anlægsfasen forventes arealinddragelse fra offloadingsystemet (undersøisk rørledning, ankre og betonmadrasser) samt CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander med monitoreringssystemet som er forbundet til en ankerblok og en navigationsbøjle). Rørledningen og betonmadrasserne lægges direkte på havbunden, uden udgravning, og optager således rummet ca. 50 cm over havbunden i 300 meter. Disse konstruktioner forventes at resultere i arealinddragelse i anlægsfasen, når de installeres, samt gennem hele driftsfasen.

### 11.2.2 Metode og data

Følgende vurdering af dette projekt vedrørende hydrografiske forhold er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger af lignende projekter.

De hydrografiske forhold i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendte, og projekter der installerer fysiske strukturer i havmiljøet samt deres påvirkning på hydrografi, er veldokumenteret i litteraturen. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

### 11.2.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Arealinddragelse

##### Sårbarhed

Tilstedeværelsen af fysiske strukturer, der efterlader et fodaftryk på havbunden og optager plads i vandsøjlen, kan resultere i mindre hydrografiske ændringer, der kan påvirke de fremherskende strømme, reducere strømmen og potentielt forårsage ændringer i saltholdighed og temperaturregimer ved/nær havbunden. Da de hydrografiske forhold styres af kræfter, der virker på stor skala, vurderes de hydrografiske forholds sårbarhed overfor arealinddragelsen af de fysiske strukturer som lav, og når strukturerne er fjernet, forventes de hydrografiske forhold naturligt at vende tilbage til sin oprindelige tilstand. Strukturerne vil forblive i driftsfasen.

##### Geografisk udbredelse

I anlægsfasen forventes et fodaftryk på ca. 850 m<sup>2</sup> i alt. På grund af de relativt små dimensioner af arealinddragelsen på havbunden og i vandsøjlen under anlægs- og driftsfasen i et område med homogene fysisk-kemiske egenskaber, vurderes påvirkningen fra konstruktionerne på hydrografien at være i **umiddelbar nærhed** omkring konstruktionerne. Hydrografiske forhold virker på stor skala, og de nye strukturer, der er installeret i anlægsfasen, vil sandsynligvis ikke have stor indflydelse på denne receptor.

##### Intensitet

Installationen og tilstedeværelsen af strukturerne har **ubetydelig** intensitet på grund af de små dimensioner af strukturerne i et stort område, hvor de hydrografiske kræfter virker på meget større skala.

##### Varighed

Konstruktionerne installeres i anlægsfasen over ca. 7 dage og vil forblive i hele driftsfasen. Dermed vil de have en **permanent** påvirkning på de hydrografiske forhold. Installation af lander vil nødvendiggøre 1-dags onsite fartøjsaktivitet udført efter installationens aktiviteter ved Nini A.

##### Konsekvenser

Arealinddragelsen fra de strukturer, der er placeret i anlægsfasen og forbliver i driftsfasen, er permanent. Da projektområdet imidlertid ligger uden for større hydrografiske strømme, og i betragtning af det begrænsede omfang af påvirkning på de samlede eksisterende hydrodynamiske kræfter i regionen, forventes påvirkningen at have **ubetydelige** konsekvenser for hydrografien i begge faser af projektet.

##### Afværgetiltag

Da der ikke forventes nogen væsentlig påvirkning fra arealinddragelsen, anses afværgetiltag ikke for nødvendige.

### Samlet vurdering

Hydrografiens sårbarhed overfor arealinddragelse vurderes som lav. I betragtning af konstruktionernes relativt små dimensioner i anlægs- og driftsfasen forventes påvirkninger kun at forekomme i umiddelbar nærhed omkring konstruktionerne. Intensiteten af påvirkningen vurderes som ubetydelig i anlægs- og driftsfasen. Påvirkningens varighed er permanent i anlægs- og driftsfasen. Den samlede påvirkning af hydrografi fra arealinddragelse vurderes at have ubetydelige konsekvenser i både anlægs- og driftsfasen.

**Tabel 11-5. Samlet vurdering af påvirkningerne på hydrografiske forhold.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Ubetydelig	Permanent	Ubetydelig
<b>Driftsfasen</b>					
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Ubetydelig	Permanent	Ubetydelig

### Kumulative effekter

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative virkninger med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### Grænseoverskridende effekter

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### Manglende viden og usikkerheder

De hydrografiske forhold i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendte og velbeskrevne gennem flere miljøkonsekvensvurderinger og baselineundersøgelsesrapporten. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

## 11.3 Vandkvalitet

### 11.3.1 Potentielle påvirkninger

De potentielle påvirkninger på vandkvaliteten (turbiditet, kemisk sammensætning osv.) relaterer sig til:

- Udledning af kemikalier, dvs. fra lækagetest af offloadingsystemet (vurderet i afsnit 11.5 og 11.6).

### 11.3.2 Metode og data

Vurderingen af vandkvaliteten er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter.

Flere fysiokemiske parametre overvåges årligt i den centrale del af Nordsøen af Miljøstyrelsen, og vandkvaliteten er derfor relativt velkendt med undtagelse af koncentrationen af opløste metaller i vandsøjlen. Desuden er der offentliggjort flere miljøkonsekvensanalyser af lignende projektaktiviteter og deres påvirkning på vandkvaliteten, og data er let tilgængelige. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

### 11.3.3 Vurdering af påvirkningerne

Potentielle påvirkninger på vandkvaliteten fra projektet omfatter udledning af kemikalier, som vurderes i afsnit 11.5 og 11.6.

**Tabel 11-6. Samlet vurdering af påvirkningen på vandkvaliteten.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografiske udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Udledning af kemikalier	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Meget kort	Ubetydelig

## 11.4 Sedimentforhold

### 11.4.1 Potentielle påvirkninger

Potentielle påvirkninger på sedimentforholdene er relateret til:

- Arealinddragelse, dvs. det område, der er optaget af enhver fysisk struktur. I anlægsfasen forventes et fysisk fodaftryk fra offloadingsystemet (undersøisk rørledning, ankre og betonmadrasser) og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander med monitoreringssystem forbundet til en ankerblok og en navigationsbøjle). Disse strukturer forventes at resultere i arealinddragelse i anlægsfasen, når de installeres samt gennem hele driftsfasen og udgør derved et permanent tab af substrat.
- Fysisk forstyrrelse af havbunden, dvs. installation og konstruktion af strukturer, der påvirker havbunden. I anlægsfasen forventes fysiske forstyrrelser under placeringen af den undersøiske rørledning og betonmadrasser på havbunden, hvilket kan forårsage resuspension af sediment.

### 11.4.2 Metode og data

Følgende vurdering af det aktuelle projekt på sedimentforholdene er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, baselineundersøgelsesrapporten om sedimentforhold fra 2022 (DHI and Rambøll, 2023a), den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter (Energinet, 2019). Havbunden i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt og dokumenteret i litteraturen, hvorfor datagrundlaget for denne vurdering vurderes at være tilstrækkeligt.

### 11.4.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Arealinddragelse

Installation af strukturer, der efterlader et fysisk fodaftryk på havbunden, resulterer i tab af substrat under strukturen, potentielt ændrede fysisk-kemiske egenskaber af sedimentsammensætningen gennem omfordeling af sedimenter og påvirkede sedimentforholdene omkring strukturen efter ændringer i hydrografiske forhold. Ændringer i hydrografiske forhold omkring strukturerne er imidlertid vurderet som ubetydelige (afsnit 11.2), og ændringer i sedimentsammensætningen i det omkringliggende område som følge af ændrede hydrografiske forhold vurderes derfor ikke i dette kapitel.

### Sårbarhed

I baselineundersøgelserapporten om sedimentforholdene blev der ikke fundet tegn på tidligere havbundsaktiviteter i de fysiske eller kemiske egenskaber, hvilket tyder på, at der enten ikke er nogen påvirkning fra tidligere aktiviteter, eller at sedimenterne efter eventuelle påvirkninger har genetableret sig til de forhold, der svarer til dem, der generelt findes i projektområdet og de omkringliggende områder (DHI and Rambøll, 2023a). Den fysiske og kemiske sammensætning af sedimenterne i projektområdet er kendetegnet ved en meget høj grad af homogenitet, og denne type habitat er ikke beskyttet. Det er en meget almindelig habitattype i Nordsøen. På grund af den permanente placering af strukturerne forventes sedimentforholdene ikke at kunne vende tilbage til forholdene før anlægningsfasen før de igen fjernes efter driftsfasen. Baseret på disse argumenter vurderes sedimentforholdenes sårbarhed over for arealinddragelse i både anlægs- og driftsfasen fra ovennævnte aktiviteter derfor som **lav**.

### Geografisk udbredelse

I anlægsfasen forventes et fodaftryk på ca. 850 m<sup>2</sup> fra installationen af offloadingsystemet og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet et. I betragtning af de relativt små dimensioner af arealinddragelsen i sedimentets homogene fysiske og kemiske egenskaber i projektområdet (som beskrevet i afsnit 10.4), anses omfanget af arealinddragelsen derfor for at have en påvirkning i den **umiddelbar nærhed** af aktiviteten.

### Intensitet

Indførelsen af hårde overflader til blødbundshabitatet skaber en ny substrattype og ændrer dermed havbundens fysiske sammensætning. På grund af det lille område med tab af substrat under strukturerne som befinder sig i et stort homogent område bevares havbundens grundlæggende struktur og funktion. Intensiteten af påvirkningen fra det fysiske fodaftryk i anlægs- og driftsfasen vurderes som **høj**. Indførelsen af hårbundssubstrat kan have en positiv påvirkning på det bentiske samfund og diversitet. Disse påvirkninger vurderes i de følgende afsnit 11.6 og 11.7 for henholdsvis bunddyr og fisk.

### Varighed

Konstruktionerne installeres i anlægsfasen og vil forblive i hele driftsfasen, hvilket medfører en **permanent** påvirkning. Påvirkningen fra placering af permanente strukturer sker en gang i anlægsfasen og har således lav frekvens.

### Konsekvens

Sedimentforholdenes sårbarhed over for arealinddragelse hvilket indebærer tab af substrat under de installerede strukturer vurderes at være lav. Inddragelsen er permanent, og sedimentforholdene er ikke i stand til at vende tilbage til originaltilstanden fra før anlægning i projektets levetid. Imidlertid er sedimentforholdenes egenskaber vidtstrakte og homogene. Påvirkningen sker i umiddelbar nærhed af strukturerne på grund af deres relativt små dimensioner, og påvirkningen er af høj intensitet på grund af tab af substrat og introduktion af hårde overflader. Denne indførelse af levesteder med hårdt substrat i et overvejende blødbundshabitat kan ændre havbundens fysiske karakteristika i projektområdet. På grund af det store areal med homogene sedimentforhold påvirker tabet af ca. 850 m<sup>2</sup> imidlertid ikke sedimentforholdenes overordnede funktion eller struktur. På baggrund af disse argumenter vurderes konsekvensen fra arealinddragelse på sedimentforhold som **ubetydelig**. På trods af den permanente påvirkning vurderes den samlede vurdering af arealinddragelsen stadig at have ubetydelig påvirkning på sedimentforholdene på grund af de meget små dimensioner af de placerede strukturer i forhold til det store og homogene område med lignende sedimentforhold.

### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige virkninger, og der er derfor ikke planlagt nogen afværgetiltag.

### Fysisk forstyrrelse af havbunden

Aktiviteter nær eller på havbunden kan resultere i fysiske forstyrrelser, der påvirker sedimentforholdene. Baselineundersøgelsesrapporten viste, at de øverste 30 centimeter af sedimentet var godt iltet i projektområdet (DHI and Rambøll, 2023a). Da der ikke vil blive udført nogen udgravning, fordi rørledningen vil blive lagt direkte på havbunden, forventes der ingen eksponering af anoxisk sediment, der kan føre til mobilisering af forurenende stoffer fra sedimentet. Da kun de øverste 5 cm af sedimentet er analyseret for forurenende stoffer, er der ikke noget kendskab til forureningsniveauerne i det dybere sediment.

De naturlige sedimenteringshastigheder i Nordsøen er blevet målt til at ligge i intervallet 5 til 35 cm pr. 100 år, dvs. mellem 0,5 og 3,5 mm pr. år. Desuden er graden af forurening i overfladesedimenter faldet i Nordsøen i de sidste 20 år (DHI and Rambøll, 2023a). Resultaterne fra baselineundersøgelsen af sedimentforurening lå under detektionsgrænsen og under GES- eller TEL-grænserne for de fleste forurenende stoffer bortset fra de let forhøjede niveauer af arsen i en station (station M7) og barium i nogle få stationer tæt ved Nini A-plattformen (stationerne T03, T04, M1, Mx1, My1) (DHI and Rambøll, 2023a). Det er usandsynligt, at der vil være en påvirkning relateret til resuspension af forenende stoffer. De planlagte aktiviteter vil ikke forårsage øget koncentration af arsen eller barium i sedimentet. På baggrund heraf vurderes påvirkningen fra remobilisering og spredning af sedimentbegravede forurenende stoffer på sedimentforholdene som følge af forstyrrelse af havbunden ikke yderligere i dette kapitel.

### Sårbarhed

Den fysiske forstyrrelse af havbunden hænger sammen med potentiel ophvirvling af sedimenter fra installation af offloadingsystemet i anlægsfasen. Potentiel resuspension af sediment vil ikke ændre sedimentets fysiske aspekter på grund af homogeniteten af sedimentforholdene i området, og mindre fysiske eller kemiske ændringer forventes hurtigt at vende tilbage til sin oprindelige tilstand, når aktiviteten ophører. Sedimentforholdenes sårbarhed over for fysiske forstyrrelser af havbunden vurderes derfor som **lav**.

### Geografisk udbredelse

Omkring 850 m<sup>2</sup> havbund vil blive påvirket af arealinddragelsen, og et relativt lille område omkring de permanente strukturer kan blive påvirket af ophvirvling af sediment i anlægsfasen, og som sådan vurderes de fysiske forstyrrelser derfor kun at have påvirkning i den **umiddelbar nærhed**.

### Intensitet

Den potentielle resuspension af sediment vil kun ske under installationen og ikke langs hele længden af den undersøiske rørledning på én gang, snarere kort tid efter placeringen af hver rørledningssektion eller individuel betonmadras. Intensiteten af fysiske forstyrrelser af havbunden på sedimentforholdene i anlægsfasen vurderes derfor som **lav**.

### Varighed

Den fysiske forstyrrelse af havbunden kan forekomme under installationen af strukturer i anlægsfasen. Anlægningen forventes at tage 7 + 1,5 dage, hvor sedimentforhold kan blive påvirket af fysiske forstyrrelser, og varigheden af påvirkningen vurderes derfor som **kort**. Installation af lander vil nødvendiggøre 1-dags onsite fartøjsaktivitet udført efter installationens aktiviteter ved Nini A.

### Konsekvens

Sedimentforholdene i projektområdet vurderes at have lav sårbarhed over for fysiske forstyrrelser af havbunden. Sedimentforholdene forventes at vende tilbage til sin oprindelige tilstand og bevare

deres grundlæggende struktur og funktion. Med lav intensitet, kort varighed og grundet udbredelse af påvirkningen i den umiddelbare nærhed, vurderes den samlede konsekvens af fysiske forstyrrelser af havbunden på sedimentforholdene som **ubetydelig**.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige virkninger, og der er derfor ikke planlagt nogen afværgetiltag.

### **Samlet vurdering**

Vurderingen af sedimentforholdenes sårbarhed over for påvirkninger i anlægs- og driftsfasen er lav i betragtning af det homogene og vidtstrakte habitat. Alle påvirkninger forekommer i umiddelbar nærhed af aktiviteten på grund af de små dimensioner af de installerede strukturer. Mens der forventes en permanent påvirkning fra arealinddragelsen på grund af tabet af substrat, forventes sedimentforholdene at komme sig efter dekommissionering. Den samlede struktur og funktion af sedimentet i projektområdet påvirkes ikke, og konsekvensen af arealinddragelse og fysisk forstyrrelse af havbunden vurderes som ubetydelig.

**Tabel 11-7. Samlet vurdering af påvirkningerne på sedimentforhold.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Høj	Permanent	Ubetydelig
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Kort	Ubetydelig
<b>Driftsfasen</b>					
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Høj	Permanent	Ubetydelig

### **Kumulative effekter**

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### **Grænseoverskridende effekter**

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### **Manglende viden og usikkerheder**

Sedimentforholdene i og omkring projektområdet er relativt velkendte og velbeskrevne gennem flere miljøkonsekvensvurderinger og baselineundersøgelsesrapporten. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

## **11.5 Biodiversitet – plankton**

### **11.5.1 Potentielle påvirkninger**

Potentielle påvirkninger på plankton (fyto- og zooplankton) relaterer sig til:

- Udledning af kemikalier, dvs. udledning fra lækagetest af offloadingsystemet.

### 11.5.2 Metode og data

Følgende vurdering af projektet på plankton er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter.

Forekomsten af fytoplankton er blevet overvåget som en del af andre olie- og gasaktiviteter i den centrale del af Nordsøen, og status og udvikling i planktonbiomasse er derfor relativt velkendt. Desuden er der offentliggjort flere konsekvensanalyser af lignende projektaktiviteter og deres påvirkning på plankton, og data er let tilgængelige. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

### 11.5.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Udledning af kemikalier

Udledning af kemikalier fra klargøring af offloadingsystemet, der er beskrevet i afsnit 9.1, kan potentielt påvirke vandkvaliteten og marine organismer såsom plankton i vandsøjlen og i sedimentet.

Det samlede udledte volumen vurderes at være ca. 13 m<sup>3</sup>. De kemikalier, der bruges til hydrotesten, er godkendt af Miljøstyrelsen og kategoriseret som gule.

Det fluorescerende sporstofkemikalie vil have en maksimal koncentration på 50 ppm. Den minimale No Effect Concentration (NOEC) præsenteret i Harmonised Offshore Chemical Notification Format (HOCNF) for alle trofiske niveauer er 5 ppm, hvilket indikerer, at en fortynding på 10 relateret til udledning af hydrotestvand vil sikre, at en toksisk effekt er usandsynlig.

Korrosionsinhibitor kan tilsættes, hvis hydrotestvandet er til stede i rørledningen i længere tid, før egentlig testning påbegyndes. Startkoncentrationen af den tilsatte korrosionsinhibitor vil være maksimalt 500 ppm. Den mindste No Effect Concentration (NOEC) præsenteret i det harmoniserede offshore kemiske notifikationsformat (HOCNF) for alle trofiske niveauer er 9 ppm. Det indikerer, at en udledningsfortynding på ca. 50 gange vil sikre, at en toksisk effekt er usandsynlig. Dette er en konservativ antagelse, da korrosionsinhibitorens komponenter vil have reageret før testudledning.

#### Sårbarhed

Nogle planktonarter kan vise en hurtig reaktion på en toksisk virkning, men som nævnt i tidligere afsnit, har plankton en kort omsætningstid (Gasol et al., 1997b), hvilket gør det muligt for plankton hurtigt at genetablere sin status fra før påvirkning, efter en miljøpåvirkning ophører. Derfor er påvirkningen reversibel. Planktons sårbarhed over for en toksisk virkning vurderes som **lav**.

#### Geografisk udbredelse

Udledningsvandet fra hydrotest vil have et lavere iltindhold end det modtagende vandområde. Den umiddelbare fortynding ved udledningspunktet og den lave udledningsvolumen vil sikre, at en potentiel effekt begrænses til få meter fra udledningspunktet. En konservativ vurdering indikerer, at en fortynding på 50 gange vil opnås inden for en minimumsafstand på 10 meter fra udledningen. Indledende fortynding af udledningsvandet fra hydrotesten vil være mere end 500 gange i umiddelbar nærhed (få meter fra udledningspunktet) afhængigt af den aktuelle hastighed. En potentiel toksisk eller anoxisk påvirkning vil derfor være begrænset til dette områdes påvirkning (Botes, 1994). Den geografiske udbredelse af påvirkningen vurderes derfor at være i den **umiddelbare nærhed**.

### Intensitet

Det samlede udledningsvolumen er ca. 13 m<sup>3</sup>, og koncentrationen af de tilsatte kemikalier resulterer i en samlet udledning på 11 kg. Kemikalierne er godkendt af Energistyrelsen til udledning. Planktonkoncentrationen tæt på havbunden er lav, og intensiteten af påvirkningen fra udledning af kemikalier vurderes som **lav**.

### Varighed

Kemikalierne udledes over en periode på en dag. Den potentielle virkningsperiode forventes at være begrænset til denne periode og er derfor af **meget kort** varighed. Udledningerne vil kun ske én gang i projektets levetid.

### Konsekvens

Udledning af kemikalier er kun forbundet med lækagetest af offloadingsystemet. Udledningsfanen, der kan påvirke plankton, er begrænset til den umiddelbare nærhed af udledningspunktet (nogle få meter). Nogle planktonarter er følsomme over for toksiske virkninger, men de fleste planktonarter har en hurtig omsætningshastighed, og koncentrationen af plankton tæt på havbunden er lav. Effekten vil være reversibel inden for en kort tidsramme, og konsekvensen af udledning af kemikalier på plankton vurderes derfor som **ubetydelig**.

### Afværgetiltag

Der er ikke konstateret væsentlige påvirkninger på plankton fra udledning af kemikalier, og afværgetiltag anses derfor ikke for nødvendige.

### **Samlet vurdering**

Planktons sårbarhed er lav på grund af en hurtig omsætningstid og dets evne til hurtigt at genetablere sig efter påvirkningen. Udledning af kemikalier forventes kun i anlægsfasen, hvor det forårsager kortsigtede, reversible påvirkninger. Påvirkningen er af lav intensitet og påvirker kun den umiddelbare nærhed omkring udledningspunktet. Den samlede vurdering af påvirkningen fra udledning af kemikalier på plankton vurderes at have ubetydelige konsekvenser.

**Tabel 11-8. Samlet vurdering af påvirkninger på plankton.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfase</b>					
Udledning af kemikalier	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Meget kort	Ubetydelig

### **Kumulative effekter**

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### **Grænseoverskridende effekter**

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### **Manglende viden og usikkerheder**

Rapporteringen om påvirkningerne fra udledning af kemikalier er ret begrænset. Plankton er imidlertid blevet overvåget i årtier som en del af eksisterende olie- og gasinstallationer i den centrale del af Nordsøen, og da der ikke er påvist væsentlige påvirkninger, anses den samlede konklusion af denne vurdering for at være holdbar.

## 11.6 Biodiversitet – Bundfauna

I dette afsnit vurderes potentielle påvirkninger på bundfaunaen. Beskrivelser af bundfaunaen og de mest almindeligt forekommende arter findes i afsnit 10.5.2.

### 11.6.1 Potentielle påvirkninger

Potentielle påvirkninger på bentisk fauna relaterer sig til tre påvirkningsmekanismer (se afsnit 9.1):

- Arealinddragelse, dvs. i anlægsfasen forventes et fysisk fodaftryk fra offloadingsystemet (undersøisk rørledning, ankerblokke og betonmadrasser) og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander med monitoreringssystem forbundet til en ankerblok og en navigationsbøje). Disse strukturer forventes at resultere i et fysisk fodaftryk i anlægsfasen, når de installeres, som vedvarer gennem hele driftsfasen. Det samlede fysiske fodaftryk i anlægs- og driftsfasen er ca. 850 m<sup>2</sup>.
- Fysisk forstyrrelse af havbunden, dvs. forstyrrelse af sedimentet, såsom resuspension, efter installation af strukturer på havbunden. I anlægsfasen forventes der fysiske forstyrrelser af havbunden under installation af ovennævnte konstruktioner.
- Udledning af kemikalier, dvs. udledning af vand fra lækagetest af offloadingsystemet.

### 11.6.2 Metode og data

Følgende vurdering af det aktuelle projekt om bentisk fauna er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter, herunder:

- Baselineundersøgelsesrapport - Bentisk fauna og sedimenter (DHI and Rambøll, 2023a)
- Overvågning af havbunden i Nordsøen 2021, Siri-plattformen, Makrofauna og sedimentkemi (INEOS, 2022)
- Deskriptorbaseret gennemgang af 25 års havbundsovervågningsdata indsamlet omkring danske offshore olie- og gasplatforme (Oil & Gas Denmark, 2017)

Bundfaunaen i projektområdet er relativt velkendt, og videnskabelig forskning samt tidligere konsekvensanalyser af lignende projektaktiviteter på bundfauna er veldokumenteret i litteraturen. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

### 11.6.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Arealinddragelse

Installation af strukturer, der efterlader et fysisk fodaftryk på havbunden, kan resultere i tab af substrat under strukturerne og påvirke den bentiske fauna, der lever på det berørte substrat.

Anlægsfasen omfatter aktiviteter, der medfører en påvirkning på bundfaunaen fra arealinddragelse, placering af offloadingsystemet og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet et, der udgør en permanent påvirkning af det fysiske fodaftryk.

#### Sårbarhed

Projektområdet er kendetegnet ved en homogen blødbundet havbund med meget lille variation i fysiske og kemiske forhold og bentisk faunasammensætning.

Offloadingsystemet og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet et resulterer i permanent tab af substrat og påvirker derved den bentiske fauna under strukturerne. Den bundfauna i arealet under strukturerne forventes derfor ikke at vende tilbage til sin oprindelige tilstand før efter

dekommissionering, hvor strukturerne fjernes. Den bentiske fauna omkring strukturerne påvirkes ikke, og der blev ikke fundet rødlistede arter under baselineundersøgelsen (se afsnit 10.5.2). Naturtypens homogenitet og vidstrakte udbredelse gør det muligt for de arter, der forhindres i at leve under strukturerne, at leve lige i nærheden. Den bentiske faunas sårbarhed over for arealinddragelsen grundet installation af permanente strukturer vurderes som **lav**.

#### Geografisk udbredelse

Det samlede fysiske fodaftryk fra konstruktioner er ca. 850 m<sup>2</sup>. I betragtning af de relativt små dimensioner af det fysiske fodaftryk, og at tabet af substrat kun forekommer under strukturerne, har påvirkningen kun udbredelse i den **umiddelbar nærhed**.

#### Intensitet

På grund af det permanente tab af substrat under strukturerne kan habitatet under strukturerne ikke genkoloniseres før strukturerne fjernes under dekommissionering. Indførelsen af hårde overflader kan skabe levesteder for andre bentiske organismer, der ellers ikke hyppigt ville findes i området, og dermed ændre forholdene og potentielt det bentiske samfund i et vist omfang. Intensiteten af påvirkningen fra arealinddragelsen i både anlægs- og driftsfasen vurderes derfor som **høj**.

#### Varighed

Strukturerne installeres i anlægsfasen og vil forblive i hele driftsfasen, hvilket medfører en **permanent** påvirkning. Påvirkningen fra placering af permanente strukturer sker én gang i anlægningsfasen og har således lav frekvens. Sedimentforholdene forventes først at kunne genetableres efter dekommissionering.

#### Konsekvens

Da de installerede strukturer forbliver under hele driftsfasen, vil det bentiske faunasamfund ikke være i stand til at genkolonisere de områder, der er tabt under de permanente strukturer. Påvirkningen er begrænset til ca. 850 m<sup>2</sup>, hvilket er et relativt lille areal i forhold til den samlede homogene og vidtstrakte naturtype med næsten identisk bundsamfund. Derfor vil der ikke være nogen de facto negativ ændring af den bentiske fauna i umiddelbar nærhed af de placerede strukturer, men alligevel permanent varighed og høj intensitetspåvirkning fra arealinddragelse. Samlet set anses konsekvensen for bundfaunaen fra arealinddragelsen for **ubetydelig**. På trods af den permanente påvirkning vurderes den samlede vurdering af arealinddragelsen stadig at have ubetydelig påvirkning på bundfauna på grund af de meget små dimensioner af de placerede strukturer i forhold til det store og homogene område, hvor bundfauna fortsat vil eksistere.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger på bundfaunaen fra arealinddragelse, og der er derfor ikke behov for afværgetiltag.

### **Fysiske forstyrrelse af havbunden**

Aktiviteter nær eller på havbunden kan resultere i fysiske forstyrrelser, der påvirker bundfaunaen gennem direkte forstyrrelser eller indirekte gennem ændringer i sedimentets kemiske og fysiske forhold. Som beskrevet i afsnittet 5.4.1, vil der opstå forstyrrelser af havbunden under placeringen af den undersøiske rørledning og betonmadrasser, hvilket kan forårsage resuspension af sediment nær aktiviteten.

### Sårbarhed

Installation af den undersøiske rørledning og betonmadrasser kan medføre en påvirkning på bundfaunaen, hvis omgivende topsedimenter forstyrres, eller organismer fortrænges eller oplever øget dødelighed. Det har imidlertid vist sig, at sedimenternes fysiske og kemiske egenskaber er meget homogene i projektområdet (DHI and Rambøll, 2023a). Samfundet af bundfauna forventes at komme sig, og påvirkningen fra fysisk forstyrrelse er reversibel (DHI and Rambøll, 2023a). Analysen af overvågning ved offshore platforme i den danske Nordsø har vist, at påvirkninger af faunasammensætningen typisk er væk inden for 1-5 år efter udledningsophør afhængig af udledningernes volumen og placering. Mellemårige naturlige ændringer i artssammensætning kan dog være betydelige (Bach & Robson, 2008). Overvågning udført omkring Nini A-plattformen i 2022 bekræftede, at ændringer i artssammensætning ikke kunne relateres til historiske boreudledninger, og at bundfaunasammensætningen var homogen og i god tilstand. Det vurderes derfor, at potentielle påvirkninger på bundfaunaen som følge af aktiviteterne, er reversible. Men da Nordsøen i høj grad er udsat for bundtrawl og fiskeri generelt, kan det være vanskeligt helt at fastslå områdets naturlige tilstand. Berørte organismer forventes at være i stand til at finde egnede levesteder i nærliggende sedimenter under påvirkningen, og eksistensen af lignende bentiske samfund i den omgivende havbund vil muliggøre rekolonisering af de forstyrrede sedimenter hurtigere. Det bentiske samfunds koloniseringskapacitet varierer mellem arter, rangerende fra lav med begrænset mobilitet og langsom spredning til høj med høj mobilitet og hurtig spredning. En fuldstændig genopretning af bundsamfundet efter påvirkningen kan derfor vare fra måneder til år afhængigt af de berørte arter, hvor opportunistiske mobile arter kommer sig hurtigere end langlivede fastsiddende arter med lav spredningsevne. På baggrund af disse argumenter vurderes bundfaunaens sårbarhed over for påvirkninger fra fysiske forstyrrelser af havbunden derfor at være **lav**, da genopretning kan forventes.

### Geografisk udbredelse

Fysisk forstyrrelse af havbunden er relateret til resuspension af sediment fra placering af ovennævnte strukturer. Den potentielle resuspension af sediment forventes at være meget mindre end for andre installationsmetoder af undersøiske rørledninger såsom udgravning (pløjning). Det samlede berørte areal vurderes således at være lille sammenlignet med det vidtstrakte omfang af lignende blødbundssedimenter og homogene bentiske faunasamfund. På grund af disse argumenter vurderes påvirkningens geografiske udbredelse kun at påvirke den **umiddelbare nærhed**.

### Intensitet

Fysiske forstyrrelser af havbunden fra installationen af offloadingsystemet kan føre til ophvirvling af sediment, som kan påvirke bundfaunaen gennem direkte fysiske forstyrrelser fra ophvirvling af sedimenter, der potentielt kan begrave bunddyr. De installerede strukturer er relativt små, og der forventes derfor kun en mindre resuspension. Påvirkningen forventes at indtræffe ganske nært placering af strukturerne, og potentiel resuspension forventes hurtigt at bundfælde sig inden for timer til få dage. Placering sker kun én gang i anlægsfasen, og derfor vurderes intensiteten af fysisk forstyrrelse af bundfaunaen som **lav**.

### Varighed

Installation af konstruktionerne udføres i anlægningsfasen i løbet af 7 + 1,5 dage, og påvirkningen forventes ikke at overstige denne tidsramme. Derfor vurderes varigheden som **kort**. Installation af lander vil nødvendiggøre 1-dags onsite fartøjsaktivitet udført efter installationens aktiviteter ved Nini A.

### Konsekvens

Projektområdet er kendetegnet ved en homogen blødbundet havbund med meget lille variation i fysiske og kemiske forhold og bentisk artssammensætning, hvilket indikerer, at tidligere aktiviteter

nær Nini A-plattformen ikke har påvirket samfundet af bundfauna væsentligt. Den korte varighed, lave intensitet og påvirkning i umiddelbar nærhed af aktiviteterne kan føre til tildækning eller fortrængning af organismer i det berørte område. Nærliggende individer er imidlertid i stand til at genkolonisere forstyrrede samfund relativt kort tid efter, at aktiviteterne er ophørt i anlægsfasen, og der forventes ingen permanent ændring i den økologiske funktion af det bentiske faunasamfund. Konsekvensen af den fysiske forstyrrelse af havbunden på bundfaunasamfundet betragtes som **ubetydelig**. På trods af den permanente påvirkning vurderes den samlede vurdering af arealinddragelsen stadig at have ubetydelig påvirkning på bundfauna på grund af de meget små dimensioner af de placerede strukturer i forhold til det store og homogene område, hvor bundfauna fortsat vil eksistere.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger på bundfaunaen som følge af forstyrrelser af havbunden, og der er derfor ikke behov for afværgetiltag.

#### **Udledning af kemikalier**

De kemiske udledninger i forbindelse med lækagetest af offloadingsystemet kan resultere i en toksisk påvirkning af bundfaunaen. Som beskrevet i afsnittet 5.7.1 er de kemiske udledningsmængder små (13 m<sup>3</sup> vand fra lækagetesten), og fortynding af den kemiske udledning vil resultere i ikke-detekterbare niveauer inden for få meter fra udledningspunktet. Kemikalierne er godkendt til udledning af Energistyrelsen og vurderes ikke at have en langtidseffekt på marine organismer. Kemikalierne forventes ikke at ophobes i sedimentet, og påvirkningerne vil være reversible.

Den sammenlagte udledningsvolumen vurderes til at være omkring 13 m<sup>3</sup>. Kemikalierne brugt til hydrotesten er godkendt af Miljøstyrelsen og kategoriseret som gule.

Det fluorescerende sporstofkemikalie vil have en maksimal koncentration på 50 ppm. Den minimale No Effect Concentration (NOEC) præsenteret i Harmonised Offshore Chemical Notification Format (HOCNF) for alle trofiske niveauer er 5 ppm, hvilket indikerer, at en fortynding på 10 relateret til udledning af hydrotestvand vil sikre, at en toksisk effekt er usandsynlig.

Korrosionsinhibitor kan tilsættes, hvis hydrotestvandet er til stede i rørledningen i længere tid, før egentlig testning påbegyndes. Startkoncentrationen af den tilsatte korrosionsinhibitor vil være maksimalt 500 ppm. Den mindste No Effect Concentration (NOEC) præsenteret i det harmoniserede offshore kemiske notifikationsformat (HOCNF) for alle trofiske niveauer er 9 ppm. Det indikerer, at en udledningsfortynding på ca. 50 gange vil sikre, at en toksisk effekt er usandsynlig. Dette er en konservativ antagelse, da korrosionsinhibitorens komponenter vil have reageret før testudledning.

#### Sårbarhed

Felt- og laboratorieundersøgelser har vist, at bentiske samfund, der påvirkes af kemiske udledninger, genoprettes relativt hurtigt (Neff, 2010; Trannum et al., 2010b). Dette er i overensstemmelse med en gennemgang fra 2017 af bentiske påvirkninger fra olie- og gasproduktionsaktiviteter i Nordsøen, hvor det blev bekræftet, at det bentiske miljø har evnen til at komme sig efter udledning af kemikalier (Oil & Gas Denmark, 2017).

Samlet set indikerer resultaterne fra tidligere undersøgelser og den bentiske baselineundersøgelsesrapport, at udledninger har en begrænset påvirkning på bundfaunasamfundet, og at den tilknyttede fauna genetableres, efter at udledningerne er stoppet. Den bentiske faunas sårbarhed over for påvirkning fra udledning af godkendte kemikalier vurderes derfor at være **lav**.

Geografisk udbredelse

Udledningsvandet fra hydrotesten vil have et lavere iltindhold end det modtagende vandområde. Den umiddelbare fortynding ved udledningspunktet og den lave udledningsvolumen vil sikre, at en potentiel effekt begrænses til få meter fra udledningspunktet. En konservativ vurdering indikerer, at en fortynding på 50 gange vil opnås inden for en minimumsafstand på 10 meter fra udledningen. Indledende fortynding af udledningsvandet fra hydrotesten vil være mere end 500 gange i umiddelbar nærhed (få meter fra udledningspunktet) afhængigt af den aktuelle hastighed. En potentiel toksisk eller anoxisk påvirkning vil derfor være begrænset til dette områdes påvirkning (Botes, 1994). Den geografiske udbredelse af påvirkningen vurderes derfor at finde sted i den **umiddelbare nærhed**.

Intensitet

Den potentielle toksiske påvirkning fra udledning af kemikalier vil være kort i et begrænset område. Intensiteten af påvirkningen fra udledning af kemikalier på bundfauna vurderes som **lav**.

Varighed

Den potentielle virkningsperiode forventes at være begrænset til udledningsperioden. Udledningerne vil kun forekomme én gang over et par timer, så varigheden er **meget kort**.

Konsekvens

Påvirkningen forventes at forblive i et område få meter fra udledningspunktet. Konsekvensen af udledning af kemikalier på bundfauna vurderes derfor som **ubetydelig**.

Afværgetiltag

Ingen væsentlige påvirkninger på bundfaunaen er blevet vurderet, og afværgetiltag anses ikke for nødvendige.

**Samlet vurdering**

Den samlede vurdering af påvirkningen på bundfaunaen fra arealinddragelse, fysiske forstyrrelser af havbunden og udledning af kemikalier er ubetydelige i både anlægs- og driftsfasen. Samlet set forventes påvirkningerne på bundsamfundet ikke at påvirke arter på populationsniveau eller føre til funktionelle ændringer i bundfaunasamfundets økologi.

**Tabel 11-9. Samlet vurdering af påvirkningerne på bundfaunaen.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Høj	Permanent	Ubetydelig
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Kort	Ubetydelig
Udledning af kemikalier	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Meget kort	Ubetydelig
<b>Driftsfasen</b>					
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Høj	Permanent	Ubetydelig

**Kumulative effekter**

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### Grænseoverskridende effekter

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### Manglende viden og usikkerheder

Følgende vurdering af det aktuelle projekts aktiviteter på bentisk fauna er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter.

Bundfaunaens udbredelse og biologi i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt, og videnskabelig forskning samt tidligere konsekvensanalyser af lignende projektaktiviteter på bundfauna er veldokumenteret i litteraturen. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

## 11.7 Biodiversitet – Fisk

### 11.7.1 Potentielle påvirkninger

De potentielle påvirkninger på fisk er relateret til:

- Undervandsstøj, dvs. i anlægsfasen forventes undervandsstøj fra fartøjer, ROV-operationer ved hjælp af HiPaP USBL-system og den seismiske baseline undersøgelse. I driftsfasen forventes undervandsstøj fra seismiske undersøgelser, det seismiske undersøgelsesfartøj, CO<sub>2</sub>-transportskibet og fra støttefartøjer, der bruges til vedligeholdelsesarbejde med ROV.
- Arealinddragelse, dvs. det område, der er optaget af de fysiske strukturer (offloadingsystemet og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet et), der er placeret i anlægsfasen. Det samlede fysiske fodaftryk er ca. 850 m<sup>2</sup>.
- Fysisk forstyrrelse af havbunden, dvs. i anlægsfasen kan forstyrrelsen af sedimentet (resuspension) forårsage påvirkninger under installation af strukturer på havbunden.
- Lysemissioner, dvs. i anlægsfasen og driftsfasen forventes lysemissioner fra skibe og Nini A-plattformen.

Støj fra udstyr i forbindelse med ROV-operationer (HiPAP) forekommer ved frekvenser over 20 kHz. Fisks høreevne er generelt begrænset til lave frekvenser, ofte ikke mere end 800-1.000 Hz, men dette er meget artsafhængigt (A. N. Popper & Hawkins, 2019). Støj fra udstyr i forbindelse med ROV-operationer (HiPAP) forekommer ved frekvenser over 20 kHz, dvs. ved frekvenser, der er højere end det, der antages at kunne registreres af de fleste fiskearter. Nogle arter af klumpfisk er dog i stand til at registrere lyd i frekvensområder over 20 kHz (Mann et al., 1997), mens andre ikke kan (Mann et al., 2005). Det er blevet spekuleret i, at nogle sildearter er i stand til at udvise undgåelsesadfærd over for ekkolokaliseringsudstyr og dermed sætte spørgsmålstegn ved brugen af denne type udstyr til bestandsvurdering for disse typer arter (Mann et al., 2001). Påvirkningstærskler for højfrekvent støj er ikke blevet specificeret for den atlantiske sild (*Clupea harengus*) i Nordsøen, men tidligere undersøgelser viser, at høretærsklen stiger markant omkring 5 kHz, hvilket gør det mindre sandsynligt, at de opdager støj over 20 kHz (Enger, 1967).

Udledning af kemikalier, dvs. vand fra lækagetest af offloadingsystemet, vil ikke blive vurderet yderligere for fisk, da denne påvirkning viste sig at have ubetydelig påvirkning på plankton og bundfauna (se afsnittene 11.5 and 11.6). Toksicitetstesten af de kemikalier, der blev brugt til lækagetesten, viser, at No Effect Concentration for fisk er meget højere end for plankton og bundfauna, dvs. at det er usandsynligt, at fisk udsættes for en toksisk effekt.

### 11.7.2 Metode og data

Vurderingen understøttes af eksisterende data og tilgængelig videnskabelig litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger af lignende projekter. Undervandsstøjmodellering blev udført for at vurdere påvirkninger fra seismiske undersøgelser og skibe.

Fiskenes udbredelse og biologi i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt., Videnskabelig forskning samt tidligere miljøkonsekvensanalyser af lignende aktiviteter, der forårsager arealinddragelse, fysiske forstyrrelser af havbunden (sedimentopslæmning) og afledte påvirkninger på fisk, er også veldokumenteret i litteraturen. Datagrundlaget til vurderingen af påvirkningerne fra disse aktiviteter anses for at være tilstrækkeligt. Forskning i hvordan fisk påvirkes af undervandsstøj er imidlertid relativt sparsom og er kun undersøgt for nogle få fiskearter. Modelleringen er baseret på de bedste tilgængelige data og omfatter to arter (sild og torsk) og to livsstadier af fisk (juvenile torsk og voksne torsk), der findes i projektområdet, og som repræsenterer forskellige følsomheder over for støj. Tærskelværdien for midlertidige høreskade (TTS) for fisk er imidlertid baseret på ferskvandsarter, og der hersker en vis usikkerhed med hensyn til, om disse tærskelværdier finder anvendelse på saltvandsarter (A. N. Popper & Hawkins, 2019). Da modelleringen er baseret på de mest følsomme arter og livsstadier, anses datagrundlaget for denne vurdering for at være tilstrækkeligt til at vurdere påvirkningerne på fisk fra undervandsstøj, da det er baseret på en worst-case-tilgang..

Kun få undersøgelser har fokuseret på påvirkningerne fra lysemissioner på fisk. Vurderingen af lysemissioner fra fisk er baseret på de bedste tilgængelige data, men da effekter fra kunstigt lys ikke er veldokumenterede, er datagrundlaget delvist utilstrækkeligt.

### Modellering af undervandsstøj

For en detaljeret metodebeskrivelse af modelleringen af undervandsstøj henvises der til Technical Note: *Project Greensand Future EIA - Underwater noise modelling*, som findes i bilaget til denne VVM. Modelleringen og baggrundsoplysningerne er kort beskrevet nedenfor.

Den undersøiske støjuddredelsesmodel, der er anvendt til denne VVM, beregner det lydfelt, der genereres fra de væsentligste undersøiske støjklender forbundet med de planlagte aktiviteter. Modelleringresultaterne bruges til at bestemme de potentielle påvirkningsafstande fra de identificerede væsentlige undersøiske støjklender på de forskellige identificerede organismer i området. Baseret på støjklendens placering og støjniveau estimeres det akustiske påvirkningsfelt i et område fra kilden ved hjælp af dBSEA's akustiske udbredelsesmodel (Parabolsk ligningsmetode ( $\leq 1000$  Hz). metoder beskrevet i (Jensen et al., 2011) og ray tracing ( $> 1000$  Hz)). Modelleringen af støjuddredelsen anvender akustiske parametre, der passer til det specifikke geografiske projektområde, herunder den forventede lydhastighedsprofil for vandsøjlen, bathymetrien og de geoakustiske egenskaber af havbunden, til at udarbejde stedspecifikke estimater af det akustiske felt som funktion af rækkevidde og dybde. Den akustiske model bruges til at forudsige det retningsbestemte transmissionstab fra støjklenden til modtagerplaceringer. Det modtagne niveau på ethvert 3-dimensionelt sted væk fra støjklenden beregnes ved at kombinere kildniveauet og transmissionstabet, som begge er retningsafhængige.

Akustisk transmissionstab og modtagne støjniveauer er en funktion af dybde, afstand, retning og miljømæssige egenskaber. Outputværdierne kan bruges til at beregne eller estimere specifikke støjmålinger, der er relevante for sikkerhedskriterier og filtrering af havpattedyrs frekvensafhængige høreegenskaber. Støjniveauer bruges som input til undervandsstøjuddredelsesprogrammet, som beregner et lydfelt som en funktion af afstand, dybde og retning i forhold til kildens placering.

Bathymetri-data leveres fra EMODnet (The European Marine Observation and Data Network). Vandsøjledata (saltholdighed, temperatur, hastighed for undervandslyd/-dybde) leveres fra ICES (Det Internationale Havundersøgelsesråd). Havbundsforhold (sand, ler/dybde) er blevet indhentet fra geologiske undersøgelsesdata for områder tæt på modelleringspositionen.

### 11.7.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Undervandsstøj

##### Sårbarhed

I hvilket omfang undervandsstøj kan påvirke fisk, afhænger af en række faktorer, herunder støjniveauet ved kilden, de frekvenser hvormed lyden udsendes, den hastighed hvormed lyden dæmpes (som vil variere for forskellige frekvenser og miljøforhold) sammen med forskellige fiskearters og individers følsomhed over for forskellige støjeksponeringsniveauer og støjfrekvenser. Fiskenes høreområder varierer fra art til art, men de fleste fisk hører bedst ved frekvenser mellem <100-1.000 Hz, mens andre arter reagerer på højere frekvenser, dvs. 200-3.000 Hz (Ladich & Fay, 2013).

Støj kan påvirke fisk på flere måder, herunder:

- *Dødelighed og dødelig skade*: Øjeblikkelig eller forsinket død.
- *Genoprettelig skade*: Skader, herunder hårcelleskader, mindre indre eller ydre hæmatom etc. Ingen af disse skader vil sandsynligvis resultere i dødelighed.
- *Midlertidig høreskade (TTS)*: Kort- eller langsigtede ændringer i hørefølsomhed, der måske eller måske ikke reducerer fitness.
- *Adfærdsstyrrelser*: Ændring i adfærd, dvs. fødesøgning, parring osv., eller fortrængning.
- *Maskering*: Henviser til interferens af menneskeskabt støj med fisks evne til at høre lyde af biologisk betydning.

Dødelighed og skade skyldes hurtige trykændringer genereret af højintensiv støjeksponering, hvilket resulterer i skade på indre organer, herunder svømmeblæren, lever, nyre og gonader (Halvorsen, Casper, Matthews, et al., 2012; Halvorsen, Casper, Woodley, et al., 2012). Med hensyn til følsomhed kan fisk groft inddeles baseret på deres anatomi. Fisk uden svømmeblærer har lav følsomhed (f.eks. voksne fladfisk, hvor svømmeblæren degenererer). Fisk, med svømmeblærer, der ikke er forbundet med det indre øre, har en højere følsomhed (f.eks. torsk eller tobis). Fisk, med svømmeblære der er forbundet til det indre øre, har høj følsomhed (f.eks. sild og brisling (A. N. Popper et al., 2014)). Da påvirkningen på fisk fra undervandsstøj afhænger af en række faktorer, er der fortsat en vis usikkerhed om, hvornår eksponering for højintensiv lyd fører til dødelighed eller dødelig skade. Mens dødelighed af fisk skete tæt på en pæleramningskilde i et demonstrationsprojekt for pæleinstallation ved San Francisco-Oakland Bay Bridge (California Department of Transportation, 2001), resulterede eksponeringen for lavfrekvente sonarer med meget høj intensitet ikke i øget dødelighed hos fisk (Halvorsen et al., 2013; Popper et al., 2007), og det gjorde eksponering for seismiske airguns heller ikke (Popper et al., 2005, 2016).

Påvirkninger der skaber genoprettelige skader og TTS skyldes eksponering fra højenergistøjklender eller langvarig støjeksponering og er reversible over tid. Undersøgelser har vist, at fisk kan regenerere hårcellerne i øret og dermed kan hørelsen genoprettes (Popper A.N. and Hastings M.C., 2009). Den tid det tager for hørelsen at genoprettes, kan dog være relativt lang (op til 58 dage) efter eksponering fra airguns, hvilket har konsekvenser for fiskenes fitness og overlevelse (McCauley et al., 2003). Mens fisk lider af midlertidige høreskade, kan de opleve et fald i fitness med hensyn til kommunikation, detektering af rovdyr eller bytte og/eller opfattelse af deres miljø

(Carroll et al., 2017). Efter støjeksponeringens ophør, vender den normale høreevne tilbage over en periode, der strækker sig fra minutter til dage, afhængigt af mange faktorer, herunder intensiteten og varigheden af eksponeringen (Amoser et al., 2004; Smith et al., 2006; Smith & Monroe, 2016).

Fisk udviser adfærdsmæssige reaktioner på støj, men de underliggende mekanismer er ikke velforstået. Støjniveauer, der kan skabe adfærdsforstyrrelse hos nogle arter, kan i stedet tiltrække andre. Fisk kan også blive paralyseret, hvilket udsætter dem for potentiel påvirkning. Hvis fisken svømmer væk, kan den potentielle påvirkning minimeres. Omvendt kan denne adfærdsforstyrrelse ved at svømme væk fra støjilden føre til andre negative virkninger såsom fisk, der undviger vigtige fødeområder, parrings- eller gydeområder. Langsigtede påvirkninger fra undervandsstøj kan derfor potentielt føre til svigtende reproduktion og rekruttering af bestande (Bakke et al., 2013).

Maskering kan have en negativ indvirkning på reproduktions- og fourageringsadfærd og forringe rovdyrdektion, detektion af lydsignaler som bruges til orientering og navigation samt intraspecifik kommunikation (Erbe & McPherson, 2017; Slabbekoorn et al., 2010). Betydningen af maskeringseffekten påvirkes af varigheden og niveauet af støjeksponering. Støjeksponeringsniveauet begrænser det laveste lydniveau, som en fisk kan registrere. Chapman og Hawkins (1973) fandt, at forøgelse af niveauet af omgivende støj førte til en stigning i den auditive tærskel for torsk, hvilket resulterede i et fald i fiskens evne til at opdage, lokalisere og genkende bestemte lyde (Chapman & Hawkins, 1973).

De fleste undersøgelser af påvirkningen fra menneskeskabt støj på fisk har undersøgt påvirkningerne på individer snarere end på populationsniveau. I en nylig undersøgelse blev akustiske forstyrrelses påvirkninger på populationsniveau af torsk modelleret med hensyn til fire mulige effektveje og deres individuelle effekt på torskebestandens vækstrate: 1) øget energiforbrug, 2) reduceret fødeindtagelse, 3) øget dødelighed og 4) reduceret reproduktion. Resultaterne viste, at højere energiforbrug og nedsat fødeindtagelse havde den stærkeste effekt på bestandstilvækst, da de indirekte påvirkede alderen for seksuel modenhed, overlevelse og fekunditet. Vækstraterne blev imidlertid kun stærkt påvirket, når mindst 50 % af bestanden var påvirket af støj (Soudijn et al., 2020).

Antropogen støjeksponering er opdelt i to specifikke kategorier, impulsiv eller kontinuerlig støj. Impulsstøj refererer til en diskontinuerlig støjkilde, der består af en eller flere øjeblikkelige lyde såsom en airgun. Kontinuerlig støj refererer til en kontinuerlig støjkilde, som en fartøjsmotor, der brummer. Påvirkningen på fisk fra disse forskellige støjklender og de tilhørende tærskelniveauer er præsenteret i Tabel 11-10. Meget få undersøgelser er udført med henblik på fiskeægs- og larvers påvirkning fra menneskeskabt støj, men forskning tyder på, at høreområdet for fiskelarver ligner det hos voksne fisk (Malishov, 1992; A. N. Popper et al., 2014). Der er ikke rapporteret om tærskelværdier for adfærdsmæssig respons i litteraturen, og de præsenteres derfor ikke i Tabel 11-10. Da maskeringsniveauet er relateret til niveauet af omgivende naturlig støj, findes der ingen specifik tærskelværdi for denne påvirkningstype (Chapman & Hawkins, 1973).

**Tabel 11-10 Tærskelværdier for undervandsstøj for fisk efter støjtype (A. N. Popper et al., 2014).**

\* SELcum = Kumulativ støjeksponering, som er tidsintegralet af de kvadrerede tryk over varigheden af en lyd eller serie af lyde.

Art	Påvirknings-type	Flughastighed [m/s]	Kriterier for impulsstøj [dB] Peak	Impulsstøj kriterier [dB] SELcum	Kriterier for kontinuerlig støj [dB] SELcum*
Fish	Dødelig skade	1.04 Sild	207	207 (SELcum)	-

Art	Påvirknings-type	Flugthastighed [m/s]	Kriterier for impulsstøj [dB] Peak	Impulsstøj kriterier [dB] SELcum	Kriterier for kontinuerlig støj [dB] SELcum*
		0.38 Torsk (juvenile) 0.9 Cod (voksen)			
Fish	Genoprettelig skade	1.04 Sild 0.38 Torsk (juvenile) 0.9 Torsk (voksen)	207	203 (SELcum)	222 (SELcum) 48 timer, 170 RMS
Fish	TTS	1.04 Sild 0.38 Torsk (juvenile) 0.9 Cod (voksen)	-	186 (SELcum)	204 (SELcum) 12 timer, 158 RMS
Larvae	Dødelig skade	N/A	207	210 (SELcum)	-
Til kriterier for kontinuerlig støj bruges en værdi med betegnelsen RMS. RMS står for Root Mean Square og er en type gennemsnitslyd for en given lydkilde. Eksponeringsafstande for sild og torsk er vist inklusive flugtrater. For sild vil denne undersøgelse bruge 1,04 m/s, og for torsk har denne undersøgelse brugt 0,38 m/s (juvenil) og 0,9 m/s (voksen).					

De måder, hvorpå fisk kan påvirkes af undervandsstøj af relativt høj intensitet, er oftest reversible over tid eller ophører, når støjeksponeringen ophører, hvorved fiskene tilskrives lav følsomhed over for undervandsstøj. Fisk, der har udviklet en svømmeblære, som sild, har bedre hørelse og er derfor mere følsomme over for støj end for eksempel fladfisk, der ikke har en svømmeblære. Fiskenes samlede sårbarhed over for undervandsstøj vurderes derfor som lav, da tærskelniveauerne for fysiske skader er høje og oftest reversible. Støjgrænsen for adfærdsmæssig reaktion er ikke specificeret og vil være meget artsafhængig, som nævnt ovenfor. Fisk forventes dog at vende tilbage til området, når de er blevet fordrevet som følge af støj fra de nævnte aktiviteter. Den potentielle adfærdsmæssige påvirkning ophører og anses derfor for at være reversibel.

#### Geografisk udbredelse

I anlægsfasen forventes undervandsstøj fra skibe og den seismiske baseline undersøgelse (se afsnit Tabel 11-11 og Tabel 11-12). Undervandsstøj fra fartøjer forventes ikke at have en direkte fysisk påvirkning på fisk, men det kan fremkalde adfærdsmæssige påvirkninger, hvilket igen kan påvirke reproduktionssucces og bestandens biomasse. Ivanova et al. (2020) fandt fortrængning af polartorsk (*Boreogadus saida*) i en afstand på op til 350 m fra fartøjer (Ivanova et al., 2020). Fartøjernes påvirkning afhænger imidlertid af en række faktorer, herunder fiskeart, fartøjstype, fartøjshastighed og det miljø, hvor støjen spredte sig. Derfor kan omfanget af påvirkningen fra fartøjer, der forårsager adfærdsforstyrrelser i fisk i det aktuelle projekt, ikke endeligt udledes af litteraturen. Det forventes dog, at adfærdspåvirkningen fra undervandsstøj genereret af fartøjer vil ske i **umiddelbar nærhed af** fartøjerne.

Støj fra fartøjer i anlægsfasen kan også påvirke fisk gennem maskering af biologisk vigtige lyde, der påvirker fouragering og reproduktionsadfærd, samtidig med at rovdryrs detektion og brug af lydssignaler til orientering og navigation forringes, hvilket i sidste ende kan føre til en forringelse af den generelle fitness såvel som reproduktionssvigt. Maskeringseffekter forårsaget af skibstrafik blev påvist i et studie fra 2017 (Stanley et al., 2017), hvor den effektive vokaliseringsradius for torsk var betydeligt lavere i områder, der var påvirket af skibstrafik. Det forventes derfor, at der kan opstå maskeringseffekter i nærhed af fartøjerne.

I driftsfasen forventes der undervandsstøj fra seismiske undersøgelser, overvågningsfartøjet og CO<sub>2</sub>-transportskibet. Da der i modelleringen af undervandsstøj ikke blev vurderet nogen påvirkning

fra fartøjer, der resulterede i dødelig skade, genoprettelig skade eller TTS, er kun påvirkninger, der resulterer i disse påvirkningsveje, vurderet for seismik. Resultater fra modellering af undervandsstøj relateret til seismisk overvågning viser påvirkningsafstandene for fisk ved brug af 1760 cu. in. airgun (3D) med 35 min soft start placeret 5 m under havoverfladen med en maksimal undersøgelses længde på 5 km og dyreflugt og skibsbevægelse på 9 knob. Den beregnede forlængede soft start-periode for at forhindre enhver risiko for TTS eller PTS for fisk skyldes den langsomme flughastighed hos unge fisk (torsk). Resultaterne i Tabel 11-11 viser påvirkningsafstandene for fisk ved brug af 2500 cu. in. luftkanon (2D) placeret 5 m under havoverfladen med en maksimal undersøgelses længde på 5 km og dyr, der flygter, og skibsbevægelser på 9 knob.

**Tabel 11-11 Resultater af påvirkningsafstande for fisk fra 1750 cu. in. seismisk airgun (med 35 minutters soft-start). \*Inkluderer dyr, der flygter, og skibsbevægelser på 9 knob (maksimal undersøgelseslinjelængde på 5 km).**

Receptor	Påvirkningstype (A. N. Popper et al., 2014)	Flughastighed [m/s]	Radial afstand til grænseværdier
Fisk	Dødelig skade	1,04 Sild 0,38 Torsk (juvenil) 0,9 Torsk (voksen)	0 m* 0 m* 0 m*
Fisk	Genoprettelig skade	1,04 Sild 0,38 Torsk (juvenil) 0,9 Torsk (voksen)	0 m* 0 m* 0 m*
Fisk	TTS	1,04 Sild 0,38 Torsk (juvenil) 0,9 Torsk (voksen)	1 km* 1.5 km* 1 km*
Larver	Dødelig skade	0	1.5 km (SPLpeak)/ 0.8 km (SELcum)

**Tabel 11-12 Resultater af påvirkningsafstande for fisk fra 2500 cu. in. seismisk airgun (med 40 minutters soft-start). \*Inkluderer dyr, der flygter, og skibsbevægelser på 9 knob (maksimal undersøgelseslinjelængde på 5 km).**

Receptor	Påvirkningstype (A. N. Popper et al., 2014)	Flughastighed [m/s]	Radial afstand til grænseværdier
Fisk	Dødelig skade	1,04 Sild 0,38 Torsk (juvenil) 0,9 Torsk (voksen)	0 m* 0 m* 0 m*
Fisk	Genoprettelig skade	1,04 Sild 0,38 Torsk (juvenil) 0,9 Torsk (voksen)	0 m* 0 m* 0 m*
Fisk	TTS	1,04 Sild 0,38 Torsk (juvenil) 0,9 Torsk (voksen)	1 km* 1.5 km* 1 km*
Larver	Dødelig skade	0	2,0 km (SPLpeak)/ 0,9 km (SELcum)

Softstart-proceduren er en del af myndighedernes standardvilkår, og operatøren er forpligtet til at overholde standardvilkår for undersøgelser til havs (2018) kombineret med retningslinjer fra Joint Nature Conservation Committee (Energistyrelsen, 2018; Joint Nature Conservation Committee, 2017), jf. afsnit 5.5. Effektiv gennemførelse af softstart-proceduren betyder, at ingen fisk pådrages dødelige skader som følge af seismiske overvågningskampagner.

Anvendelse af softstart-proceduren til seismiske undersøgelser fjerner dog ikke risikoen for dødelig skade på larver. 2D/3D seismisk med softstart kan potentielt føre til TTS i fisk i en rækkevidde på op til 800m fra støjilden. Det maksimale påvirkningsområde blev registreret for juvenile torsk,

hvilket indikerer, at juvenile torsk er mest sensitive overfor undervandsstøj sammenlignet med voksne torsk og voksne sild. Dette påvirkningsområde betyder, at et betydeligt antal fisk potentielt kan blive påvirket af midlertidig høreskade og derved have reduceret evne til at kommunikere, opdage byttedyr eller rovdyr og/eller opfatte deres miljø (Carroll et al., 2017), hvilket igen kan have konsekvenser for reproduktions- og fourageringsadfærd samt for deres energiforbrug og generelle overlevelse. Som anført af (Soudijn et al., 2020), blev populationsvækstraterne for torsk imidlertid kun påvirket kraftigt, når støjeksponeringen resulterede i et vedvarende fald i nettoenergitilgængeligheden, der påvirkede mindst 50 % af den samlede bestand. Da seismiske undersøgelser kun udføres årligt over en 5-dags kampagne, og normal høreevne generelt vender tilbage indenfor en relativt kort periode, dvs. minutter til dage eller i værste fald op til et par måneder (Amoser et al., 2004; Smith et al., 2006; Smith & Monroe, 2016), vil påvirkningen være kortvarig og derfor ikke resultere i et vedvarende fald i nettoenergitilgængeligheden. Det er derfor usandsynligt, at påvirkningen af seismisk aktivitet vil få konsekvenser for reproduktion og rekruttering af fiskebestande. Desuden er der en vis usikkerhed omkring den anvendte TTS-tærskel for fisk, som er anvendt i modelleringen af undervandsstøj, da den er afledt af ferskvandsarter da tærskelværdier for de marine arter, der findes i projektområdet, ikke eksisterer. Påvirkningsafstanden kan derfor være overvurderet. TTS i fisk fra seismisk aktivitet forventes derfor ikke at påvirke populationsniveau. Udbredelsen af påvirkningen seismisk undervandsstøj vurderes derfor at være **lokal**.

Undervandsstøj fra seismisk, overvågningsfortøjet og CO<sub>2</sub>-transportskibet kan også forårsage adfærdsforstyrrelser. Litteraturen rapporterer om forskellige reaktioner fra fisk overfor højenergi støjeksponering. Mens adfærdsmæssige reaktionsafstande på 5-10 km for torsk er foreslået (Hovem et al., 2012), så viste sildestimer, der blev udsat for seismisk aktivitet, ingen ændringer i svømmehastighed, svømmeretning eller stimestørrelse, der kunne tilskrives det transmitterende seismiske fartøj (Peña et al., 2013). Responsen på højenergilyde såsom seismisk afhænger af karakteren af støjeksponeringen (frekvens, lydtrykniveau, varighed) og lokal lydudbredelse, som igen påvirkes af det fysiske miljø, bathymetri og sedimentsammensætning (Hovem et al., 2012). Hvorvidt der induceres en adfærdsmæssig reaktion, afhænger sandsynligvis også af fiskens generelle tilstand og den adfærdsmæssige kontekst, og der er ikke nødvendigvis en direkte forbindelse mellem støjeksponering og fiskereaktion. Derfor kan adfærdsforstyrrelser af fisk forårsaget af seismisk i det aktuelle projekt forventes, men den geografiske udbredelse af påvirkningen kan ikke estimeres præcist ud fra litteraturen.

Adfærdsforstyrrelser genereret af fartøjer kan også påvirke fisk i driftsfasen, svarende til hvad der forventes i anlægsfasen. Det forventes, at påvirkningen vil ske tæt på fartøjerne, og har derfor en udbredelse i den **umiddelbare nærhed**.

Maskeringseffekter forårsaget af skibstrafik påvirker den effektive vokaliseringsradius for torsk. Påvirkningen fra fartøjer afhænger af en række faktorer, herunder fartøjstype, fartøjets hastighed og det miljø, hvor støjen udbreder sig. Det geografiske omfang af maskeringseffekter i fisk, der genereres fra overvågningsfartøjet i driftsfasen, kan derfor ikke udledes præcist af litteraturen.

### Intensitet

I anlægsfasen forventes undervandsstøj fra fartøjer og den seismiske baseline undersøgelse. Påvirkninger fra denne undervandsstøj kan medføre adfærdsforstyrrelser og maskerende påvirkninger, som forventes at ophøre, når fartøjerne ikke længere er til stede. Intensiteten af påvirkningen fra undervandsstøj fra fartøjer og den seismiske baseline undersøgelse i anlægsfasen vurderes til at være **lav**. Intensiteten af undervandsstøj fra 2D/3D-seismik vurderes som middel (se driftsfasen).

I driftsfasen udføres seismisk overvågning af reservoirerne ved hjælp af 2D/3D seismisk undersøgelse. 2D/3D seismisk aktivitet udsender højenergilyde, som potentielt kan føre til dødelighed eller dødelig skade hos fisk. Da softstart-proceduren er et standardvilkår, forebygges risikoen for ikke-reversible påvirkninger af fisk (dødelighed og dødelig skade). Intensiteten af undervandsstøj fra 2D/3D seismiske undersøgelser vurderes derfor som **medium**.

I driftsfasen forventes undervandsstøj fra overvågningsfartøjet og CO<sub>2</sub>-transportskibet. Påvirkninger fra fartøjer er relateret til adfærdsmæssige og maskerende påvirkninger, som forventes at ophøre, når fartøjerne ikke er til stede. Intensiteten af påvirkningen fra undervandsstøj fra fartøjer i driftsfasen vurderes til at være **lav**.

#### Varighed

I anlægsfasen forventes skibene at være til stede i ca. 2 måneder. Varigheden af påvirkningen fra undervandsstøj fra fartøjer forventes derfor at være **mellemlang**. 2D/3D-seismik udføres i ca. 5-10 dage pr. kampagne, og påvirkningen fra 2D/3D-seismik i anlægsfasen vurderes derfor som **kortvarig**.

I driftsfasen udføres 2D/3D-seismik i ca. 5-10 dage pr. kampagne, og den første overvågningskampagne udføres lige før den første CO<sub>2</sub>-injektionscyklus. Varigheden af påvirkningen fra 2D/3D-seismik i driftsfasen vurderes derfor som **kortvarig**. Der er risiko for TTS for juvenile torsk inden for en afstand af 2 km fra den 2D-seismiske placering. TTS-påvirkning er af kort varighed (minutter til dage (Amoser et al., 2004; Smith et al., 2006; Smith & Monroe, 2016)). Den potentielle påvirkning er derfor begrænset til undersøgelsens varighed.

Påvirkninger fra undervandsstøj fra CO<sub>2</sub>-transportskibet betragtes som **meget kort**. På trods af mange årlige sejlader til området, ophører påvirkningen, når fartøjet ikke længere er til stede.

#### Konsekvens

Fiskenes sårbarhed over for undervandsstøj vurderes som lav, da undervandsstøj i vid udstrækning resulterer i påvirkninger, der er reversible over tid, og som kun forårsager dødelighed, når fisk udsættes for høje energilyde inden for en kort afstand fra lydkilden, uden at det har konsekvenser på populationsniveau.

Adfærdsmæssige eller maskerende påvirkninger hos fisk som følge af undervandsstøj fra fartøjer i anlægsfasen kan føre til ændringer i biologisk adfærd. Langsigtede påvirkninger med undervandsstøj kan derfor potentielt føre til svigtende reproduktion og rekruttering af bestande (Bakke et al., 2013). Varigheden af påvirkningen vurderes konservativt som medium idet hele anlægsperioden ikke kendes i detaljer vedrørende skibstrafik på nuværende tidspunkt. Påvirkningen forventes dog at forekomme tæt på fartøjerne, mens adfærdsforstyrrelser eller maskerende påvirkninger ophører, når aktiviteten stopper. Som følge heraf vurderes det, at adfærdsforstyrrelser og maskerende påvirkninger ikke kan føre til reproduktionssvigt eller have negative konsekvenser for bestandens størrelse. Konsekvensen af støj fra fartøjer i anlægsfasen vurderes som **ubetydelig** uden påvirkning på populationsniveau.

Undervandsstøj i driftsfasen forventes fra 2D/3D seismisk aktivitet og det fartøj, der udfører de seismiske undersøgelser, samt fra CO<sub>2</sub>-transportskibet. De 2D/3D seismiske undersøgelser udføres i driftsfasen og forårsager påvirkninger af medium intensitet, da softstart-proceduren anvendes, hvilket kun resulterer i reversible virkninger på fisk lokalt omkring støjilden. Et betydeligt antal fisk kan dog potentielt blive påvirket af TTS, hvilket kan have konsekvenser for populationsdynamikken. Da overvågningskampagnerne gennemføres årligt over en 5-dags kampagne, forventes eventuelle påvirkninger på fiskene at være kortsigtede og ikke at føre til

langsigtede ændringer i fiskebestandenes størrelse i Nordsøen generelt. Da der desuden er en vis usikkerhed omkring den anvendte TTS-tærskel for fisk, kan påvirkningsafstande være overvurderet. Adfærdsforstyrrelser eller maskerende virkninger hos fisk som følge af eksponering overfor 2D/3D seismisk aktivitet kan føre til ændringer i biologisk adfærd. Langsigtede påvirkninger fra undervandsstøj kan derfor potentielt føre til svigtende reproduktion og rekruttering af bestande (Bakke et al., 2013). Da eksponeringen overfor 2D/3D seismisk aktivitet kun er kortvarig (5 dage hvert år), og påvirkningerne på fiskenes adfærd eller maskerende virkninger forventes at ophøre, når aktiviteten ophører, forventes eventuelle adfærdsforstyrrelser eller maskerende virkninger fra seismiske undersøgelser ikke at føre til reduceret reproduktion og heller ikke at have konsekvenser på populationsniveau. Konsekvensen fra 2D/3D seismisk støj i driftsfasen vurderes at være **begrænset** uden påvirkning på fiskepopulationer.

I driftsfasen forventes undervandsstøj fra det overvågningsfartøj, der udfører de seismiske undersøgelser, og fra CO<sub>2</sub>-transportskibet. Fra undervandsstøjmodellen er der ikke konstateret påvirkninger på fisk fra fartøjer som svarer til til dødelig skade, genoprettelig skade eller TTS. Undervandsstøj fra fartøjer i driftsfasen forventes kun at forårsage adfærdsforstyrrelser eller maskerende virkninger, og intensiteten af denne påvirkning vurderes at være lav, da disse påvirkninger forventes at ophøre, når aktiviteten ophører. Varigheden af påvirkningen fra overvågningsfartøjet er meget kortsigtet, da der hvert andet år gennemføres én 5-dags-overvågningskampagne. Varigheden af påvirkningen fra CO<sub>2</sub>-transportskibet vurderes som meget kort. CO<sub>2</sub>-transportskibet forårsager ikke en kontinuerlig påvirkning i hele driftsperioden, da det vil sejle frem og tilbage mellem Nini A og Esbjerg havn og påvirkningen forventes at ophøre så snart fartøjet er væk fra et givent område hvor det bidrager til undervandsstøj i umiddelbar nærhed. Selvom omfanget af påvirkningen fra fartøjer, der forårsager adfærdsforstyrrelser og maskering af lyde, ikke kan estimeres præcist i denne VVM, forventes påvirkningerne at forekomme tæt på støjklenderne. Konsekvensen af støj fra fartøjer i driftsfasen vurderes som **ubetydelig** uden påvirkning på fisks populationsniveau.

#### Afværgetiltag

Ved anvendelse af softstart-proceduren i forbindelse med seismiske undersøgelser er påvirkningen fra undervandsstøj ubetydelig, og der er ikke behov for yderligere afværgetiltag.

### **Arealinddragelse**

#### Sårbarhed

De nye faste strukturer, der introduceres, hovedsageligt i form af betonmadrasserne, kan give fisk nye skjulesteder (Hixon & Beets, 1989; Moreau et al., 2008). Nogle fisk tiltrækkes af de faste heterogene strukturer, som skaber hulrum, hvor små fisk og yngel kan gemme sig for rovdyr. Også benthopelagiske fisk som torsk og hvilling tiltrækkes af det større fødeudbud og de skjulesteder, som de beskyttende materialer omkring rørledningerne og rørledningerne danner (Redford et al., 2021). Der forventes dog ikke at blive skabt et større kunstigt rev inden for projektets levetid. På grund af de små dimensioner af det fysiske fodaftryk i et stort og homogent område vil der ikke være nogen indvirkning på fiskebestande. Fiskenes sårbarhed over for det fysiske fodaftryk i forbindelse med tilstedeværelsen af fysiske strukturer vurderes derfor som **lav** (Bohnsack, 1989). Påvirkningen er ikke reversibel før afviklingsfasen, da strukturerne fortsætter i hele driftsfasen.

#### Geografisk udbredelse

Det fysiske fodaftryk fra strukturerne, der installeres i anlægsfasen, vil dække ca. 850 m<sup>2</sup> i alt i hele driftsfasen. Strukturernes dimensioner er forholdsvis små, og arealinddragelsen fra disse individuelle strukturer vurderes kun at påvirke fisk i den **umiddelbare nærhed**.

### Intensitet

De strukturer, der installeres i anlægsfasen, vil være tilstede i hele driftsfasen, hvilket resulterer i et permanent tab af levesteder. Tabet af levesteder er dog relativt lille, da strukturenes dimensioner kun optager ca. 850 m<sup>2</sup> af havbundens vidtstrakte homogene levesteder. Intensiteten af påvirkningen fra arealinddragelsen på fiskesamfundet i anlægs- og driftsfasen vurderes derfor som **lav**.

### Varighed

De strukturer, der installeres i anlægsfasen, medfører en **permanent** påvirkning, da de forekomme igennem hele driftsfasen. Påvirkningen sker kun én gang, når strukturerne placeres, og har dermed en lav påvirkningsfrekvens.

### Konsekvens

I anlægs- og driftsfasen kan permanente strukturer give nye skjulesteder for nogle fisk på trods af tabet af substrat. Påvirkningens intensitet vurderes derfor som lav, da den resulterer i et relativt lille tab af levesteder. Omfanget af det samlede fodaftryk fra disse strukturer vurderes at have en påvirkning i umiddelbar nærhed. Fiskenes sårbarhed over for fysiske strukturer, der resulterer i et fysisk fodaftryk, vurderes som lav. Konsekvensen af det fysiske fodaftryk i anlægs- og driftsfasen vurderes at være **ubetydelig** for fisk. På trods af den permanente påvirkning vurderes den samlede vurdering af det fysiske fodaftryk stadig at have en ubetydelig indvirkning på fisk på grund af de meget små dimensioner af de placerede strukturer i forhold til det store og homogene område, hvor der fortsat vil være fisk.

### Afværgetiltag

Der er ikke vurderet nogen væsentlig påvirkning fra arealinddragelsen på fisk, og der er derfor ikke behov for afværgetiltag.

## **Fysisk forstyrrelse af havbunden**

### Sårbarhed

Potentielle virkninger på fisk forårsaget af fysiske forstyrrelser af havbunden, såsom ophvirvling af sediment, kan påvirke demersale fiskearter eller arter, der er afhængige af havbunden til gydning. Der forventes ingen påvirkning på pelagiske gydere. Voksne demersale fiskearter er modstandsdygtige over for fysisk forstyrrelse af havbunden da de ofte er nedgravet i sedimentet (Humborstad et al., 2006; Wenger et al., 2017). Desuden gør deres evne til at undslippe et område med forstyrrelser dem mere modstandsdygtige sammenlignet med immobile demersale æg og larver. Mængden af resuspenderet sediment fra placering af strukturer på havbunden, hovedsageligt betonmadrasser, forventes at være meget lille og midlertidig, og påvirkningen er reversibel. Demersale fisks sårbarhed overfor fysiske forstyrrelser på havbunden anses derfor at være **lav**.

### Geografisk udbredelse

På grund af strukturenes relativt små dimensioner og det faktum, at der ikke er behov for udgravning, forventes meget lidt resuspension med begrænset spredning, og omfanget af påvirkningen vurderes kun relevant i den **umiddelbare nærhed**.

### Intensitet

Påvirkninger fra fysiske forstyrrelser af havbunden er primært knyttet til demersale arter, og omfanget af påvirkningen fra fysisk forstyrrelse er begrænset til meget tæt på strukturerne der

optager 850 m<sup>2</sup> af havbunden. Dette område er ubetydeligt sammenlignet med det omkringliggende habitat, der er fysisk ensartet og understøtter lignende fiskesamfund. Selv om nogle individer kan udvise undvigelsesadfærd, og/eller dødeligheden af demersale larver eller æg kan være øget i en kort periode i et begrænset område, vil fysiske forstyrrelser af havbunden i anlægsfasen ikke påvirke fisk på populationsniveau. Da påvirkningen kun forekommer én gang inden for en kort tidsramme, vurderes intensiteten af fysiske forstyrrelser for fisk som **lav**.

#### Varighed

Placering af strukturer på havbunden udføres i anlægsfasen i løbet af 7 + 1,5 dage. Placeringen af strukturer på havbunden vil resultere i meget lidt resuspension af sediment, og sedimentforholdene omkring strukturerne forventes hurtigt at vende tilbage til forholdene før placeringen. Påvirkningen fra fysisk forstyrrelse af havbunden vurderes derfor som **kort**. Påvirkningen sker én gang, og er derfor af lav frekvens.

#### Konsekvens

Fiskenes sårbarhed overfor fysiske forstyrrelser af havbunden vurderes at være lav, da kun demersale æg og larver kan opleve øget dødelighed, og kun voksne demersale fisk kan udvise undvigelsesadfærd. Der forventes ingen påvirkning på pelagiske fisk. Omfanget af påvirkningen sker i umiddelbar nærhed af de ca. 850 m<sup>2</sup> strukturer, der er placeret på havbunden, hvilket resulterer i en begrænset grad af ophvirvling af sedimenter. Det forstyrrede område forventes hurtigt at genetablere sine karakteristika og derved kun kortvarig påvirkning af fisk. Det potentielle tab af æg og larver og det midlertidige tab af habitat vurderes at være ubetydelig for fisk på populationsniveau på grund af dets relativt begrænsede omfang, lave intensitet og korte varighed, og fordi både projektområdet og omkringliggende habitat generel består af homogene, egnede gydeområder og levesteder for fisk. Konsekvenserne for fisk fra fysiske forstyrrelser på havbunden vurderes som **ubetydelige**.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlig påvirkning af fysiske forstyrrelser på havbunden, og afværgetiltag anses derfor ikke for nødvendige.

### **Lysemissioner**

#### Sårbarhed

Oplyste strukturer kan give et forbedret fourageringsmiljø for larvefisk, juvenile fisk og voksne fisk ved at give tilstrækkeligt lys til lokalisering og fangst af byttedyr samt ved at koncentrere positivt fototaxiske byttedyrtaxa om natten. For juvenile fisk kan der dog være en trade-off mellem at være tilstede og fouragerende i et kunstigt oplyst natligt miljø. Den øgede belysning giver dem sandsynligvis mulighed for at lettere at detektere zooplankton, der er koncentreret inden for lysfeltet nær overfladen. Dog kan det samme lys gøre dem selv mere synlige og derved sårbare over for rovdyr (Keenan et al., 2007). Da lys både kan have en positiv og negativ effekt på fisk, vurderes fisks sårbarhed over for lysemissioner generelt som **lav**. Påvirkninger fra sikkerhedslys på Nini A-plattformen og fartøjer i både anlægs- og driftsfasen vurderes som reversible, da fisk er mobile, og påvirkningen forventes at ophøre, når de er uden for lyskildens rækkevidde.

#### Geografisk udbredelse

Fartøjer der anvendes til installation af strukturer i anlægsfasen, er oplyste med lys. Den potentielle forstyrrelse af fisk fra lysemissioner fra fartøjerne forventes at forekomme i den **umiddelbare nærhed**, der strækker sig 90-100 m fra kilden (Keenan et al., 2007; Woodside, 2010).

Sikkerhedslys vil være tilstede på alle platforme og fartøjer i hele konstruktions- og driftsfasen. Viden om omfanget af påvirkningen fra lysemissioner på fisk fra sikkerhedslys på platforme og

fartøjer er begrænset. Da sikkerhedslys generelt er lyskilder med lav intensitet, forventes påvirkningen fra sikkerhedslys imidlertid at være mindre end de oplyste fartøjers lys. Omfanget af påvirkningen vurderes derfor som i **umiddelbar nærhed**.

#### Intensitet

Påvirkningen på fisk fra lysemissioner kan potentielt forårsage både negative og positive påvirkninger. Da påvirkninger forventes at forekomme i umiddelbar nærhed hovedsageligt omkring fartøjerne og ikke kontinuerligt, er kun et begrænset antal fisk potentielt negativt påvirket. Eventuelle påvirkninger lysemissioner på fisk forventes ikke at være væsentlige på populationsniveau. Intensiteten af virkningen vurderes derfor som **lav**.

#### Varighed

Sikkerhedslys er altid til stede på Nini A. Fartøjer er til stede i ca. 2 måneder i anlægsfasen og vurderes således som **medium** varighed. I driftsfasen er fartøjer til stede i hele projektets levetid med høj frekvens og vurderes derfor som **permanente**. Lysemissioner fra fartøjer forventes ikke kontinuerligt i hele driftsperioden, men med en bestemt frekvens, når fartøjer bevæger sig ind og ud af projektområdet, hvorved kun fisk påvirkes, mens fartøjerne er til stede.

#### Konsekvens

Sikkerhedslys er til stede på platformen og skibene i anlægs- og driftsfasen og vil derfor udgøre en permanent påvirkning. Da fisks sårbarhed generelt vurderes som lav overfor lysemissioner, og påvirkningen kun forventes at forekomme i umiddelbar nærhed, anses enhver påvirkning på fisk som følge af lysemissioner for at være af lav intensitet uden betydning på populationsniveau for fisk. Konsekvensen af lysemissioner fra platformen og fartøjer på fisk vurderes som **ubetydelig**.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger af lysemissioner på fisk, og afværgetiltag anses derfor ikke for nødvendige.

### **Samlet vurdering**

Fiskenes sårbarhed over for de potentielle påvirkninger fra projektet er for de fleste påvirkningsmekanismer vurderet til at være lav, da fisk er meget mobile, og området ikke udgør vigtige gydeområder for fisk. Alle påvirkninger af fisk vil ske i umiddelbar nærhed (< 1 km) til lokalt (< 10 km) omkring kilden, og påvirkningerne er af meget kort, mellemlang eller permanent varighed. Påvirkninger af permanent varighed forventes fra lys i driftsfasen og det fysiske fodaftryk. Tilstedeværelsen af fysiske strukturer i et stort og homogent område vurderes at have ubetydelige påvirkninger på fisk. Samlet set vurderes alle påvirkninger af fisk fra aktiviteter i dette projekt at have ubetydelige til begrænsede konsekvenser for fisk i både anlægs- og driftsfasen.

**Tabel 11-13 samlet vurdering af påvirkningen på fisk.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Undervandsstøj	Lav	Umiddelbar nærhed	Medium	Medium	Begrænset
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Permanent	Ubetydelig
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Kort	Ubetydelig
Lysemissioner	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Medium	Ubetydelig
<b>Driftsfasen</b>					
Undervandsstøj	Lav	Lokal	Medium	Kort	Begrænset
Arealinddragelse	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Permanent	Ubetydelig

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
Lysemissioner	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Permanent	Ubetydelig

### Kumulative effekter

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Lysemissioner fra eksisterende platforme i Nordsøen kan potentielt resultere i kumulative effekter med lysemissioner fra det nuværende projekt. Da den nærmeste platform imidlertid ligger > 30 km fra projektområdet, forventes der ingen kumulative effekter fra lysemissioner. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### Grænseoverskridende effekter

Det norske SVO-område »Sandålsfelterne« ligger relativt tæt på den dansk-norske EEZ-grænse ca. 11 km fra projektområdet og 4,6 km fra den nærmeste overvågnings-OBS'en (seismicitet). Der vil ikke være nogen seismisk kilde involveret i denne overvågning, da der kun vil blive foretaget målinger af vibrationerne fra selve jorden.

Undervandsstøj (2D seismik) er den eneste påvirkningsmekanisme, der potentielt kan forårsage grænseoverskridende påvirkninger. Men da der anvendes soft start for 2D seismik, reduceres de forventede påvirkningsområder for ikke-reversible (PTS) og reversible (TTS) påvirkninger effektivt til henholdsvis 0 m og 2 km, og det forventes ikke at resultere i en grænseoverskridende påvirkning. Dødelig skade på larver kan forekomme op til 2 km (SEL peak) og forventes derfor ikke at påvirke SVO-området.

### Manglende viden og usikkerheder

Fiskenes udbredelse og biologi i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt, mens effekten af undervandsstøj på fisk ikke er velkendt. TTS-tærsklen for fisk er baseret på ferskvandsarter, men er til en vis grad gældende for arterne i projektområdet, og i betragtning af påvirkningens midlertidige karakter anses anvendelsen af disse tærskelværdier at være tilstrækkelig. Påvirkningen af lysemissioner på fisk i pelagiske zoner, nemlig sikkerhedslys fra platforme og fartøjer, er ikke velundersøgt. Effekten af kunstigt lys på fisk fra kystnære byzoner er dog undersøgt og kan fungere som en proxy for vurdering af effekten af sikkerhedslys på fisk i pelagiske zoner. Samlet set anses konklusionen af denne vurdering for at være underbygget tilstrækkeligt.

## 11.8 Biodiversitet – Havpattedyr

I dette afsnit vurderes påvirkningerne på havpattedyr. Afsnit 10.5.4 giver en beskrivelse af de arter af havpattedyr, der regelmæssigt vil være tilstede i projektområdet.

### 11.8.1 Potentielle påvirkninger

De potentielle påvirkninger på havpattedyr relaterer sig til:

- Undervandsstøj, dvs. i anlægsfasen forventes undervandsstøj fra fartøjer, ROV-aktiviteter og seismisk baselineundersøgelser. I driftsfasen forventes undervandsstøj fra seismiske undersøgelser, det seismisk overvågningsfartøj, CO<sub>2</sub>-transportskibet og supportfartøjer, som bruges til vedligeholdelsesaktiviteter, der gør brug af ROV.
- Forstyrrelser fra fartøjer, dvs. både i anlægs- og driftsfasen.
- Lys, dvs. i anlægs- og driftsfasen forventes lysemissioner fra skibe og Nini A-platformen.

Udledning af kemikalier, dvs. udledning af vand fra lækagetest af offloadingsystemet, vurderes ovenfor i afsnit 11.5 og 11.6. Da påvirkningerne fra udledning af kemikalier på plankton og bundfauna blev vurderet som ubetydelige, vil det ikke blive yderligere vurderet for havpattedyr.

### 11.8.2 Metode og data

Følgende vurdering af projektets potentielle påvirkninger på havpattedyr er baseret på modellering af undervandsstøj understøttet af eksisterende data og den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger af lignende projekter. Metoden til støjmodellering er den samme som den, der anvendes til vurdering af påvirkninger på fisk og er beskrevet i afsnit 11.7.2. or en detaljeret metodebeskrivelse af undervandsstøjmodelleringen henvises til *Technical Note: Project Greensand Future EIA – Underwater noise modeling*, som findes i bilaget til denne VVM. Modelleringen og baggrundsinformationerne er kort beskrevet nedenfor.

Havpattedyrenes udbredelse og biologi i den centrale del af Nordsøen er forholdsvis velkendt, og videnskabelig forskning samt tidligere konsekvensanalyser af lignende aktiviteter på havpattedyr anvendes som grundlag. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

### 11.8.3 Vurdering af påvirkninger

#### Undervandsstøj

Der er flere støjklender fra de planlagte aktiviteter. I anlægsfasen omfatter dette undervandsstøj fra Fartøjer, ROV- og dykker-udstyr samt den seismiske baselineundersøgelse. I driftsfasen kan undervandsstøj stamme fra ROV-udstyret, CO<sub>2</sub>-transportskibet og overvågningsfartøjet som udfører seismiske undersøgelser (kontinuerlig støj), men også fra brugen af airguns under de seismiske undersøgelser af reservoiret (afsnit 5.5.4). Brug af sonarsystemer til at detektere bobler (afsnit 5.5.5) opererer ved meget høje frekvenser uden for havpattedyrs høreområde og vurderes derfor ikke yderligere.

#### Sårbarhed

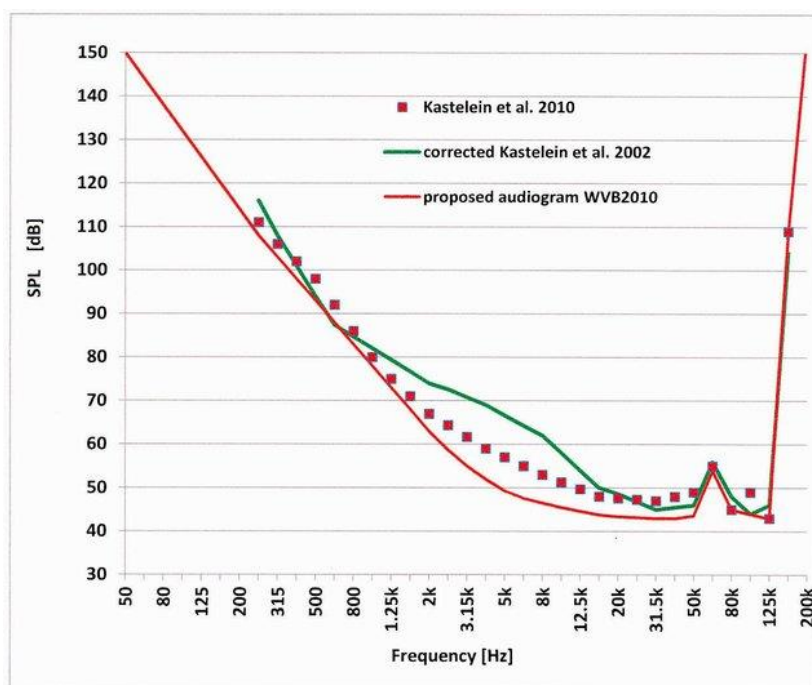
Hørelsen er den primære sans for mange havpattedyr til at finde bytte, opdage rovdyr, kommunikere og navigere. Undervandsstøj kan derfor forårsage alvorlige konsekvenser for havpattedyr, da det potentielt hæmmer evnen til at udføre disse vitale handlinger. Effekten af undervandsstøj på havpattedyr kan opdeles i fire brede kategorier, der i høj grad afhænger af individet afstand til støjklender (B. L. Southall et al., 2007, 2019):

- Fysisk skade på havpattedyr vedrører beskadigelse af høreapparatet, hvilket kan føre til permanente ændringer i dyrenes detektionstærskel (permanent høreskade, PTS). Dette kan skyldes ødelæggelse af sensoriske celler i det indre øre eller ved metabolisk udmattelse af sensoriske celler, støtteceller eller endda auditive nerveceller. Høretab kan også være midlertidigt (midlertidig høreskade, TTS), hvor dyret vil genvinde sine oprindelige detektionsevner efter en restitutionsperiode. For PTS og TTS er lydintensitet og profil vigtige faktorer for graden af høretab, ligesom frekvensen, eksponeringens varighed og længden af restitutionstiden.
- Adfærdsforstyrrelser kan variere fra meget stærke reaktioner, såsom undvigelse, til mere moderate negative reaktioner, hvor dyret kan orientere sig mod lyden eller bevæge sig langsomt væk.

- Maskering er, hvor støjen skjuler andre lyde, f.eks. kommunikation mellem enkelte individer. Påvirkningen på f.eks. kommunikation er ikke veldokumenteret.
- Detektion er, hvor dyrene kan høre støjen. Detektionsgraden afhænger af baggrundsstøjniveauer samt artsspecifikke hørbare tærskelprofiler.

Dødelig skade som følge af undervandsstøj er meget usandsynlig og anses derfor ikke som en af de brede kategorier efter Southall (B. L. Southall et al., 2007, 2019).

**Marsvin** er kategoriseret som værende i den meget højfrekvente VHF-høregruppe (Very High Frequency). Marsvin bruger ekkolokalisering til at kommunikere, orientere sig i vandet, og søge efter bytte ved brug af lydfrekvenser fra et par hundrede Hz til titals kHz. Signalerne til navigation og detektion af byttedyr er over 100 kHz. Det auditive frekvensinterval for marsvin er mellem 200 og 180 kHz (B.L. Southall et al., 2007; Tougaard et al., 2014b). På Figur 11-2 ses et audiogram for marsvin.



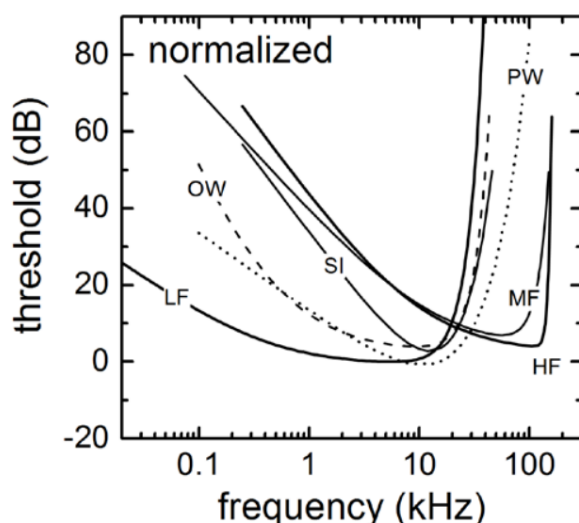
**Figur 11-2. Audiogram af marsvin (Verboom, 2012).** Audiogrammet viser høretærsklen. Således er den bedste evne til at detektere lyd ved frekvenser med den laveste tærskel (den højeste følsomhed). Frekvensområdet for marsvins vokalisering ligger omkring 100-110 kHz.

**Hvidnæse** er kategoriseret som værende i den højfrekvente HF-høregruppe (High Frequency). Hørefølsomhed er blevet målt for flere arter inden for denne gruppe ved hjælp af adfærdsmæssige eller auditive fremkaldte potentialemålinger (NOAA, 2018). Hvaler i HF-høregruppen har generelt en højere øvre frekvensgrænse og øget følsomhed ved høje frekvenser sammenlignet med hvalarter i den mellemfrekvente høregruppe (MF). Arter i HF-høregruppen er mest følsomme i frekvensområdet omkring 90-105 kHz (NOAA, 2018) (Figur 11-3).

**Vågehval** er kategoriseret som værende i den lavfrekvente LF-høregruppe (Low Frequency) (Figur 11-3). Denne gruppe af hvaler hører og kommunikerer primært med potentielle mager og artsfæller inden for lavfrekvensområdet (LF) på ~10 Hz-30 kHz, som kan udbrede sig mange kilometer under vandet (Boisseau et al., 2017). De oplysninger, der ligger til grund for audiogramdata for LF-

høregruppen (dvs. vågehvaler), er begrænsede, og der er ikke foretaget direkte målinger for auditive tærskler for nogen art inden for LF-hvalgruppen (Boisseau et al., 2017). Der er derfor etableret en række tærskelværdier for LF-hvaler ud fra observerede vokaliseringsfrekvenser og reaktioner på afspilning af lyd og fra anatomiske målinger af høresystemet. De øvre og nedre grænser for det mest følsomme høreområde (område, over hvilket dyr sandsynligvis vil være mest følsomme over for lyde) for hvaler i LF-høregruppen er angivet som 0,2-19 kHz i de seneste retningslinjer fra NOAA (NOAA, 2018).

**Sæler** er kategoriseret som værende i PCW-høregruppen (Phocid Carnivore in Water) (Figur 11-3). Sæler har amfibisk hørelse, da de kan høre både i vand og i luft. Den generelle antagelse er, at høreevnen hos både gråsæl og spættet sælarter er meget ens. Sæler kommunikerer vokalt ved hjælp af et bredt frekvensinterval af lyde med et auditivt frekvensinterval fra 75 Hz-75 kHz (i vand), der har de højeste følsomheder mellem 1 kHz og 50 kHz (NOAA, 2018; B.L. Southall et al., 2007; Tougaard et al., 2014b).



**Figur 11-3 Normaliseret audiogram af forskellige havpattedyrs-høregrupper (undtagen VHF) (NOAA, 2018).** Audiogrammet viser høretærsklen. Således er den bedste evne til at detektere lyd ved frekvenser med den laveste tærskel (den højeste følsomhed). HF=Højfrekvente hvaler (marsvin), MF= Mellemfrekvente hvaler (hvidnæse), LF= Lavfrekvente hvaler (vågehval), SI=Sirener, OW=Otariider, PCW=Phocider (ægte sæler).

Antropogen støjeksponering er opdelt i to specifikke kategorier, impulsiv eller kontinuerlig støj (se afsnit 11.7.3). Påvirkningen af havpattedyr fra disse forskellige støjkloder og de tilhørende tærskelværdier er præsenteret i Tabel 11-14.. Tærskelværdier for høreskader og adfærdsforstyrrelser, der anvendes i vurderingen, er baseret på frekvensvægtede tærskler fra Energistyrelsens retningslinjer for 2022 (Energistyrelsen, 2022b). Tærsklerne er baseret på studiet af E. B. L. Southall et al. (2019) og den samlede nyeste viden om påvirkninger fra pæleramning (B. L. Southall et al., 2019; Tougaard, 2021c, 2021a). Der er ikke rapporteret om tærskelværdier for adfærdsrespons i litteraturen for vågehval og hvidnæse. Værdien angivet af Tougaard (2016) (145 dB re1UPa) er i overvejende grad accepteres af Energistyrelsen til at gælde for alle havpattedyr, der lever i den danske Nordsø, og derfor er denne værdi brugt i Tabel 11-14. Adfærdsforstyrrelser af sæler fra undervandsstøj er ikke omfattet af de nye retningslinjer, men derimod baseret på erfaringer fra pæleramning i vindmølleparker (Russell et al., 2016)

Tabel 11-14. Støj-tærskelværdier for forskellige høregrupper af havpattedyr (impulsiv/ikke-impulsiv).

Høregruppe for havpattedyr	TTS SELcum (vægtet) <sup>1</sup> (dB re1 μPa2s SELcum)	TTS Peak (uvægtet) <sup>1</sup> (dB re1 μPa)	PTS SELcum (vægtet) <sup>1</sup> (dB re1 μPa2s SELcum)	PTS Peak (uvægtet) <sup>1</sup> (dB re1 μPa)	Adfærd enkelt puls
Lav frekvens Vågehval	168 dB / 179 dB	213 dB	183 dB / 199 dB	219 dB	145 dB re1 μPa2s SELss (uvægtet)
Høj frekvens Hvidnæse	170 dB / 178 dB	224 dB	185 dB / 198 dB	230 dB	145 dB re1 μPa2s SELss (uvægtet)
Meget høj frekvens Marsvin	140 dB / 153 dB	196 dB	155 dB / 173 dB	202 dB	103 dB (VHF vægtet) rms 125 ms dB re1 μPa
Ægte sæleri vand (PCW) Sæler	170 dB / 181 dB	212 dB	185 dB / 201 dB	218 dB	151 dB (uvægtet) dB re1 μPa2s SELss (impulsiv)
<sup>1</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) Marine Mammal Noise Exposure Criteria <sup>2</sup> (Tougaard, 2016) ) <sup>3</sup> (Energistyrelsen, 2022c). <sup>4</sup> (Russell, 2016)					
<b>SEL (Sound Exposure Level):</b> Dette er et decibel mål til at beskrive, hvor meget lydenergi en receptor (f.eks. et havpattedyr) har modtaget fra en hændelse og er normaliseret til et interval på et sekund (citeret i dB re 1 μPa2s). Det kan opfattes som et logaritmisk mål for lydeksponering, og en stigning på 3 dB i SEL svarer derfor til en fordobling af lydenergien.					
<b>SEL(cum):</b> Dette er tidsintegralet af de kvadrerede tryk over varigheden af en lyd eller række af lyde. Det gør det muligt at karakterisere lyde af forskellig varighed og niveau i form af total lydenergi (citeret i Pa2s).					

Adfærdsforstyrrelser er vanskelige at evaluere. De spænder fra meget stærke reaktioner, såsom undvigelse, til mere moderate negative reaktioner, hvor dyret kan orientere sig mod lyden eller bevæge sig langsomt væk. Dyrenes reaktion kan dog variere meget afhængigt af årstid, adfærdstilstand, alder, køn samt intensiteten, frekvensen og varigheden af den lyd, der forårsager adfærdsforstyrrelsen (B. L. Southall et al., 2007, 2019). Marsvin bevæger sig omkring 20-40 km om dagen, når de fouragerer og vågehvaler omkring 50-80 km om dagen (Nielsen et al., 2013; Read & Westgate, 1997; Vikingsson & Heide-Jørgensen, 2005). Vågehvaler vil derfor kunne fouragere i naboområderne. Ligesom hvaler bevæger sæler sig også over store afstande (afsnit 10.5.4) mens de fouragerer og er meget mobile. Havpattedyr betragtes derfor ikke som følsomme over for fortrængningsområder, der er forholdsvis små i forhold til deres store daglige fourageringsområde.

Undersøgelser udført i forbindelse med marine aktiviteter, f.eks. nedgravning af rørledninger i havbunden, pæleramning og seismiske undersøgelser, viser, at undervandsstøj kan forårsage undvigelsesadfærd hos havpattedyr og fisk, men at dyrene oftest vender tilbage til området, når aktiviteten er afsluttet (Tougaard, 2014). Der er ingen undersøgelser, der tyder på, at havpattedyr permanent fortrænges fra et område, efter at aktiviteterne er stoppet. Forskning af seismiske undersøgelser viser, at alle arter udviser en eller anden form for undvigelsesadfærd, f.eks. ændring af svømmehastighed, neddykning eller svømmer væk fra undersøgelsesfartøjet (Pirotta et al., 2014; Stone & Tasker, 2006; Weilgart, 2013). Undersøgelser har indikeret, at der ikke var nogen langvarige effekter på sæler på udhalingssteder under anlæggelse og drift af en nærliggende vindmøllepark på trods af kortvarig forskydning af sæler på land (Edrén et al., 2010). Undersøgelser

af marsvins aktivitet i forhold til opførelse af vindmølleparker har vist, at påvirkningen af ramningsaktivitet havde en væsentlig, men kortvarig effekt (Carstensen et al., 2006).

Støjpåvirkninger, der forårsager TTS, betragtes også som reversible, da dyrene vil genvinde deres evne til at høre. Selvom PTS er en irreversibel skade på det berørte dyrs hørelse, betragtes påvirkningen i sig selv som reversibel på populationsniveau, da bestanden ikke forventes at blive påvirket.

Undervandsstøj kan i nogle tilfælde forårsage uoprettelig skade på hørelsen, men det forventes at havpattedyrene undgår det pågældende område. De vurderes at være uberørte over for små fortrængningspåvirkninger. Havpattedyrs sårbarhed over for undervandsstøj vurderes derfor som **medium**.

#### Geografisk udbredelse

Undervandsstøj i anlægsfasen forventes fra fartøjer, ROV-udstyr og den seismiske baseline undersøgelse. Tærskelværdierne for påvirkninger fremgår af Tabel 11-14. Påvirkningsafstande er modelleret (afsnit 11.7.3) og inkluderer flugthastigheden for marsvin, dvs. en svømmehastighed 1,5 m/s væk fra lydkilden. Påvirkningsafstande for ROV med transceiver er vist i Tabel 11-15.

**Tabel 11-15. ROV-undersøgelsernes påvirkningsafstande for havpattedyr med og uden slow start. Modelleringsresultater er vist i tabellen. Resultaterne viser påvirkningsafstandene for havpattedyr ved brug af 1 fartøjstransponder og 1 ROV-transponder. Påvirkningstærskelgrænser for havpattedyr og tilhørende påvirkningsafstande med hensyn til impulsstøj (kumulativ støj (SELcum, vægtet) og maksimal støjeksponering (uvægtet)). LF = Lav frekvens, HF = Høj frekvens, VHF = Meget høj frekvens, PCW = Phocider (ægte sæler) i vand.**

Havpattedyr høregruppe	TTS SELcum (vægtet) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (uvægtet) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (un- weighted) <sup>2,3</sup>	Adfærd enkelt puls
LF afstande Vågehval	0 m	0 m	0 m	0 m	60 m <sup>4</sup>
HF afstande Hvidnæse	0 m	0 m	0 m	0 m	60 m <sup>4</sup>
VHF afstande Marsvin	550 m 0 m <sup>6</sup>	0 m	35 m 0 m <sup>6</sup>	0 m	4.200 m <sup>1</sup>
PCW afstande Ægte sæler (PCW)	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m <sup>5</sup>
<sup>1</sup> (DEA, 2022). <sup>2</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) Marine Mammal Noise Exposure Criteria <sup>3</sup> Inkluderer dyr, der flygter med 1,5 m/s <sup>4</sup> (Tougaard, 2016) <sup>5</sup> (Russell, 2016) <sup>6</sup> med 5 minutters slow start og fartøjsforstyrrelse på 100 m					

De modellerede påvirkningsafstande for aktiviteterne i anlægsfasen, der kan forårsage undervandsstøj, svarer til et område på 35 m for PTS og 550 m for TTS for marvin (uden slow start), mens alle andre havpattedyrarter viser påvirkning ved afstande af 0 meter, som beskrevet i Tabel 11-15. Den største støjkilde i anlægsfasen er HiPAP og transponder USBL-systemet, der bruges af fartøjet til at lokalisere og placere ROV'en under anlægning af rørledningen. Systemerne opererer ved frekvenser mellem 21 – 32 kHz, og den potentielle påvirkning vil derfor primært være begrænset til marsvin, da de er mere følsomme over for forstyrrelser inden for dette

frekvensområde. Imidlertid overlapper HF- og PCV-havpattedyr (hvidnæb og sæler) også med denne frekvens. HiPAP USBL-systemet opererer ved laveste styrke, og yderligere reduktion af støjniveauet er ikke mulig. Da det imidlertid er usandsynligt, at havpattedyr kommer så tæt på fartøjer, vurderes det, at der er begrænset risiko for PTS eller TTS i anlægsfasen. Adfærdsforstyrrelser som følge af fartøjs- og ROV-operationer kan forekomme op til 4,2 km fra støjilden. Påvirkninger fra undervandsstøj i anlægsfasen vurderes derfor som **lokal**.

En slow start procedure anvendes i forbindelse med brugen af 1 ROV, dykkeraktivitet og den seismiske baseline undersøgelse for at minimere undervandsstøjpåvirkninger på havpattedyr og fisk. En 5 minutters og 15-minutters slow start blev modelleret, hvor et enkelt individuelt fartøjstranspondersignal (ping) udsendes hvert 20. sekund i henholdsvis 5 eller 15 minutter. Signalerne udsendes i laveffektindstilling. En 5-minutters slow start gælder for ROV-aktiviteter, der bruger en USBL-sender og en transponder placeret på ROV'en, mens en 15-minutters slow start bruges til dykkeroperationer, dvs. scenarier med flere transpondere på dykkere, ROV og understøttende udstyr (se appendiks). De beregnede slow startperioder tager højde for, at tilstedeværelsen af fartøjet vil afskrække dyrene fra at være mindst 100 meter væk fra lydkilden. Resultaterne for dykkeroperationerne er vist i Tabel 11-16.

**Tabel 11-16. Dykkeraktiviteters påvirkningsafstande for havpattedyr med og uden slow start.**

Modelleringsresultater er vist i tabellen. Resultaterne viser påvirkningsafstandene for havpattedyr ved brug af 1 fartøjstransponder, 3 dykkertranspondere, 1 ROV-transponder, 1 dykkerklokke-transponder, 1 DP-beacon-transponder. Påvirkningstærskelgrænser for havpattedyr og tilhørende påvirkningsafstande med hensyn til impulsstøj (kumulativ støj (SELcum, vægtet) og maksimal støjeksponering (uvægtet)). LF = Lav frekvens, HF = Høj frekvens, VHF = Meget høj frekvens, PCW = ægte sæler i vand.

Havpattedyr høregruppe	TTS SELcum (vægtet) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (vægtet) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	Adfærds SEL (RMS 125 ms, VHF vægtet) (SELss for Seals, uvægtet)
LF afstande Vågehval	0 m	0 m	0 m	0 m	60 m <sup>4</sup>
HF afstande Hvidnæse	0 m	0 m	0 m	0 m	60 m <sup>4</sup>
VHF afstande Marsvin	1.200 m 0 m <sup>6</sup>	0 m	80 m 0 m <sup>6</sup>	0 m	4.850 m <sup>1</sup>
PCW afstande Ægte sæler (PCW)	0 m	0 m	0 m	0 m	60 m <sup>5</sup>
<sup>1</sup> (Energistyrelsen, 2022c). <sup>2</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) Marine Mammal Noise Exposure Criteria <sup>3</sup> Inkluderer dyr, der flygter ved 1,5 m/s <sup>4</sup> (Tougaard, 2016) – (baseret på intrukser fra Energistyrelsen) <sup>5</sup> (Russell, 2016) <sup>6</sup> med 15 minutters slow start og fartøjsforstyrrelse på 100 m					

Undervandsstøj fra seismisk overvågning forventes i anlæggelses- (baseline) og driftsfasen til at kortlægge CO<sub>2</sub>-migrationen i reservoiret. Resultaterne fra modellering af undervandsstøj relateret til seismiske undersøgelser præsenteres i Tabel 11-16 (3D) og Tabel 11-17 (2D). Påvirkningsafstande omfatter flughastigheden for marsvin, der svømmer med 1,5 m/s og skibets

bevægelse på 9 knob (maksimal undersøgelseslinjelængde på 5 km). Påvirkningsafstande omfatter også, at softstart-proceduren beskrevet i afsnit 5.5.4 benyttes, så dyrene har tid til at forlade området, før airgunnen skyder med fuld effekt.

**Tabel 11-17. Resultater af påvirkningsafstande for havpattedyr fra 3D 1760 cu. in. Seismisk airgun (med 35-minutters softstart, værdier i parentes angiver påvirkningsafstande uden softstart).**

Havpattedyr høregruppe	TTS SELcum (vægtet) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (vægtet) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	Adfærd enkelt puls gennemsnit/maksimum (RMS 125 ms, VHF uvægtet) (SELss for LF, HF, PCW, uvægtet)
LF afstande Vågehval	0 m* (10.000 m*)	0 m (260 m)	0 m* (7.000 m*)	0 m (120 m)	27,4 / 33,2 km
HF afstande Hvidnæse	0 m* (10 m*)	0 m (60 m)	0 m* (0 m*)	0 m (30 m)	27,4 / 33,2 km
VHF afstande Marsvin	0 m* (60 m*)	0 m (2.300 m)	0 m* (5 m*)	0 m (1.150 m)	4,9 / 5,3 km
PCW afstande ægte sæler	0 m* (6.000 m*)	0 m (300 m)	0 m* (600 m*)	0 m (140 m)	18,0 / 20,3 km
* Inkluderer dyr, der flygter med 1,5 m/s og skibsbevægelse 9 knob (maksimal undersøgelseslinjelængde på 5 km) Med hensyn til impulsstøj (kumulativ støj (SELcum, vægtet) og maksimal støjeksposering (uvægtet)). TTS = midlertidig tærskelforskydning, PTS = permanent tærskelforskydning, LF = lavfrekvent, HF = højfrekvent, VHF = meget højfrekvent, PCW = ægte sæler i vand					

**Tabel 11-18. Resultater af påvirkningsafstande for havpattedyr fra 2D 2500 cu. in. Seismisk airgun (med 40-minutters softstart, værdier i parentes angiver påvirkningsafstande uden softstart).**

Havpattedyr høregruppe	TTS SELcum (vægtet) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (vægtet) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (uvægtet) <sup>2,3</sup>	Adfærd enkelt puls gennemsnit/maksimum (RMS 125 ms, VHF uvægtet) (SELss for LF, HF, PCW, uvægtet)
LF afstande Vågehval	0 m* (13.000 m*)	0 m (320 m)	0 m* (10.000 m*)	0 m (150 m)	30,1 / 36,8 km
HF afstande Hvidnæse	0 m* (13 m*)	0 m (90 m)	0 m* (10 m*)	0 m (45 m)	30,1 / 36,8 km
VHF afstande Marsvin	0 m* (80 m*)	0 m (3.000 m)	0 m* (8 m*)	0 m (1.400 m)	5,7 / 6,1 km
PCW afstande ægte sæler	0 m* (9.000 m*)	0 m (400 m)	0 m* (800 m*)	0 m (185 m)	23,2 / 28,9 km
* Inkluderer dyr, der flygter med 1,5 m/s og skibsbevægelse 9 knob (maksimal undersøgelseslinjelængde på 5 km) Med hensyn til impulsstøj (kumulativ støj (SELcum, vægtet) og maksimal støjeksposering (uvægtet)). TTS = midlertidig tærskelforskydning, PTS = permanent tærskelforskydning, LF = lavfrekvent, HF = højfrekvent, VHF = meget højfrekvent, PCW = ægte sæler i vand					

Som vist i Tabel 11-17 bliver der ikke sandsynlighed for hverken TTS eller PTS hos nogen af havpattedyrarterne. Da havpattedyr undviger fartøjer i en afstand af 200-400 m (se forstyrrelse fra fartøjer), vurderes det, at der ikke er risiko for PTS eller TTS under den seismiske overvågning i driftsfasen.

Undvigeadfærden for marsvin er modelleret til at være op til 6,1 km og for sæler er undvigelsesafstanden op til 36,8 km (Tabel 11-17). Både vågehval og hvidnæse forventes at undgå et område op til 36,8 km væk. I en undersøgelse var den nærmeste afstand, vågehvaler blev observeret nær airguns, 1 km (Stone & Tasker, 2006). Hvidnæser forventes at have undvigelsesafstande svarende til marsvin, da deres høretærskel er forholdsvis ens. Påvirkningens udbredelse vurderes derfor at være **lokal** for marsvin, vågehval og hvidnæse og **regionalt** for sæler.

#### Intensitet

Da undervandsstøjen er størst nær kilden, f.eks. et fartøj eller en airgun, og dæmpes med stigende afstand fra kilden, vil intensiteten af påvirkningen også variere afhængigt af, hvor tæt et havpattedyr er på støjkilderne (aktiviteter). Intensiteten for støjniveauet, der kan forårsage PTS, vurderes at være høj, da det kan føre til permanent skade på havpattedyrs hørelse. Lydniveauer, der kan forårsage TTS, vurderes som påvirkninger af medium intensitet, da høretærsklen kun nedsættes midlertidigt. Modellering af påvirkningsafstande relateret til brugen af ROV i anlægsfasen viser, at de afstande, hvor permanent høretab (PTS) eller midlertidigt høretab (TTS) kan forventes, er korte og kun forekommer inden for en radius på henholdsvis 35 m og 550 m. I anlægs- og driftsfasen er påvirkningsafstandene minimeret på grund af brugen af softstart-procedurer til seismisk undersøgelse. Det vurderes, at PTS og TTS ikke vil forekomme, da havpattedyr ikke vil komme så tæt på aktiviteterne eller fartøj.

Støjniveauet, der forårsager undvigelsesadfærd, vurderes at forårsage en påvirkning af lav intensitet, da der ikke vil forekomme funktionstab, og da de påvirkede områder er små sammenlignet med de daglige fourageringsområder for disse meget mobile arter.

På grundlag af ovenstående argumenter vurderes det, at intensiteten af påvirkningen fra undervandsstøj i både anlægs- og driftsfasen er **medium**.

#### Varighed

I anlægsfasen forventes fartøjer at være til stede i omkring 2 måneder som et worst-case scenario. Den seismiske undersøgelse vil tage ca. 5-10 dage. Brugen af ROV forventes at være begrænset til et par dage. Varigheden af påvirkningen fra undervandsstøj herfra forventes derfor at være **medium** ved lav frekvens.

I driftsfasen udføres reservoirovervågning hvert andet år i løbet af en 5-10-dags kampagne. Vedligeholdelsesaktiviteterne under driftsfasen forventes at vare mellem 1-2 dage. Påvirkningen fra fartøj, der udfører overvågnings- og vedligeholdelsesaktiviteter, vurderes som **kort**. Det skyldes, at havpattedyr forventes at vende tilbage til undersøgelsesområdet mindre end et døgn efter, at undersøgelsesfartøjet er flyttet fra området (Dyndo et al., 2015) (Wisniewska et al., 2018).

#### Konsekvens

Ved anvendelse af softstart-proceduren vil der være en meget begrænset risiko for skader (PTS eller TTS) i både anlægs- eller driftsfasen fra undervandsstøj.

I anlægsfasen kan støjniveauet medføre undvigelse i et lokalt område omkring fartøjer og ROV-operationer med HiPAP-system op til 4.200 m væk for marsvin. Alle påvirkninger er reversible og af kort til medium varighed. Konsekvensen vurderes at være **begrænset**, da havpattedyrene fortrænges, men det påvirkede område er for lille til at have nogen effekt på dyrenes fitness, da de er meget mobile og har et stort fourageringsområde. Projektområdet er heller ikke identificeret som et vigtigt yngleområde for nogen af havpattedyrarterne.

I anlægs- og driftsfasen kan seismiske undersøgelser medføre undvigelsesadfærd fra vågehvaler og hvidnæser op til 36,8 km væk fra støjilden, og påvirkningen er derfor regional. For marsvin forventes undvigelsesadfærden at være op til 6,1 km væk, og påvirkningen er derfor lokal. Overvågningen foretages primært i perioden oktober til marts som er uden for den periode, hvor marsvin er mest sårbare dvs. perioden hvor de parrer sig og får kalve. Projektområdet er dog ikke identificeret som et vigtigt yngleområde for nogen af de tre hvalarter. Tætheden af alle tre hvalarter er relativt lav i projektområdet sammenlignet med andre dele af Nordsøen (marsvin 0,47-0,61 ind./km<sup>2</sup>, hvidnæse 0,06 ind./km<sup>2</sup>, vågehval 0,01 ind./km<sup>2</sup>), se også afsnit 10.5.4. En undvigelsesradius på 6,1 km vil i gennemsnit fortrænge ca. 70 marsvin ud af en bestand på ca. 345.000 dyr, hvilket er mindre end 0,02% af bestanden i Nordsøen. Med samme undvigelsesafstand for vågehval og hvidnæse vil fortrængningen påvirke mindre end 0,01% af den samlede bestand i Nordsøen. Påvirkningen er reversibel og meget kortvarig, da undersøgelsesperioden kun er 5 dage hvert andet år. Igen er det område, der påvirkes, relativt lille sammenlignet med det daglige fourageringshabitat. På baggrund af ovenstående argumenter vurderes konsekvensen af påvirkninger fra undervandsstøj i driftsfasen at være **begrænset**.

I driftsfasen kan seismiske undersøgelser medføre, at sæler undviger området op til 28,9 km væk fra støjilden, og påvirkningen er derfor regional. Den nærmeste hvileplads for spættet sæl og gråsæl ligger ca. 178 km fra projektområdet, og det er derfor sandsynligt, at gråsæler kan findes fouragerende inden for projektområdet, da de kan svømme langt væk fra deres hvileplads. Tætheden af sæler forventes at være lav, og der forekommer ingen hvile- eller yngleområder i projektområdet. Påvirkningen er reversibel og meget kortvarig, da undersøgelsesperioden kun er 5 dage hvert andet år. Det område, der påvirkes, er relativt lille sammenlignet med det daglige fourageringshabitat og vil kun påvirke et meget begrænset antal sæler. På baggrund af ovenstående argumenter vurderes konsekvensen af påvirkninger fra undervandsstøj på sæler i driftsfasen at være **ubetydelig**.

#### Afværgetiltag

Ved anvendelse af softstart-procedure (ROV (5 min), dykkeraktiviteter (15 min) og seismisk overvågning (35-40 min)) i projektbeskrivelsen, forventes påvirkningen fra undervandsstøj at medføre undvigelse af de områder der er tættest på lydkilden, men der vil ikke være risiko for høreskade (PTS eller TTS). Der er derfor ikke behov for yderligere afværgetiltag.

#### **Forstyrrelser fra fartøjer**

Havpattedyr kan midlertidigt forstyrres af fartøjer på grund af fartøjets tilstedeværelse, selv om det stadig er usikkert, om det er en visuel reaktion eller i kombination med undervandsstøj.

#### Sårbarhed

En undersøgelse i Sortehavet har vist, at marsvin undgår fartøjer i en afstand på 200-400 m (Bas et al., 2017). Andre hvaler og sæler anslås at have omtrent samme undgåelsesafstand fra fartøjer (Skjellerup et al., 2015). En nylig undersøgelse fra Dan-F-plattformen viser høj aktivitet af marsvin omkring platformen på trods af forhøjede undervandsstøjniveauer (Clausen et al., 2021). Dette indikerer, at undvigelse af strukturer og fartøjer også afhænger af andre faktorer. Det kan muligvis skyldes øget tilgængelighed af byttedyr skabt af den kombinerede effekt af det kunstige rev dannet af strukturerne under vand og det lokalt beskyttede område omkring alle platforme, hvori fiskeri er forbudt (Clausen et al., 2021). Som beskrevet for undervandsstøj betragtes havpattedyr ikke som følsomme over for fortrængning fra relativt små områder, og påvirkningen er reversibel, da forstyrrelsen fra fartøjer ophører, når fartøjerne forlader området. Nylige studier indikerede, at marsvin udviste fødesøgningsforstyrrelse, når de blev udsat for høje mængder fartøjsstøj, men langtidseffekter blev ikke specificeret (Dyndo et al., 2015). Studier har vist, at marsvins

adfærdsmæssige reaktioner på fartøjsaktivitet er kortvarige (Wisniewska et al., 2018). Sårbarheden over for forstyrrelser fra fartøjer vurderes derfor at være **medium**.

#### Geografisk udbredelse

Påvirkning fra forstyrrelser fra fartøjer vurderes at være i den **umiddelbare nærhed**, da havpattedyr forventes at undgå fartøjer i en afstand af 200-400 m.

#### Intensitet

Da forstyrrelsen kun forekommer i umiddelbar nærhed af fartøjer og kun medfører undvigelse i et lille område sammenlignet med havpattedyrs samlede fourageringshabitat i Nordsøen, vurderes intensiteten af påvirkningen som **lav**.

#### Varighed

Generelt forventes forstyrrelsen at ophøre øjeblikkeligt, når fartøjerne har forladt området. I anlægsfasen forventes skibene at være til stede i ca. 2 måneder. Varigheden af påvirkningen fra forstyrrelser fra fartøjer forventes derfor at være **medium**.

I driftsfasen forventes CO<sub>2</sub>-transportskibet at gennemføre maksimalt 130 injektionscyklusser om året. På trods af den høje hyppighed af skibets tilstedeværelse ophører påvirkningen øjeblikkeligt når skibet er væk, og påvirkningen af forstyrrelsen fra fartøjer vurderes at være **meget kort**.

I anlægs- og driftsfasen foretages en reservoirovervågningskampagne af et fartøj, som udføres i løbet af ca. 5 dage hvert andet år. Vedligeholdelsesaktiviteter under driftsfasen vil for hver vare mellem 1 til 2 dage. Påvirkningen fra forstyrrelsen af fartøjerne vurderes til at være **meget kort**.

#### Konsekvens

Havpattedyr forventes at undgå områder i umiddelbar nærhed af fartøjer. Påvirkningen er af medium varighed i anlægsfasen og meget kort i driftsfasen. Påvirkningen er reversibel og forekommer kun, mens fartøjer er til stede. Intensiteten vurderes at være **lav**, da påvirkningen af havpattedyr vil medføre, at de undgår et relativt lille område, og da alle arter er meget mobile, vil de kunne fouragere i nærliggende områder mens forstyrrelsen foregår. Den samlede konsekvens vurderes at være **ubetydelig**.

#### Afværgetiltag

Da forstyrrelser kun forekommer i umiddelbar nærhed af fartøjerne, og havpattedyr forventes at undvige området mens forstyrrelsen står på, vurderes det, at afværgetiltag ikke er nødvendige.

#### **Lysemissioner**

Sikkerhedslys vil være til stede på Nini A, og skibe vil være oplyst i anlægsfasen. I driftsfasen er platformen ubemandet, men der vil stadig være sikkerhedslys til stede, og CO<sub>2</sub>-transportskibet vil også være oplyst. Navigations- og dæksarbejdslys, der bruges til at belyse arbejdsområder, er kilder til kunstigt lys i miljøet. Lys kan lokalt tiltrække fisk (afsnit 11.7.3), der tjener som bytte for havpattedyr.

En undersøgelse på Dan-platformen viste, at marsvin nær platformen havde variabel akustisk aktivitet om dagen, men en generel tendens viste højere akustisk aktivitet om natten tæt på platformen (Balle et al., 2014). I længere afstand fra platformen blev dette mønster ikke observeret. Tilstedeværelsen af havpattedyr på Maersk Oils platforme indikerer, at havpattedyr ikke undgår lys men i stedet udnytter at byttedyr er tiltrukket (Keenan et al., 2007). En nylig undersøgelse viser lignende resultater med høj aktivitet af marsvin omkring Dan-F-platformen, trods aktive boreoperationer (Clausen et al., 2021).

### Sårbarhed

Havpattedyrs sårbarhed over for lys vurderes at være **lav**, da den ikke har nogen direkte påvirkning på dyrene, men en indirekte (potentielt positiv) påvirkning, da lys tiltrækker byttedyr som beskrevet ovenfor. Påvirkningen er reversibel, da det kun vil forekomme, mens platformen eller fartøjerne er oplyste.

### Geografisk udbredelse

Påvirkning fra lys vurderes at være i den **umiddelbare nærhed**, da lys fra fartøjer og platformen kun forventes at oplyse havet i nærmeste 100-200 m.

### Intensitet

Da belysningen kun sker i umiddelbar nærhed af platformen og fartøjerne, og da det er en indirekte påvirkning på byttetilgængeligheden i et lille område sammenlignet med det samlede fourageringshabitat for havpattedyr i Nordsøen, vurderes intensiteten af påvirkningen som **lav**.

### Varighed

I anlægsfasen vil der være lys på Nini A platformen samt skibene i hele fasen, som forventes at vare omkring 2 måneder. Påvirkningen vurderes derfor til at være **medium**.

I driftsfasen vil platformen have sikkerhedslys, og CO<sub>2</sub>-transportskibet vil også være oplyst. Påvirkningsvarigheden vurderes derfor at være **permanent**, da der vil være lys i hele driftsfasen.

### Konsekvens

Havpattedyr vil ikke blive påvirket direkte, men vil potentielt blive tiltrukket af en stigning i fødetilgængeligheden. Påvirkningen er af medium varighed i anlægsfasen og permanent i driftsfasen. Påvirkningen er reversibelt og forekommer kun, mens platformen eller fartøjerne er oplyst. Intensiteten vurderes som **lav**, da påvirkninger af havpattedyr er indirekte ved at forårsage en lokal attraktion på grund af stigning i fødetilgængeligheden. Den samlede konsekvens vurderes at være **ubetydelig**.

### Afværgetiltag

Da påvirkninger fra lys kun forekommer i umiddelbar nærhed af kilden, og havpattedyr ikke vil blive påvirket direkte, men potentielt tiltrukket af øget fødetilgængelighed, vurderes det, at afværgetiltag ikke er nødvendige.

### **Samlet vurdering**

Havpattedyrs sårbarhed over for de potentielle påvirkninger fra projektet vurderes at være lav eller medium, da havpattedyr er meget mobile, og området ikke anses for at være et vigtigt yngleområde. I anlægsfasen sker påvirkningen af havpattedyr i umiddelbar nærhed eller lokalt. I anlægs- og driftsfasen kan undervandsstøj forårsage lokal undvigelsesadfærd fra hvaler og regional undvigelse fra sæler. Intensiteten af påvirkninger vurderes at være **lav** til **medium**, da der er ringe risiko for skader, øget dødelighed eller tab af fitness. Varighed er **medium** i anlægsfasen, mens den er meget **kort** til permanent i driftsfasen. Den seismiske overvågning vurderes at have en meget **kort** påvirkning. Alle påvirkninger er reversible. Den samlede konsekvens vurderes dermed at være **ubetydelig eller begrænset** for både anlægs- og driftsfasen.

Tabel 11-19. Samlet vurdering af påvirkningerne på havpattedyr.

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Undervandsstøj	Medium	Lokal	Medium	Medium	Begrænset
Forstyrrelser fra fartøjer	Medium	Umiddelbar nærhed	Lav	Medium	Ubetydelig
Lysemissioner	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Medium	Ubetydelig
<b>Driftsfasen</b>					
Undervandsstøj	Medium	Lokal/regional	Medium	Kort	Begrænset
Forstyrrelser fra fartøjer	Medium	Umiddelbar nærhed	Lav	Kort	Ubetydelig
Lysemissioner	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Permanent	Ubetydelig

### Kumulative effekter

Der er ingen godkendte planer eller projekter, der overlapper i tid eller påvirkninger med påvirkningerne fra *Projekt Greensand Future*, og derfor forventes der ingen kumulative påvirkninger på havpattedyr.

Baseline overvågningsaktiviteter (seismicitet og CO<sub>2</sub> lækage) udføres i Q1-Q4 2025 og afsluttes før den første CO<sub>2</sub>-injektion. Disse aktiviteter er omfattet af en separat ansøgning/tilladelse. Baseline-aktiviteten slutter i Q4 2025, og anlægsfasen begynder i Q3 2025, hvilket fører til en tidsmæssig overlappning.

I Q1 2025 udlægges havbundsstationer (OBS) til indsamling af baseline seismicitets data og CO<sub>2</sub>-lækage-overvågningssystemet (lander) til baselineovervågning. Både OBS'er og landeren vil blive hentet op i Q4 2025. Indsamling af baseline OBS'er vil kræve en ROV-operation, hvor alle 8 OBS'er vil blive indsamlet indenfor 3 dage. Indsamling af baseline OBS'er falder sammen med nedsættelsen af OBS'er til den kontinuerlige overvågning i driftsfasen.

Seismiske undersøgelser og indsamling af baseline OBS'er (seismicitet) er ikke planlagt til at finde sted på samme tid og i umiddelbar nærheden af hinanden. Påvirkninger fra baseline overvågningsaktiviteterne er lokale, kortsigtede og midlertidige, og det vurderes, at der ikke er en væsentlig risiko for påvirkning af havpattedyr. Desuden er den periode, hvor baseline overvågningsaktiviteter potentielt falder samtidig med andre aktiviteter, meget kort (nogle få timer på den nærmeste station), og virkningen vurderes at være ubetydelig.

### Grænseoverskridende effekter

Påvirkninger i anlægsfasen er lokale og hovedsageligt relateret til brugen af ROV-udstyr ved hjælp af højfrekvent lyd. Adfærdsmæssige effekter kan forekomme op til 4,2 km fra Nini A-platformen, og der kan være en fortrængning af dyr i norske farvande, da afstanden til EØS er ca. 4 km. Da påvirkningen imidlertid er kortvarig (under 30 dage), reversibel og kun potentielt påvirker et meget begrænset antal dyr, vurderes projektet at have ubetydelige grænseoverskridende effekter.

I driftsfasen foregår reservoirovervågningen i et undersøgelsesområde, hvor den nærmeste afstand er ca. 1 km fra den norske EØS. Da de airguns, der anvendes under undersøgelsen, kan forårsage undvigeadfærd fra marsvin i en afstand på op til 6,1 km, kan fortrængelse af dyr på omkring 5,1

km ind i norske farvande forekomme. Da påvirkningen er kortvarig (5 dage), reversibel og kun potentielt påvirker et meget begrænset antal dyr, vurderes den at have ubetydelige grænseoverskridende effekter.

Seismisk overvågning kan fortrænge sæler i en radius af 28,9 km, men da afstanden til den norske kyst, hvor hvilepladser kan forekomme, er mere end 100 km, og generelt kun få sæler bruger projektområdet, vurderes det ikke at påvirke norske sælbestande.

### **Manglende viden og usikkerhed**

Viden om påvirkninger af havpattedyr er velkendt, da de er blevet overvåget nær olie- og gasinstallationer i årtier, og retningslinjer for støjpåvirkninger opdateres regelmæssigt, senest i 2022 (Energistyrelsen, 2022b). Der findes ingen retningslinjer for vågehvaler og hvidnæsers undvigelse af undervandsstøj, men værdien angivet af Tougaard (2016) (145 dB re1UPa) er i generelt accepteret af Energistyrelsen til at gælde for alle havpattedyr, der lever i den danske Nordsø.

## **11.9 Biodiversitet – Havfugle**

### **11.9.1 Potentielle påvirkninger**

Potentielle påvirkninger på havfugle relaterer sig til:

- Forstyrrelser fra fartøjer, dvs. i anlægsfasen, er fartøjer nødvendige for transport- og installationsaktiviteter samt seismiske undersøgelser. I driftsfasen forventes forstyrrelser fra fartøjer fra CO<sub>2</sub>-transportskibet og det seismiske overvågningsfartøj samt fra støttefartøjer, der bruges til vedligeholdsoperationer.
- Lys, dvs. i anlægs- og driftsfasen forventes lysemissioner fra skibe og Nini A-plattformen.

### **11.9.2 Metode og data**

Følgende vurdering af projektet vedrørende havfugle er baseret på eksisterende data såsom empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter.

Havfugles udbredelse og biologi i Nordsøen er relativt velkendt. Der er dog stor usikkerhed forbundet med effekten af kunstigt lys på havfugle. Skøn over havfugles indirekte dødelighed som følge af lysemissioner er ofte upræcise og vanskelige at omsætte til betydning på populationsniveau. Desuden mangler der generelt viden om natlig trækadfærd samt forståelse for de underliggende faktorer, der styrer de årlige variationer i mængden af trækfugle. Denne vurdering er imidlertid konservativt baseret på worst-case-antagelser og de seneste data der er specifikke for Nordsøen. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

### **11.9.3 Vurdering af påvirkningerne**

#### **Forstyrrelser fra fartøjer**

##### Sårbarhed

Forstyrrelser fra fartøjer kan forårsage undvigelsesreaktioner hos havfugle, hvilket kan påvirke den tid, der er til rådighed til hvile eller fouragering (Frid & Dill, 2002), og dermed overlevelse og reproduktionssucces og potentielt populationsdynamikken (Carney & Sydeman, 1999).

Havfugles sårbarhed over for forstyrrelser fra fartøjer er imidlertid artsspecifik, og fugle påvirkes sandsynligvis i højere grad, når de er alene, end når de påvirkes som en del af en flok. Redfern et

al. (2019) udviklede et sårbarhedsindeks for skibstrafik, der vurderede sårbarheden af 26 arter af karakteristiske havfugle i den tyske Nordsø og Østersøen (Redfern et al., 2019). Tejst (*Cepphus grylle*), som findes i projektområdet, er blandt de mest følsomme arter med en flugtafstand på op til 417 m fra et fartøj der nærmer sig, med en gennemsnitsfart på ca. 10 knob (18,5 km/t). Flugtafstande øges sandsynligvis med stigende skibshastighed (R. Ronconi & St. Clair, 2002), samtidig med at forlænge genetableringen af påvirkede fugle (Burger et al., 2019). Påvirkningen vurderes dog som reversibel, da påvirkede fugle forventes at vende tilbage til samme område relativt hurtigt, efter påvirkningen ophører eller når påvirkningskilden bevæger sig længere væk fra det forstyrrede område. Havfugles sårbarhed overfor forstyrrelser fra fartøjer vurderes at være **lav**.

#### Geografisk udbredelse

I anlægsfasen kræves fartøjer til installationsaktiviteter. Som nævnt ovenfor er den mest følsomme art der findes i projektområdet tejst, der viser en maksimal flugtafstand på op til 417 m. Omfanget af påvirkningen fra skibe i anlægsfasen vurderes derfor kun at forekomme i **umiddelbar nærhed** af fartøjerne.

I driftsfasen forventes CO<sub>2</sub>-transportskibet og overvågningsfartøjet til seismisk undersøgelse af reservoirerne potentielt at forårsage forstyrrelse af havfugle. Omfanget af påvirkningen forventes ligeledes at indtræffe i **umiddelbar nærhed** af fartøjerne.

#### Intensitet

Det forventes, at havfugle vil blive påvirket af forstyrrelser fra fartøjer i anlægsfasen. Da der imidlertid er behov for relativt få fartøjer over en relativt kort periode (ca. 2 måneder), og påvirkningen kun forekommer i umiddelbar nærhed af fartøjerne, forventes påvirkningen ikke at medføre væsentlige konsekvenser for populationsdynamikken for arter der findes i eller omkring projektområdet. Desuden er Nordsøen generelt et område med meget skibstrafik og havfugle der lever i disse farvande, er sandsynligvis vant til det høje niveau af forstyrrelser. Intensiteten af påvirkningen vurderes derfor som **lav**.

I driftsfasen resulterer CO<sub>2</sub>-transportskibets hyppige tilstedeværelse og den årlige tilstedeværelse af det seismiske undersøgelsesfartøj i en lav påvirkningskraft. Det vil ikke medføre fysiske påvirkninger eller ændre funktionaliteten af bestanden af havfugle i området. Intensiteten af påvirkningen fra forstyrrelser fra fartøjer i driftsfasen vurderes derfor også som **lav**.

#### Varighed

Forstyrrelser fra fartøjer forventes i hele anlægsfasen som forløber over ca. 2 måneder. Fartøjer vil skabe forstyrrelser som ophører, når fartøjet er uden for fuglenes flugtafstand. Der forventes afbrydelser i fartøjsaktiviteten under anlægsfasen, hvortil der ikke forventes nogen påvirkning af fuglene. Varigheden af påvirkningen fra forstyrrelser fra fartøjer vurderes derfor konservativt som **medium**.

I driftsfasen forventes et CO<sub>2</sub>-transportskib at gennemføre maksimalt 130 injektionscyklusser om året. På trods af den høje hyppighed af denne aktivitet, ophører påvirkningen øjeblikkeligt når båden ikke er til stede, og varigheden af forstyrrelsen fra fartøjet vurderes at være **meget kort**.

I driftsfasen udføres seismisk reservoirovervågning af et enkelt fartøj hvert andet år, hvilket sker i løbet af en 5-10 dages kampagne. Vedligeholdelsesaktiviteterne i driftsfasen vil hver især vare mellem 1 og 2 dage. Varigheden fra forstyrrelsen af disse fartøjer vurderes som **kort**, da hver aktivitet varer mindre end en uge.

### Konsekvens

Havfugles sårbarhed overfor forstyrrelser fra fartøjer vurderes at være lav. Varigheden af påvirkningen er generelt meget kort til medium. Påvirkningen på havfugle forventes at forekomme i umiddelbar nærhed af alle fartøjer og være af lav intensitet i både anlægs- og driftsfasen. Konsekvensen af påvirkningerne fra forstyrrelser fra fartøjer på havfugle vurderes som **ubetydelig**.

### Afværgetiltag

Der vurderes ingen væsentlige påvirkninger på havfugle fra fartøjers forstyrrelse, og afværgetiltag anses derfor ikke for nødvendige.

## **Lysemissioner**

### Sårbarhed

Et betydeligt antal fugle trækker over Nordsøen mindst to gange om året og/eller bruger Nordsøen som føde- og rasteområde. Dette omfatter projektområdet, som udgør rasteplads for ynglende bestande af lomvier og alkefugle fra både Norge og Skotland om vinteren (Buckingham et al., 2022; Hestem, 2019; Thaxter et al., 2012).

Havfuglenes trækadfærd er en væsentlig del af havfuglenes naturlige livscyklus, og forstyrrelse heraf kan få alvorlige konsekvenser for de berørte arter. Nogle arter, der migrerer på tværs af eller på anden måde bruger området, kan blive tiltrukket af offshore lyskilder, især under natlige træk eller under forværrede vejrforhold, hvor sigtbarheden er begrænset (R. A. Ronconi et al., 2015). Indflydelsen af lys fra offshoreanlæg på havfugle er imidlertid ikke velkendt, og nuværende viden er ikke tilstrækkelige til at konkludere, om der er en påvirkning på populationsniveau (Marappan et al., 2022). Fugles sårbarhed over for lysemissioner vurderes derfor konservativt som **medium**. Påvirkninger fra sikkerhedslys på Nini A-plattformen og fartøjer i begge faser vurderes som reversible, da havfugle er meget mobile, og påvirkningen forventes at ophøre, når havfugle er uden for lysets rækkevidde.

### Geografisk udbredelse

I anlægsfasen kan lysemissioner fra fartøjerne og platformen potentielt påvirke havfugle (Gjerdrum et al., 2021). Disse lyskilder forventes at påvirke havfugle **lokalt**.

Sikkerhedslys er til stede på Nini A og fartøjer i hele anlægs- og driftsfasen. Viden om omfanget af påvirkningen på fugle fra disse typer lysemissioner er begrænset, men da sikkerhedslys generelt er en lyskilde med lav intensitet, forventes påvirkningen at have et mindre omfang. Omfanget af lysemissioner fra sikkerhedslys fra platformen vurderes derfor at påvirke fugle **lokalt** i både anlægs- og driftsfasen.

### Intensitet

Lysemissioner fra sikkerhedslys på Nini A-plattformen og fartøjer forventes kun at påvirke i en lokal udbredelse. Selvom nogle individer kan blive påvirket af disse lyskilder, forventes påvirkningerne ikke at forårsage negative påvirkninger på populationsniveau. Intensiteten af lysets påvirkning af havfugle vurderes derfor som **lav**.

### Varighed

Påvirkningen fra lysemissioner på havfugle vurderes som **medium** i anlægsfasen, da fartøjerne vil være oplyst i løbet af de ca. 2 måneders anlægsaktiviteter.

Sikkerhedslys er til stede på Nini A og alle fartøjer i hele anlægs- og driftsfasen, og påvirkningen vurderes derfor som **permanent**. Lysemissioner fra fartøjer forventes ikke kontinuerligt i hele anlægs- eller driftsfasen, men med en vis frekvens, når fartøjer bevæger sig ind og ud af projektområdet, hvorved havfugle kun påvirkes, mens fartøjerne er til stede.

#### Konsekvens

Havfugles reaktion på lysemissioner fra offshoreanlæg og fartøjer er ikke veldokumenteret i litteraturen. Da kunstigt lys imidlertid kan udgøre en risiko for påvirkning af migrationsadfærd og dermed potentielt føre til reproduktionssvigt, er sårbarheden over for lysemissioner blevet konservativt vurderet som medium. I anlægsfasen vurderes den potentielle tiltrækning af fugle og forstyrrelse af trækadfærden at forekomme lokalt omkring lyskilderne, og påvirkningerne vurderes at være af lav intensitet og af medium varighed.

I driftsfasen udgør sikkerhedslys på Nini A-plattformen og på skibe en permanent påvirkning. Påvirkningerne forventes imidlertid at have en lokal udbredelse, og eventuelle påvirkninger på havfugle som følge af disse lysemissioner forventes at være af lav intensitet uden konsekvenser på populationsniveau.

Påvirkninger fra lysemissioner i begge faser af projektet vurderes som reversible, da havfugle forventes at bevæge sig rundt, og påvirkningen forventes at ophøre, når de er uden for lyskildens påvirkningsafstand. På den baggrund vurderes konsekvensen at være **ubetydelig** og uden påvirkning på populationsniveau for havfugle.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger fra lysemissioner på havfugle, og afværgetiltag anses derfor for unødvendige.

#### **Samlet vurdering**

Havfugles sårbarhed overfor forstyrrelser fra fartøjer og lysemissioner vurderes som lav til medium, og påvirkningerne forventes at være af lav intensitet og forekomme i umiddelbar nærhed af eller lokalt omkring påvirkningskilderne. Varigheden af påvirkningerne er medium i anlægsfasen og meget korte til permanente i driftsfasen, hvilket kun resulterer i reversible påvirkninger. Der blev ikke fundet nogen signifikant påvirkning på havfuglebestandenes dynamik i projektområdet. Den samlede vurdering er, at påvirkningen af havfugle er ubetydelig i både anlægs- og driftsfasen.

**Tabel 11-20 Samlet vurdering af påvirkningerne på havfugle.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Forstyrrelser fra fartøjer	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Medium	Ubetydelig
Lysemissioner	Medium	Lokal	Lav	Medium	Ubetydelig
<b>Driftsfasen</b>					
Forstyrrelser fra fartøjer	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Kort	Ubetydelig
Lysemissioner	Medium	Lokal	Lav	Permanent	Ubetydelig

#### **Kumulative effekter**

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### **Grænseoverskridende effekter**

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### **Manglende viden og usikkerheder**

Havfugles udbredelse og biologi i Nordsøen er relativt velkendt. Der er dog stor usikkerhed forbundet med effekten af kunstigt lys på havfugle. Skøn over havfugles dødelighed som følge af lysemissioner er ofte upræcise og vanskelige at omsætte til betydning på populationsniveau. Desuden mangler der generelt viden om natlig trækadfærd samt forståelse for de underliggende faktorer, der styrer de årlige variationer i mængden af trækfugle.

### **11.10 Bilag IV-arter**

Alle hvalarter er opført i habitatdirektivets bilag IV, og der gælder særlige beskyttelsesforanstaltninger for disse. Alle EU-lande skal bl.a. forbyde:

- Alle former for forsætlig indfangning eller drab af individer af disse arter i naturen
- forsætlig forstyrrelse af individer af disse arter, i særdeleshed i perioder hvor dyrene yngler, udviser yngelpleje, overvintrer eller migrerer.
- beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder for disse arter
- anvendelse af alle ikke-selektive indfangnings- eller drabsmetoder, der lokalt kan forsvinde og forstyrre bestandene af sådanne arter alvorligt

Projektområdet er ikke et kendt ynglested for hvaler, og der forventes ingen bevidst fangst eller drab.

#### **11.10.1 Potentielle påvirkninger**

De potentielle påvirkninger på bilag IV-hvaler er beskrevet i afsnit 11.8.1.

#### **11.10.2 Metode og data**

De metoder og data, der anvendes til vurdering af påvirkningerne, er beskrevet i afsnit 11.8.2.

#### **11.10.3 Vurdering af påvirkningerne**

Projektområdet er ikke et kendt ynglested for vågehval eller hvidnæser (afsnit 10.5.4). Som beskrevet i afsnit 10.5.4, er marsvin kendt for at yngle i Nordsøen, herunder danske farvande. Der er ikke udpeget særlige yngleområder for marsvin, men områder med høje koncentrationer af individer i yngletiden anses generelt for at være væsentlige for bestanden og kan udgøre egnede ynglesteder (Sveegaard et al., 2011). Projektområdet betragtes ikke som et område med høj tæthed og vurderes derfor ikke at have nogen særlig betydning som yngleområde for marsvin.

Projektet omfatter ikke forsætlig indfangning eller drab af bilag IV-arter.

Modelleret undervandsstøj fra aktiviteter i anlægs- og driftsfasen viser, at der er en lille risiko for fysisk skade (PTS eller TTS) for marsvin. Dette er relateret til brugen af ROV-udstyret (HiPaP USBL-system), der udsender højfrekvent støj. Risikoen er begrænset til den umiddelbare nærhed af Nini A-plattformen, og fartøjets tilstedeværelse vil højst sandsynligt resultere i fortrængning af havpattedyr i den umiddelbare nærhed og derved reducere risikoen for fysisk skade til næsten nul. Denne vurdering beskrives nærmere i afsnit 11.8.3 om undervandsstøj. Modelresultaterne viser, at der er risiko for at fortrænge et lavt antal dyr fra projektområdet, da støjniveauet er højt nok til at forårsage undvigelsesadfærd.

I driftsfasen vil der blive foretaget seismiske undersøgelser hvert andet år med start i marts 2026, hvilket betyder, at den næste kampagne vil finde sted i marts 2028. Alle 5-10 dages seismiske

overvågningskampagner vil blive udført i marts, hvor den mest talrige hvalart, marsvinet, er mindst sårbar. Ved at bruge en soft start procedure (afsnit 5.6), som er standard i danske farvande, vurderes det, at der ikke er nogen risiko for PTS eller TTS for nogen af de tre arter. Undvigelsesadfærd for marsvin vurderes at forekomme i en afstand på op til 6,1 km fra undersøgelsesfartøjet. Som beskrevet i afsnit 11.8.3 udgør antallet af individer, der forventes at blive fordrevet, mindre end 0,02 % af marsvinebestanden i Nordsøen. Med samme undvigelsesafstand for vågehvaler og hvidnæser vil fortrængningen påvirke henholdsvis 0,01% af begge bestande i Nordsøen. Virkningen er reversibel.

I anlægsfasen er påvirkningens varighed **medium**. I driftsfasen er varigheden **kort**. Det område, der påvirkes, er relativt lille sammenlignet med det daglige fourageringshabitat og undervandsstøj vil kun påvirke et meget begrænset antal hvaler.

Påvirkninger forårsaget af forstyrrelser fra fartøjer og lysemissioner vurderes i afsnit 11.8.3 og det konkluderes, at påvirkningerne er korte og sker i umiddelbar nærhed af aktiviteterne, og at påvirkningen derfor er **ubetydelig**.

#### Afværgetiltag

Det vurderes, at der ikke er behov for afværgetiltag, da påvirkningerne er ubetydelige eller begrænsede, og seismisk overvågning med de største påvirkninger på havpattedyr følger standardvilkår om softstart-procedurer for minimering af påvirkninger fra undervandsstøj.

#### **Samlet vurdering**

På baggrund af ovenstående konkluderes det, at projektet ikke medfører påvirkninger, der kan påvirke bilag IV-arternes chancer for overlevelse, ynglesucces eller reproduktionsevne. Yngle- og/eller hvileområdernes økologiske funktionalitet opretholdes.

#### **Kumulative effekter**

Der er ingen godkendte planer eller projekter, der overlapper i tid eller påvirkninger med *Projekt Greensand Future* (afsnit 9.3), og der forventes derfor ingen kumulative effekter på havpattedyr.

I anlægsfasen vil baseline-overvågning af seismicitet med ocean botton stations (OBS'er) og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet blive udført i Q1-Q4 2025 og afsluttet før den første CO<sub>2</sub>-injektion. Disse aktiviteter er omfattet af en separat ansøgning/tilladelse. OBS'er og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vil blive nedsat i Q1 2025 og indhentet i Q4 2025. Kun indsamling af OBS'er vil omfatte ROV-operation. I anlægsfasen er påvirkningsafstanden for undgåelse op til 4,2 km for marsvin.

#### **Grænseoverskridende effekter**

Påvirkningerne i anlægsfasen er meget lokale og påvirker kun havpattedyr i umiddelbar nærhed af Nini A-plattformen i projektområdet. I anlægsfasen vurderes det derfor, at der ikke er grænseoverskridende effekter.

I driftsfasen foregår reservoirovervågningen i et undersøgelsesområde, hvor den nærmeste afstand er ca. 1.200 m fra den norske EØS. Da de airguns, der anvendes under undersøgelsen, kan forårsage undvigeadfærd for havpattedyr i en afstand på op til 6,1 km, kan der være en fortrængning af dyr i norske farvande. Da påvirkningen er kortvarig (5 dage) og reversibel og kun potentielt rammer et meget begrænset antal dyr, vurderes den at have ubetydelige grænseoverskridende effekter på bilag IV-arter.

## **Manglende viden og usikkerheder**

Påvirkninger af havpattedyr er velkendte, da de er blevet overvåget fra olie- og gasanlæg i årtier, og retningslinjer for støjpåvirkninger opdateres regelmæssigt, senest i 2022. Der findes ingen retningslinjer for undvigelse af undervandsstøj for vågehval og hvidnæser (Energistyrelsen, 2022b). Der er ingen retningslinjer for undvigelse af undervandsstøj for vågehval og hvidnæse, men værdien fra (Tougaard, 2016) (145 dB re1UPa) er stort set accepteret af DEA til anvendelse på alle havpattedyr, der lever i den danske del af Nordsøen.

## **11.11 Beskyttet natur**

### **11.11.1 Potentielle påvirkninger**

Beskyttet natur henviser til Ramsarområder, fuglebeskyttelsesområder (IBA'er), værdifulde og sårbare områder (SVO) og beskyttede havområder (MPA'er) (Figur 10-22). Da Ramsar- og IBA-områder falder sammen med Natura 2000 SPA-områder, beskrives og vurderes disse samlet i kapitel 10.6. Potentielle påvirkninger af MPA- og SVO-områder kan skyldes fysiske forstyrrelser af havbunden (sedimentresuspension) og undervandsstøj. De nærmeste MPA- og SVO-områder ligger henholdsvis 75 km og ca. 11 km fra projektområdet og 4,6 km til overvågnings OBS (seismicitet), hvorfor der ikke forventes påvirkning fra resuspension af sediment, da det forventes, at sedimenter bundfælder i umiddelbar nærhed af havbundsforstyrrelsen. Kun de norske SVO-områder vurderes i det følgende i forhold til påvirkninger fra undervandsstøj på grund af deres nærhed til projektområdet.

Potentielle påvirkninger af SVO-områder relaterer sig til:

- Undervandsstøj, dvs. i anlægsfasen forventes undervandsstøj fra fartøjer, ROV-operationer og seismiske undersøgelser. I driftsfasen forventes undervandsstøj fra seismiske undersøgelser, det seismiske undersøgelsesfartøj, CO<sub>2</sub>-transportskibet og fra støttefartøjer, der bruges til vedligeholdelsesarbejde med ROV.

### **11.11.2 Metode og data**

Der er udviklet og vurderet en undervandsstøjsmodel for fisk som led i denne VVM (se afsnit 11.7.2). Ud over modellering af undervandsstøj understøttes denne vurdering af eksisterende data og den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger af lignende projekter.

SVO-området er NS2 "tobisfelt". Tobis er målart i det beskyttede område og følgende vurdering. Forskning i påvirkninger af fisk fra undervandsstøj er relativt sparsom og er kun blevet udført for nogle få fiskearter. Modelleringen er baseret på de nyeste og mest omfattende data og omfatter de to arter; sild og torsk og to livsstadier af torsk (juvenile og voksne), der findes i projektområdet, og som repræsenterer forskellige følsomheder over for støj, hvoraf nogle anses for at udvise højere følsomhed. Tærskelværdien for TTS i fisk er imidlertid baseret på ferskvandsarter, og der hersker en vis usikkerhed om, hvorvidt denne tærskelværdi kan anvendes på saltvandsarter. Da modelleringen er baseret på en worst-case-tilgang, der omhandler reaktionen fra de mest følsomme arter og livsstadier, anses datagrundlaget for denne vurdering for at være tilstrækkeligt til at vurdere påvirkningerne af undervandsstøj på tobis eller fisk i tobisfelterne.

#### **11.11.3 Vurdering af påvirkningerne**

I anlægs- og driftsfasen forårsager undervandsstøj kun en påvirkning i umiddelbar nærhed af fartøjet. Med 11 km fra projektområdet og 4,6 km fra overvågnings OBS til SVO-området forventes ingen påvirkning i dette beskyttede område.

I driftsfasen reduceres TTS-afstanden fra seismisk undervandsstøj med anvendelse af soft start-proceduren til 0 m. Anvendelse af soft start-proceduren til seismisk undersøgelse fjerner dog ikke risikoen for dødelig skade på larver. Seismik med soft start kan potentielt føre til dødelig skade på larver i en afstand af 100 m fra kilden. Da seismik udføres mindst 4,6 km fra den norske EEZ-grænse, vil påvirkningen ikke nå ind i SVO-området. Derfor vil undervandsstøj ikke vurderes yderligere, da der ikke kan forventes påvirkninger i SVO-området.

## 12. VURDERING AF DE SOCIALE PÅVIRKNINGER – PLANLAGTE AKTIVITETER

### 12.1 Materielle goder

I dette afsnit vurderes påvirkninger på materielle goder. Materielle goder omfatter eksisterende olie- og gasinfrastruktur, havvindmølleparker, kabler og rørledninger (herefter kaldet offshoreinfrastruktur) og skibstrafik. Potentielle påvirkninger for skibstrafikken vurderes i afsnit 13.3 og er derfor ikke en del af dette kapitel. Beskrivelse af offshore-infrastrukturen i Nordsøen findes i afsnittet 10.7.

#### 12.1.1 Potentielle påvirkninger

Potentielle påvirkninger på materielle goder relaterer sig til:

- Sikkerhedszoner, dvs. i anlægsfasen, vil der blive implementeret et CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystem på havbunden nær den gamle brønd (Nini 4). Dette system vil blive beskyttet af et sikkerhedspunkt for at markere og beskytte mod ankring og trawlfiskeri.

Det offloadingsystem, der installeres i anlægsfasen, placeres indenfor en allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen og vil derfor ikke vurderes yderligere i dette afsnit. Ankring og trawlfiskeri er forbudt indenfor hele denne zone. Denne sikkerhedszone gælder allerede nu og forbliver i hele driftsfasen.

#### 12.1.2 Metode og data

Følgende vurdering af projektet vedrørende materielle goder er baseret på tilgængelig kortlægning af den eksisterende offshoreinfrastruktur. Offshoreinfrastruktur behandles kollektivt i det følgende.

#### 12.1.3 Vurdering af påvirkningerne

##### Sikkerhedszoner

I anlægsfasen og i hele driftsfasen indføres en sikkerhedszone under installation af offloadingsystemet og et sikkerhedspunkt ved CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet. Projektet skal overholde bekendtgørelse nr. 939 af 27/11/1992 om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger. I henhold til denne bekendtgørelse er undersøiske rørledninger omfattet af en 200 m bred sikkerhedszone langs med, og på hver side af rørledningen. Den undersøiske rørledning, der anvendes i offloadingsystemet, ligger inden for den allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen og vurderes ikke yderligere.

I driftsfasen vil der være løbende overvågning af potentiel CO<sub>2</sub>-lækage fra den gamle brønd (Nini 4). CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet placeres på havbunden og markeres med en navigationsbøje.

##### Sårbarhed

Der er ingen yderligere påvirkninger fra det etablerede sikkerhedspunkt, som markerer CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet, da der ikke findes nogen eksisterende offshore-infrastruktur i projektområdet udover undersøiske kabler (telekommunikation, Figur 10-3), som ikke er påvirket af sikkerhedspunktet. Påvirkningen er irreversibel i driftsfasen, hvor restriktionszonen vedvarer, men reversibel, efter at anlæggene er fjernet. Den eksisterende offshoreinfrastrukturens sårbarhed over for sikkerhedszoner vurderes som **lav**.

Geografisk udbredelse

Sikkerhedspunktet omkring monitoreringssystemet for CO<sub>2</sub>-lækage begrænser ankring og trawling. Punktet er langt fra andre offshore-aktiviteter. På denne baggrund vurderes påvirkningens geografiske udbredelse at være i den **umiddelbare nærhed**.

Intensitet

Skibe må ikke, medmindre det er akut hændelse, smide anker i sikkerhedszoner der er oprettet for en sådan infrastruktur. I sikkerhedszoner er trawlfiskeri, opgravning af havbunden, stenfiskeri samt enhver anvendelse af redskaber eller andre redskaber, der trækkes på havbunden, forbudt. Fiskeriet skal informeres om at undgå sikkerhedszoner og -punkter i driftsperioden. CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vil blive markeret med en bøjle for at vise, hvor restriktionspunkt der skal undgås er, og intensiteten af påvirkningen vurderes derfor til at være **medium**.

Varighed

Sikkerhedspunktet omkring CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vedvarer i hele driftsfasen og vil resultere i en **permanent** påvirkning.

Konsekvens

Sikkerhedspunktet ved CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet, hvor ankring og trawling er forbudt, vurderes at være af medium intensitet, at have en påvirkning i den umiddelbare nærhed, og at være af permanent varighed (hele driftsfasen). Den samlede konsekvens af sikkerhedszoner vurderes at være **ubetydelig**.

Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlig påvirkning fra sikkerhedszoner, og afværgetiltag anses derfor ikke for nødvendige.

**Samlet vurdering**

Den eksisterende offshore infrastrukturens sårbarhed over for sikkerhedszoner vurderes at være lav, og at have en påvirkning i den umiddelbare nærhed af sikkerhedszonen. Intensiteten af påvirkningen vurderes at være medium i driftsfasen. Påvirkningens varighed er permanent under drift, og påvirkningen er først reversibel efter projektets afslutning. Samlet set anses påvirkningen på materielle goder for at have ubetydelige konsekvenser, da påvirkningsområdet er meget lille.

**Tabel 12-1. Samlet vurdering af påvirkningerne på materielle goder.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Driftsfasen</b>					
Sikkerhedszoner	Lav	Umiddelbar nærhed	Medium	Permanent	Ubetydelig

**Kumulative effekter**

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

**Grænseoverskridende effekter**

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

**Manglende viden og usikkerheder**

Der er taget højde for eksisterende offshore infrastrukturer i Nordsøen, og omfanget af sikkerhedszoner er i høj grad kendt. Der er således ikke konstateret manglende viden eller

usikkerheder i forbindelse med denne vurdering, og konklusionen af denne vurdering anses for at være holdbar.

## 12.2 Kulturarv

Forud for igangsættelse af projektaktiviteter vil der blive gennemført en geofysisk undersøgelse af stedet for at screene området for kulturarvsgenstande eller fund. Undersøgelsen vil være i stand til at opdage potentielle kulturarvsgenstande. Udførelse og planlægning af lokalitetsundersøgelsen koordineres med Slots- og Kulturstyrelsen. Hvis der identificeres potentielle fund i projektområdet, iværksættes de nødvendige beskyttelses- og håndteringsprocedurer i samarbejde med Slots- og Kulturstyrelsen og det ansvarlige museum, Moesgaard Museum, inden det videre arbejde kan fortsætte.

Selv den højeste standard for geofysisk undersøgelse kan ikke altid identificere hver eneste fund af betydning. Derfor implementeres en "tilfældigt fund"-procedure til at styre handlinger i tilfælde af tilfældige objekter, der potentielt kan være et fund. Proceduren for tilfældige fund vil foreskrive underretningsinstruktioner for at informere Slots- og Kulturstyrelsen om fund, entreprenørroller, handlingsplaner, ansvar og kommunikationslinjer.

### 12.2.1 Potentielle påvirkninger

Potentielle påvirkninger på kulturarven er relateret til:

- Arealinddragelse, dvs. det område, der er optaget af enhver fysisk struktur. I anlægsfasen forventes et fysisk fodaftryk fra offloadingsystemet (undersøisk rørledning, ankerblokke og betonmadrasser) og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet (lander med monitoreringssystem forbundet til en ankerblok og en navigationsbøjle). Disse strukturer forventes at resultere i arealinddragelse i anlægsfasen, når de installeres, og forbliver i hele driftsfasen.
- Fysisk forstyrrelse af havbunden, dvs. i anlægsfasen installeres strukturer på havbunden, der potentielt forårsager resuspension af sediment.

### 12.2.2 Metode og data

Følgende vurdering af det aktuelle projekt om kulturarv er baseret på eksisterende data såsom offentlige databaser (Slots- og Kulturstyrelsen, 2022), empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur sammen med tidligere miljøkonsekvensvurderinger fra lignende projekter.

### 12.2.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Arealinddragelse

Installerede strukturer inddrager areal på havbunden, der kan forårsage direkte skade på kulturarvsgenstande, for eksempel skibs- og flyvrage, som er de mest sandsynlige fund, der findes inden for projektområdet. Fysisk fodaftryk på havbunden i anlægs- og driftsfasen har potentiale til at skade kulturarvssteder/genstande eller gøre disse utilgængelige for fremtidig forskning i projektets levetid.

Den langsigtede tilstedeværelse af strukturerne på havbunden har potentiale til at ændre sedimenteringsmønstre og/eller forårsage erosion omkring fund på grund af lokale ændringer i hydrografen i de områder, hvor strukturerne ligger. Som vurderet i afsnit 11.2, forventes de lokale strømforhold ikke at ændre sig på grund af tilstedeværelsen af strukturer på havbunden eller i vandsøjlen. Påvirkningen af ændret hydrografi på sedimentering og erosion forventes derfor ikke, og vurderes ikke i dette afsnit.

### Sårbarhed

På grund af kulturarvsgenstandes store betydning, beskyttelsen efter museumsloven (lovbekendtgørelse nr. 358 af 08/04/2014 § 29g) samt den lave modstandsdygtighed over for potentielle påvirkninger fra byggeaktiviteter vurderes funds sårbarhed overfor arealinddragelse fra anlægning af strukturer på havbunden som **høj** i både anlægs- og driftsfasen. Både midlertidige og permanente strukturer kan føre til uoprettelig skade på fund.

### Geografisk udbredelse

Det relativt lille fysiske fodaftryk på havbunden vurderes at have en potentiel påvirkning på fund i **umiddelbar nærhed** af strukturerne.

### Intensitet

Placeringen af strukturer på havbunden kan resultere i fysisk påvirkning og permanent tab og beskadigelse af fund, når de placeres på sedimentet eller placeres i vandsøjlen. Fund er ofte skrøbelige og følsomme overfor fysiske påvirkninger, og intensiteten af påvirkningen fra arealinddragelse vurderes som **meget høj**.

### Varighed

Påvirkningen fra strukturers fysiske fodaftryk er af **permanent** varighed, da det potentielt gør fund utilgængelig for fremtidig forskning i projektets levetid.

### Konsekvens

Kulturarvsgenstande er af stor kulturel og historisk betydning og har lav modstandsdygtighed over for direkte skader fra strukturers fysiske fodaftryk og er derfor meget sårbare. Den geografiske udbredelse af den potentielle påvirkning på fund vurderes at være i umiddelbar nærhed af strukturerne. Påvirkningen vurderes at være af meget høj intensitet på grund af fundenes skrøbelige karakter og den betydelige fysiske påvirkning fra placering af strukturer på havbunden. Varigheden af påvirkningen vurderes som permanent. Som beskrevet i afsnit 10.8, findes ingen kulturarvsgenstande nær projektområdet. Den samlede påvirkning fra arealinddragelse på kulturarvsgenstande i anlægs- og driftsfasen vurderes at være **begrænset**, da der ikke forventes nogen påvirkning, siden der ikke er fundet nogle kulturarvsgenstande i området.

### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger fra arealinddragelse på kulturarvsgenstande, og afværgetiltag anses derfor for unødvendige. Desuden vil den geofysiske undersøgelse af lokaliteten give mulighed for at kontrollere, om der er behov for beskyttelsesforanstaltninger. Hvis der findes tilfældige fund, vil disse blive indberettet til de relevante myndigheder, og yderligere foranstaltninger vil blive sat i gang og koordineret, hvis det er nødvendigt.

## **Fysisk forstyrrelse af havbunden**

Konstruktion og placering af strukturer på eller nær havbunden kan føre til fysisk forstyrrelse af havbunden og skade på kulturarvsgenstande, f.eks. skibs- og flyvrag, som er de mest sandsynlige fund inden for projektområdet. I anlægsfasen kan installation af offloadingsystemet forårsage resuspension af sediment.

### Sårbarhed

På grund af kulturarvsgenstandes store betydning, beskyttelsen efter museumsloven (lovbekendtgørelse nr. 358 af 08/04/2014 § 29g) samt den lave modstandsdygtighed og reversibilitet over for direkte skader vurderes funds sårbarhed overfor fysiske forstyrrelser af havbunden som **høj**.

### Geografisk udbredelse

På grundlag af aktiviteternes relativt lille omfang vurderes den geografiske udbredelse af den potentielle påvirkning fra fysiske forstyrrelser af fund som værende i den **umiddelbare nærhed** af strukturerne.

### Intensitet

Installation af den undersøiske rørledning og beskyttende betonmadrasser kan resultere i fysisk forstyrrelse af havbunden ved at forårsage resuspension af sedimenter. Kulturarvsgenstande er ofte skrøbelige og følsomme over for fysiske forstyrrelser. Den potentielle resuspension af sediment er imidlertid lille på grund af de små dimensioner af de installerede strukturer, og fordi der ikke kræves udgravning.

På baggrund heraf vurderes intensiteten af påvirkningen fra fysisk forstyrrelse af havbunden som **lav**.

### Varighed

Installationen af strukturer sker i løbet af 7 + 1,5 dage, hvor der kan forekomme fysiske forstyrrelser af havbunden. Påvirkningen forventes ikke at vare længere end denne tidsramme. Varigheden af påvirkningen vurderes derfor som **kort**.

### Konsekvens

Kulturarvsgenstande er af stor kulturel og historisk betydning og har lav modstandsdygtighed og reversibilitet over for direkte skader som følge af fysiske forstyrrelser af havbunden og er derfor meget sårbare. Påvirkningen fra fysiske forstyrrelser af havbunden vurderes at være af lav intensitet, ske i umiddelbar nærhed af strukturerne og at have kort varighed. På grund af den lave sandsynlighed for at støde på fund inden for projektområdet vurderes den samlede påvirkning på kulturarven fra fysisk forstyrrelse af havbunden under anlægsfasens aktiviteter derfor at være **begrænset**.

### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlige påvirkninger fra fysiske forstyrrelser af havbunden på fund, da sandsynligheden for, at der indtræder en påvirkning, er lav, og afværgetiltag anses derfor for unødvendige.

### **Samlet vurdering**

Kulturarvsgenstandes sårbarhed over for arealinddragelse og fysiske forstyrrelser af havbunden vurderes at være høj på grund af genstandenes skrøbelige karakter og kulturelle og historiske betydning. Påvirkningen fra arealinddragelse og fysiske forstyrrelser på kulturarvsgenstande vurderes at være af lav til meget høj intensitet i umiddelbar nærhed af strukturerne og af kort til permanent varighed. Området er imidlertid blevet scannet og kommercielt udnyttet forud for dette projekt, og på grund af den meget lave sandsynlighed for at støde på kulturarv inden for projektområdet vurderes den samlede påvirkning på kulturarv som begrænset.

Tabel 12-2. Samlet vurdering af påvirkninger på kulturarv.

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Anlægsfasen</b>					
Arealinddragelse	Høj	Umiddelbar nærhed	Meget høj	Permanent	Begrænset*
Fysisk forstyrrelse af havbunden	Høj	Umiddelbar nærhed	Lav	Kort	Begrænset*
<b>Driftsfasen</b>					
Arealinddragelse	Høj	Umiddelbar nærhed	Meget høj	Permanent	Begrænset*

\* på grund af meget lav sandsynlighed for at støde på kulturarvsobjekter inden for projektområdet.

### Kumulative effekter

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### Grænseoverskridende effekter

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### Manglende viden og usikkerheder

Havbunden i projektområdet er blevet undersøgt ved flere lejligheder under geofysiske undersøgelser og vrageundersøgelser. En arkivkontrol fra Moesgaard Museum vil blive gennemført som et første skridt for at sikre en marinarkæologisk fortolkning af potentialet for fund i projektområdet.

## 12.3 Fiskeri

### 12.3.1 Potentielle påvirkninger

Påvirkninger på fisk (ressource) er vurderet i afsnit 11.7, Som følge heraf er de potentielle påvirkninger listet herunder ikke yderligere vurderet for kommercielt fiskeri:

- Undervandsstøj kan påvirke fiskeriet ved at påvirke kommercielt udnyttede fiskearter på populationsniveau. Påvirkningen på fisk fra undervandsstøj vurderes at have begrænsede konsekvenser uden negative påvirkninger på populationsniveau (afsnit 11.7) og behandles derfor ikke yderligere med hensyn til påvirkningen på fiskeriet.
- Arealinddragelsen af det område af havbunden, der er optaget af strukturer som installeres i anlægsfasen, vil være ubetydeligt sammenlignet med de eksisterende vidtstrakte fiskehabitater. Disse strukturer kan fungere som potentielle levesteder og fourageringsområder for nogle fiskearter og derved resultere i en nettopositiv effekt for det kommercielle fiskeri. Konsekvensen af arealinddragelsen i driftsfasen vurderes som ubetydelig for fiskearter, der er forbundet med sandbund (afsnit 11.7) og behandles derfor ikke yderligere med hensyn til påvirkningen på fiskeriet. For fiskearter, der lever i revhabitater, og som kan tiltrækkes af kunstige revlignende strukturer, forventes en ubetydelig positiv effekt på grund af en lokal reveffekt.
- Fysisk forstyrrelse af havbunden kan fortrænge fisk fra fiskeområderne, da de kan udvise undvigeadfærd. På grund af den korte anlægsfase og relativt små dimensioner af strukturerne, forventes der meget lidt resuspension af sediment. Den samlede påvirkning af fisk fra fysiske forstyrrelser på havbunden blev vurderet til at være ubetydelig (afsnit 11.7) og behandles derfor ikke yderligere med hensyn til påvirkningen på fiskeriet.

- Lysemissioner kan potentielt tiltrække eller fortrænge fisk, afhængigt af arten, hvilket igen kan påvirke det kommercielle fiskeri. Fiskenes sårbarhed vurderes generelt som lav over for lysemissioner, og påvirkningen forventes kun at forekomme i umiddelbar nærhed af lyskilder uden betydning for populationsniveau for fisk. Påvirkningen fra lysemissioner fra platformen og fartøjerne vurderes at have ubetydelige konsekvenser for fisk (afsnit 11.7) og behandles derfor ikke yderligere med hensyn til påvirkningen på fiskeriet.

De potentielle påvirkninger på fiskeriet, der vurderes i dette afsnit, relaterer sig til:

- Sikkerhedszoner, dvs. i driftsfasen, vil der blive indført et nyt sikkerhedspunkt omkring CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet ud over den allerede eksisterende sikkerhedszone omkring Nini A. Projektet skal overholde kabelbekendtgørelsen nr. 939 af 27/11/1992 om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger. I henhold til kabelbekendtgørelsen er undersøiske rørledninger omfattet af en 200 m bred sikkerhedszone langs med, og på hver side af rørledningen, som for offloadingsystemet ligger inden for den allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen. Derudover vil der være et nyt sikkerhedspunkt relateret til CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet. Skibe må ikke, medmindre det er akut, kaste anker i sikkerhedszoner eller tæt ved sikkerhedspunkter. I sikkerhedszonen er trawlfiskeri, udgravningsaktiviteter på havbunden, stenfiskeri samt enhver brug af redskaber eller andre redskaber, der slæbes på havbunden, forbudt. Fiskeriet skal informeres om at undgå sikkerhedszoner.

### 12.3.2 Metode og data

Følgende vurdering er baseret på eksisterende data fra OSPAR om fiskeriintensitet og landingsdata fra Fiskeristyrelsen i kvadrater 42F4, 42F5, 42F6, 41F4, 41F5 og 41F6 i løbet af de sidste 10 år (2012-2022) som beskrevet i afsnit 10.9. Fordelingen af aktiviteten fra de forskellige kommercielle fiskerier er præsenteret for perioden 2015 til 2018 (Figur 10-29). Tilsammen danner datagrundlaget en relativt høj opløsning af områdets betydning for fiskeriet. Datagrundlaget vurderes at være tilstrækkeligt til denne vurdering.

### 12.3.3 Vurdering af påvirkningerne

#### Sikkerhedszoner

##### Sårbarhed

Vigtige fiskepladser findes i Nordsøen. Det er ikke tilladt at fiske inden for sikkerhedszoner. For den undersøiske rørledning er der ikke behov for at implementere en ny sikkerhedszone, da 200 m-zonen omkring rørledningen ligger inden for den allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen. Fiskeriet vil ikke blive påvirket mere af denne sikkerhedszone omkring platformen, end det er i dag. Der vil dog blive implementeret et nyt sikkerhedspunkt ved CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet. Det er ikke en sikkerhedszone som sådan, men et punkt som skal undgås for at beskytte CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet mod ankring og trawlfiskeri. Fiskeriets sårbarhed over for sikkerhedszoner og -punkter vurderes til at være **lav**. Når strukturer, der indfører sikkerhedszoner eller -punkter, er fjernet, vil fiskepladsen vende tilbage til en tilstand før påvirkningen.

##### Geografisk udbredelse

Sikkerhedszonen omkring rørledningen ligger inden for den allerede eksisterende sikkerhedszone på 500 m omkring platformen (0,8 km<sup>2</sup>), hvor forankring og trawlfiskeri er forbudt. Sikkerhedspunktet relateret til CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vil have lignende restriktioner.

På dette grundlag vurderes påvirkningens geografiske udbredelse at være i den **umiddelbare nærhed**.

#### Intensitet

Da projektområdet ligger inden for et område med relativt lav fiskeriaktivitet sammenlignet med nærliggende højintensitetsområder (Figur 10-29), vurderes tilføjelsen af et sikkerhedspunkt ved CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet til de allerede eksisterende 0,8 km<sup>2</sup> omkring Nini-A-plattformen at have ubetydelig påvirkning på fiskeriet. Påvirkningen vurderes at være af lav intensitet, have udbredelse i umiddelbar nærhed og permanent varighed. Den samlede påvirkning på fiskeriet fra sikkerhedszoner vurderes at have **ubetydelige** konsekvenser.

#### Varighed

Offloading og CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet, der installeres i anlægsfasen, vil forblive i hele driftsfasen. Sikkerhedszoner og -punkter indføres i hele driftsfasen, hvilket resulterer i en **permanent** påvirkning, hvor ankring eller trawlfiskeri ikke er tilladt.

#### Konsekvens

Da projektområdet ligger i et område med relativt lavt fiskeriniveau sammenlignet med nærliggende områder med højere intensitet (Figur 10-29), vurderes tilføjelsen af et sikkerhedspunkt relateret til CO<sub>2</sub>-lækageovervågningssystemet til de allerede eksisterende 0,8 km<sup>2</sup> omkring Nini A-plattformen at have ubetydelig betydning for fiskeriet. Påvirkningen vurderes at være af lav intensitet, i umiddelbar nærhed og af permanent varighed. Den samlede påvirkning af fiskeriet fra sikkerhedszoner vurderes at have ubetydelige konsekvenser.

#### Afværgetiltag

Der forventes ingen væsentlig påvirkning fra sikkerhedszoner på fiskeriet, og afværgetiltag anses derfor ikke for nødvendige.

### **Samlet vurdering**

Fiskeriets sårbarhed over for potentielle påvirkninger fra aktiviteter i forbindelse med *Projekt Greensand Future* vurderes som lav, og påvirkningerne vurderes at være af lav intensitet, i umiddelbar nærhed og af permanent varighed. Samlet set anses påvirkningen på fiskeriet at have ubetydelige konsekvenser.

**Tabel 12-3 Samlet vurdering af påvirkningen på fiskeriet.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Driftsfasen</b>					
Sikkerhedszoner	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Permanent	Ubetydelig

### **Kumulative effekter**

Ingen andre projekter, planlagte eller i drift, vurderes at have kumulative effekter med det aktuelle projekt. Det vurderes derfor, at kumulative effekter er irrelevante.

### **Grænseoverskridende effekter**

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

### **Manglende viden og usikkerheder**

Fordelingen af aktiviteten fra de forskellige erhvervsfiskerier præsenteres for perioden 2015 til 2018. Datasættet om fiskeriintensitet i EU's farvande blev oprettet i 2020 af COGEA for EMODNET

(EMODnet, 2021d). Data om fiskeriindsatsen vises kun for fartøjer >12 m, der har VMS, hvilket ikke er en begrænsende faktor, fordi mindre fartøjer ikke forventes at fiske kommercielt i området så langt fra kysten. Samlet set vurderes datagrundlaget for vurderingen at være tilstrækkeligt.

## 13. VURDERING AF UTILSIGTEDE HÆNDELSER

I dette kapitel beskrives mulige påvirkninger på miljøet fra utilsigtede hændelser såsom større ulykker eller andre ukontrollerede hændelser. Potentielle påvirkninger fra utilsigtede hændelser indeholder:

- Oliespild i tilfælde af blowout fra injektionsbrønd (afsnit 13.1)
- CO<sub>2</sub>-udledning i tilfælde af blowout fra injektionsbrønden og CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret og fra offloading-operationen (afsnit 13.2)
- Skibskollisioner (afsnit 13.3)

Som en del af en blowout-hændelse er andre påvirkningsparametre udover olie- og CO<sub>2</sub>-udledning blevet overvejet. Påvirkning fra kontaminanter i gasudledninger og sænkning af pH i havvand forårsaget af CO<sub>2</sub> kan resultere i øget frigivelse af eksempelvis tungmetaller, sulfid og ammoniak. Der i den forbindelse er ikke fundet nogen bemærkelsesværdig påvirkning (DHI, 2023) og disse påvirkningsparametre vurderes derfor ikke yderligere i dette kapitel.

Tab af brøndkontrol (blowout) er blandt de mest signifikante nødsituationer, med risiko for at forårsage et ukontrolleret gas- og olieudslip i havmiljøet, men med lav sandsynlighed for at forekomme. Alle brønde har en BOP (Blow out Preventer) installeret for at forhindre et udslip og regulere brøndtrykket. Et blowout kan skyldes en række årsager og omfatter tab af brøndkontrol på grund af design, fejl i BOP'en, udstyr og/eller menneskelig fejl.

SINTEF Offshore Blowout Databases indeholder data om blowouts, der er registreret globalt siden 1955. Baseret på data fra brønde i Europa er der foretaget et skøn over hyppigheden af operationer, der kan resultere i en blowout, ved at se på de respektive frekvenser pr. brøndår og opskalere disse med antallet af aktive brønde i Europa (OOW, 2013). Sandsynligheden for blowout under "produktion", dvs. når brønden er boret, ligger i området  $9,7 \times 10^{-6}$  pr. brønd pr. år (IOGP, 2019). Sandsynligheden er dog baseret på en oliebrønd, der er i produktion hele året rundt, hvorimod CO<sub>2</sub> injektionsbrønden kun vil være i brug, når CO<sub>2</sub> injiceres. Således forventes sandsynligheden at være endnu lavere. Som følge heraf vurderes sandsynligheden for en blowout i injektionsfasen at være meget **lav**.

En række afværgetiltag bliver implementeret for at sikre, at tab af brøndkontrol er meget usandsynligt. Selv i tilfælde af blowout er der installationer på plads for at sikre, at brønden lukkes ned, og at et spild til miljøet holdes på et minimum. Et blowout vil fortsætte, indtil brønden er under kontrol igen. Dette kan tage alt fra et par timer, hvis kontrollen kan genvindes ved hjælp af de tilstedeværende sikkerhedssystemer, op til flere måneder, hvis der skal bores en ekstra brønd (aflastningsbrønde). Erfaring viser, at de fleste brønde kan bringes under kontrol igen inden for en til et par dage.

Da CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden er placeret et brugt oliereservoir, vil der være risiko for, at resterende olie i formationen frigives til miljøet under et potentiel blowout. I de følgende afsnit beskrives den potentielle miljørisiko og relevante afværgetiltag i forbindelse med både den potentielle CO<sub>2</sub>-udledning og et muligt tilhørende olieudslip i forbindelse med et blowout.

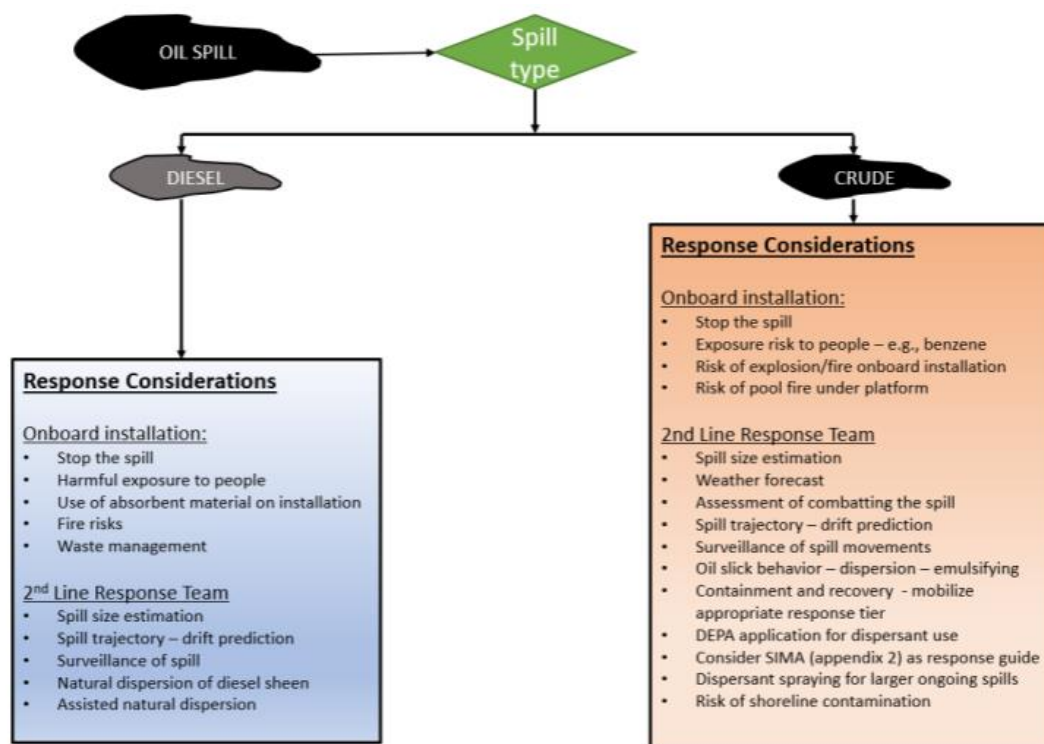
### 13.1 Oileudslip fra blowout

#### 13.1.1 Strategi for bekæmpelse af oileudslip

Et blowout, der finder sted i *Projekt Greensand Future* et år efter injektionsstart, forventes at resultere i en oliefrigivelseshastighed på mindre end 100 m<sup>3</sup>/d, mens et blowout, der opstår efter sidste injektion, hvilket er 8 år efter injektionsstart, forventes at resultere i en oliefrigivelseshastighed på ca. 70 m<sup>3</sup>/d (INEOS, 2022).

INEOS E&P A/S har udviklet og implementeret en beredskabsplan for olie- og kemikalieudslip (OSCP) i tilfælde af et olie- eller kemikalieudslip. Planen er godkendt af myndighederne. I tilfælde af et ukontrolleret blowout vil OSCP blive iværksat for at afværge virkningen af udslippet. OSCP er oprettet for at håndtere en reaktion på et blowout med en daglig hastighed på 4.400 m<sup>3</sup>.

De generelle beredskabsteknikker, overvejelser og strategimuligheder er opsummeret i Figur 13-1.



Figur 13-1 Generelle overvejelser om beredskabsteknik og strategimuligheder.

De danske olie- og gasproducenter i Nordsøen, TotalEnergies, EP Denmark (herefter TOTAL) og INEOS, har som grundlag for denne plan etableret en juridisk bindende samarbejdsaftale om gensidig bistand i tilfælde af en oileudslipshændelse fra en af operatørerne.

INEOS ejer og vedligeholder et DESMI Fast Sweep Oil C&R-system (et olieopsamlingssystem med flydespærrere) i containere, der er permanent placeret på Esvagt Innovator-standbyfortøj. Fartøjet er permanent vagt og kan straks mobiliseres til beredskab i tilfælde af en udslipshændelse fra et INEOS-opereret felt i dansk farvand. Denne beredskabsressource er nomineret som niveau 1-ressource for INEOS.

Aftalen mellem TOTAL og INEOS kræver, at hver part straks stiller tilgængelige beredskabsressourcer til rådighed og hjælper i tilfælde af en spildhændelse på en af parternes anlæg. Til det formål har TOTAL to DESMI fast sweep systemer i containere, der er identiske med

INEOS-udstyret – et C&R-system, der permanent findes på en PSV (Esvagt Dee), og et system, der findes på offshore-installationen Crossway Eagle (anvendes på nuværende tidspunkt af Total Energies i Danmark), der skal lastes på Havila Fano eller et lignende fartøj, der er egnet til formålet som besluttet af TOTAL. I tilfælde af et blowout vil Oil Spill Response Ltd (OSRL) stille yderligere ressourcer til rådighed for at afværge et olieudslip.

I Danmark er den foretrukne beredsskabsstrategi inddæmning og opsamling af spildt olie. Anvendelse af dispergeringsmiddel skal godkendes fra sag til sag af miljøstyrelsen. Nærmere oplysninger om det specifikke udstyr, der er til rådighed for den foretrukne beredsskabsstrategi (mekanisk inddæmning og genvinding) for de tre indsatsniveauer, er beskrevet i Figur 13-2.

TIER 1	TIER 2	TIER 3
Oil spills are likely to be small and effect a localized area. The spill can be managed by using INEOS pre-arranged PSV resources.	A spill incident in which TOTAL response resources and support are required to control the spill	An incident where assistance is required from international (OSRL) and national resource (other operators based on OCEC agreement).
<b>Characteristics of a Tier 1 oil spill</b>	<b>Characteristics of a Tier 2 oil spill</b>	<b>Characteristics of a Tier 3 oil spill</b>
Spill occurs within immediate site proximity and is likely above 5 m <sup>3</sup>	Spill extends beyond the immediate site proximity	Uncontrolled Well blowout/ loss of control / risk of total GBS inventory loss.
Spill can be easily managed using response resources available on site.	Tier 1 resources are overwhelmed	Spill has crossed international maritime boundaries
The spill source has been secured	Spill source cannot be immediately secured	Tier 1 and Tier 2 resources are overwhelmed

Figur 13-2 Niveauer af beredsskabsstrategien (INEOS, 2023b).

En uddybning af det tilgængelige udstyr til de forskellige strategier for bekæmpelse af olieudslip findes i Tabel 13-1, og i Tabel 13-2 er mobiliseringstiden beskrevet for niveau 1-3.

**Tabel 13-1 Udstyr til beredskabsstrategier for olieudslip hos INEOS E&P A/S offshoreinstallationer (INEOS, 2023b).**

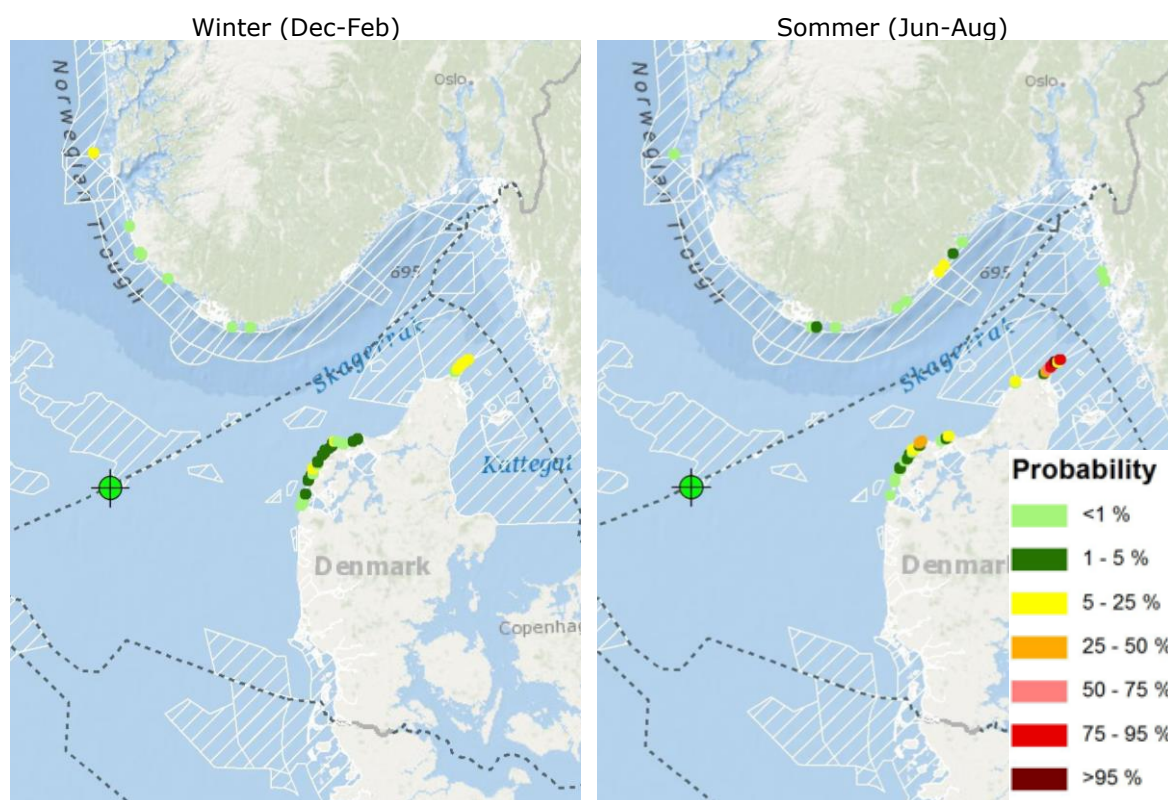
Resources Available		
Tier 1 Resources Local/ INEOS	C & R	One containerized DESMI Speed Sweep 1500 system (swath width 25 m) with an in-built Ro-Skim 1500 skimmer connected to a DOP 250 pump system (nameplate capacity <sup>1</sup> : 100-125 m <sup>3</sup> /hour). The sweep system is operated along with a DESMI Ro-Kite 1500 allowing operation of the sweep system by one vessel. Limitations: Wave height: 3.5mtr, Ocean current: 3kts. Operational temp: -35 to 70degC For additional system details, please refer to Appendix 7 section 3.2.1. The system is stored permanently on <b>Esvagt Innovator</b> - ready for immediate deployment. Esvagt Innovator liquid storage capacity for recovered oil: 1200m <sup>3</sup> The strike team equipment is owned by INEOS.
	Surveillance	Aerial Surveillance by crew change helicopter or support vessels INEOS oil spotter and/or OSRL observer. Drift forecast modelling "Seatrack Web". OSRL oil spill modelling and OSRL Satellite imagery
Tier 2 Resources Regional / National TOTAL	C & R	One containerized DESMI Speed Sweep 1500 system with in-built skimmer (same for Tier 1). The system is stored permanently on <b>Esvagt Dee</b> – ready for immediate deployment. Esvagt Dee liquid storage capacity: 510m <sup>3</sup> One containerized DESMI Speed Sweep 1500 system with in-built skimmer (as for Tier 1). The system is stored on the TOTAL offshore installation <b>Crossway Eagle</b> – in case of mobilization the system it will be loaded on a suitable vessel- preferably Hvilva Fanø -with a 1150 m <sup>3</sup> liquid storage capacity should be nominated. The two strike team systems are owned by TOTAL.
	Surveillance	Aerial Surveillance by crew change helicopter or support vessels + OSRL observer. Drift forecast modelling "Seatrack Web". OSRL oil spill modelling and OSRL Satellite imagery
Tier 3 Resources International OSRL	C&R	OSRL is Tier 3 Provider for INEOS. Appendix 4 and : <a href="#">Readiness Dashboard   Oil Spill Response</a> lists OSRL equipment. OSRL has a variety of booms and skimmer systems including fast sweep systems that can be operated by one vessel. Provision of personnel to operate and manage the incident is a part of the service. 50% shall be made available to INEOS). INEOS will hire suitable vessels of opportunity on the day.
	Surveillance	Aerial Surveillance by crew change helicopter or support vessels + OSRL observer. Drift forecast modelling "Seatrack Web". OSRL oil spill modelling and OSRL Satellite imagery
	Dispersant	Subject to DEPA approval before use. See relevant dispersant chemicals in Appendix 19 OSRL Spray equipment and dispersant stockpile max. 50% of 750 m <sup>3</sup> stockpile. Suitable vessels will be hired on the spot market by INEOS.

**Tabel 13-2 Estimeret mobiliseringstid pr. responsmulighed (INEOS, 2023b).**

Beredskabs- mulighed	Beredskabs niveau			Anslået mobiliseringstid (timer eller dage)	Operationel varighed (dage)
	1	2	3		
Overvågning	✓	✓	✓	>6 timer for niveau 1, 24 timer for niveau 2/3	90
Inddæmning og genvinding	✓	✓	✓	>4 til 16 timer for niveau 1, >9 til 24 timer for niveau 2	90
Overflade dispergeringsmiddel			✓	2 dage (underlagt tilladelse fra miljøstyrelsen)	90
Aflastningsbrønd			✓	90 dage	NA

### 13.1.2 Modelleret spredning af olie fra et blowout uden afværgetiltag

Der er tidligere udført en oliespredningsmodellering fra et blowout uden afværgetiltag for NB-01-brønden på Nini B-plattformen, der ligger 8 km fra Nini A-plattformen. Modelleringsscenariet adresserede et samlet spild på 26.280 m<sup>3</sup> olie over 90 dage (292 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>), der forekommer i enten sommer- eller vinterperioden (Oil Spill Response Ltd, 2018). Det modellerede scenarie er derfor et meget konservativt skøn over den effekt, der kan opstå i tilfælde af en blowout, da frigivelseshastigheden er mindst 3 gange højere end det værste tænkelige scenario for CO<sub>2</sub> injektionsbrønden på Nini A-plattformen. Modellen viser, at størstedelen af olien (>99,5 %) forventes at forblive offshore, mens mindre end 0,5 % når kysten, dog er der høj sandsynligheden for, at olien når visse steder på den danske vestkyst, som angivet i Figur 13-3.

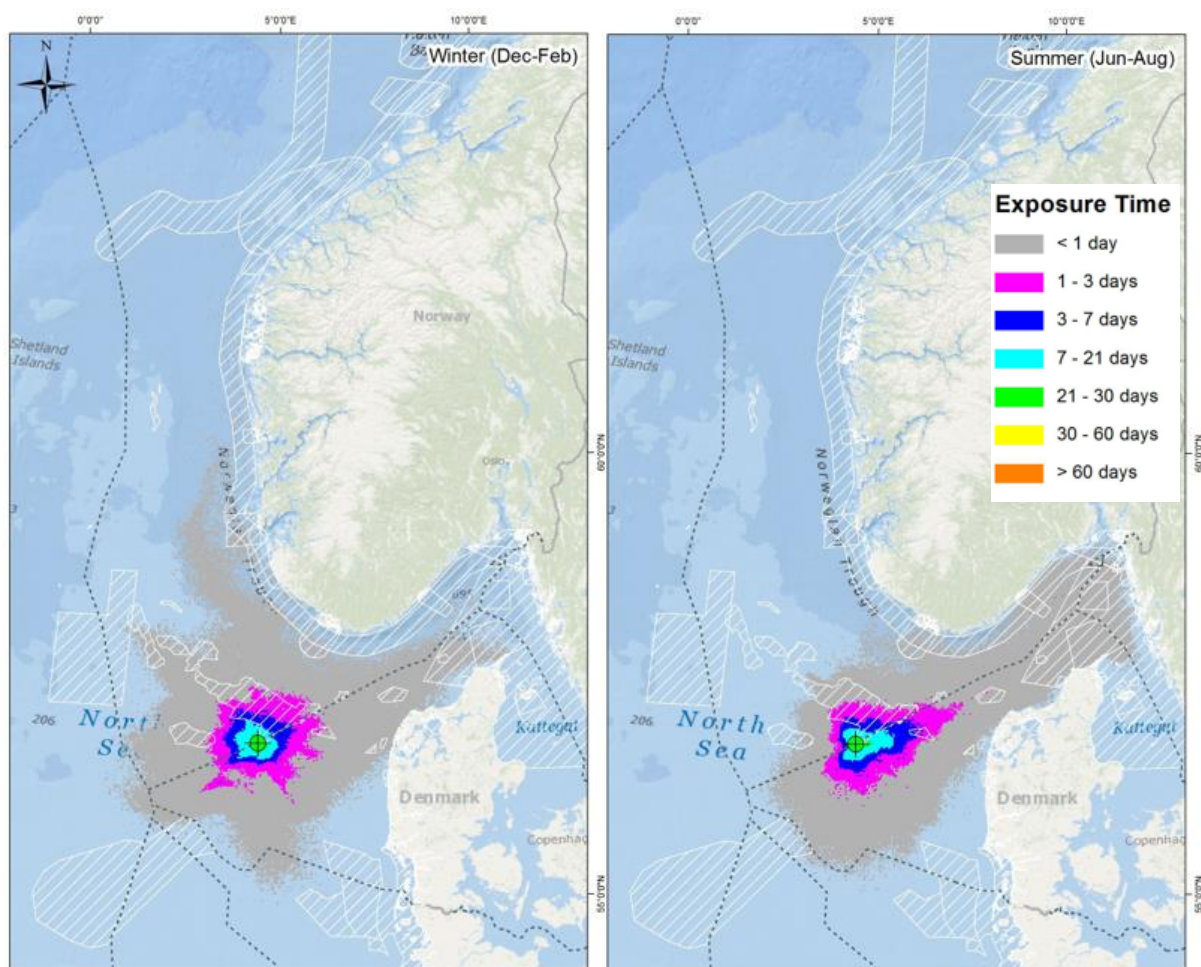


**Figur 13-3 90-dages blowout – sandsynlighed for påvirkning af kystlinjen - vinter (venstre) og sommer (højre) (Oil Spill Response Ltd, 2018)**

Et blowout uden afværgetiltag har i gennemsnit 56% sandsynlighed for at påvirke kystlinjen (let oliedannelse eller mindre forekomst af moderat oliedannelse), hvis udslippet sker om vinteren, men 98 % chance for kystpåvirkning, hvis det sker om sommeren. Danmark og Norge er de eneste to lande, der risikerer kystpåvirkning fra et udslip i begge sæsoner, mens et udslip om sommeren også kan påvirke den svenske kystlinje.

Den samlede koncentration ved overfladen overstiger ikke 250 ppb i nogen af sæsonerne, undtagen i umiddelbar nærhed af blowout stedet. På 30 meters dybde er vandsøjlepåvirkningen begrænset til Danmark og Norge og er overvejende mindre end 50 ppb, undtagen omkring blowoutstedet. På 60 m dybde er vandsøjlepåvirkningen begrænset til et område, der ikke er mere end 30 km fra blowoutstedet og ikke større end 50 ppb (Oil Spill Response Ltd, 2018).

Den maksimale eksponeringstid ved overfladen er vist i Figur 13-4. Eksponeringstiden er under tre dage i et relativt begrænset område i det centrale Nordsø, der dækker danske og norske farvande.



**Figur 13-4 90-dages blowout - Vandsøje - Maksimal eksponeringstid ved 0 m dybde - Vinter (venstre) & Sommer (højre) (Oil Spill Response Ltd, 2018)**

### 13.1.3 Vurdering af olieudslip

Efter et blowout spredes olien med strømmen, og gennemgår samtidigt forskellige en bred proces, herunder fordampning, dispersion, emulgering, opløsning, oxidation, sedimentering og biologisk nedbrydning. Oliekomponenter og deres nedbrydningsprodukter kan påvirke marine og kystnære habitater og arter. Generelt vil de mest alvorlige virkninger fra et olieudslip forekomme, hvis olieforureningen passerer områder med høje koncentrationer af havfugle, eller hvis olien rammer sårbare kystnære farvande og kystlinjer.

En oliekoncentration på 25 ppb anses generelt for at være en tærskel, hvor det mest følsomme marine liv begynder at blive påvirket. Den er baseret på retningslinjer fra den norske olieindustriforening vedrørende virkningerne af akut olieforurening på fiskeæg og larver (Norsk Olje og gass, 2003). 500 ppb er et generelt tærskelniveau, hvor der kan forventes akut toksicitet blandt de fleste marine arter. I det følgende vurderes en modelleret spredning af olie fra et blowout uden implementering af afværgetiltag (afsnit 13.1.2), i forhold til potentielle virkninger på relevante receptorer.

## Luftkvalitet

Fordampning af de lettere fraktioner i olieudslippet vil resultere i, at ca. op til 50% af olien udledes til atmosfæren. Denne oliefordampningsfraktion er imidlertid stærkt afhængig af temperatur, vejrlig og emulsionshastighed. Udslippet kan resultere i dampe, der indeholder olieforurenende stoffer, der kan udgøre en sikkerhedsrisiko. Nini A ligger dog langt fra kystområder, og bemandede platforme ligger mere end 10 km væk. Det vindeksponerede område vil også resultere i, at luftkvaliteten bliver mindre sårbar over for fordampning af oliekomponenter. Det berørte område forventes at være regionalt, da størstedelen af fordampningen vil finde sted umiddelbart efter frigivelsen af olien til havet. Eksponeringsperioden er begrænset til spildvarigheden, og virkningen på luftkvaliteten vil være reversibel. I betragtning af den lave sandsynlighed for, at udslippet opstår, anses den samlede konsekvens for at være **moderat**.

## Vandkvalitet og plankton

10.3 Baseret på tidligere modellering af oliespild forventes den samlede koncentration af olie ved overfladen ikke at overstige 250 ppb undtagen omkring frigivelsesstedet. På 30 meters dybde er vandsøjlepåvirkningen begrænset til Danmark og Norge og er overvejende mindre end 50 ppb, undtagen omkring frigivelsesstedet. På 60 m dybde er vandsøjlepåvirkningen begrænset til et område, der ikke er mere end 30 km fra frigivelsesstedet og ikke større end 50 ppb. Påvirkningen af vandkvaliteten og plankton vurderes derfor at omfatte et område svarende til en størrelsesorden af regionalt til international karakter. Mens intensiteten af påvirkningen potentielt vil være høj på planktonproduktionen, er varigheden af påvirkningen generelt begrænset til spildperioden, dvs. resultere i en kort til medium varighed. Vandsøjlen i denne del af Nordsøen og især Skagerrak-området er udsat for stærk strøm, der vil resultere i hurtig fortynding af olien og tilhørende forurenende stoffer. Effekten på vandkvaliteten og planktonproduktionen er reversibel. Den samlede konsekvens af virkningen vurderes at være **moderat**. Der er dog en lille risiko for hændelse.

## Sedimenter og bundfauna

Som nævnt ovenfor fordamper det meste af olien, men sedimentering af olie bliver en vigtig faktor, især efter de første 20 dage af udslippet, hvilket resulterer i øget ophobning af olie på havbunden i strømretningen.

Havbundens habitater, flora og fauna påvirkes afhængigt af omfanget af oliesedimentering i området og følsomheden af den tilknyttede flora og fauna. Sårbarheden af sandbanker under havoverfladen og den tilhørende fauna vurderes at være lav til medium. Sedimentering vil forekomme i et regionalt til internationalt område, og intensiteten af virkningen vil være **medium**. Biota er tilpasset naturlige resuspension og ændringer i miljøet. Olieforureningerne vil blive blandet med sedimentet over tid, og en naturlig biologisk nedbrydningsproces vil finde sted. Påvirkningens reversibilitet er uklar og vil være meget områdespecifik og meget afhængig af udslippets omfang.

Fauna forbundet med rev er mere sårbare over for sedimentering af olie, da den er kendetegnet ved epibioniske arter, dvs. arter, der befinder sig på overfladen af sediment og revstrukturer. Stenrev findes i udpegede Natura 2000-områder som beskrives i afsnit 10.6.1. Det nærmeste Natura 2000-område, med stenrev på udpegningslisten, ligger ca. 70 km væk fra frigivelsesstedet, og intensiteten af oliesedimentationen og virkningen vurderes at være **moderat**. Påvirkningen vil i nogle tilfælde ikke være reversibel, og den samlede konsekvens vurderes at være moderat for mere følsomme naturtyper som rev. Høj påvirkning kan forekomme lokalt for nogle biota, men med lav forholdsvis lav sandsynlighed.

## Havfugle

Havfugle er oftest meget sårbare over for olieudslip, da de regelmæssigt er i kontakt med overfladevand. Kontakt med olie påvirker opdriften og fjerdragstens isolerende kvalitet. Fugle der indsmøres i olie, vil normalt dø af kulde, sult eller drukne. Selv meget små pletter af olie kan være dødelige, især om vinteren. Havfugle, der opholder sig på havoverfladen i længere perioder, er mest udsatte, men alle typer havfugle kan blive påvirket (Troisi et al., 2016). Tærsklen for emulsionstykkelse, der betragtes som skadelig for fugle, er 1  $\mu\text{m}$  (French-McCay, 2009). Eksponering over denne tærskel vil føre til virkninger såsom overførsel af olie til æg, hvilket reducerer udklæknings succes. Emulsionstykkelse på mere end 10  $\mu\text{m}$  kan føre til øjeblikkelig dødelighed.

I tilfælde af et blowout ved Nini A vil olien muligvis blive transporteret med strømmen mod nordøst og passere de internationalt vigtige fugleområder i den nordøstlige del af Nordsøen.

Det berørte område er vigtigt for måger og alkefugle, dvs. hovedsagelig lille søkonge, men også lomvie og alk (Skov et al., 1995, 2007). Alkefugle er særligt sårbare over for olieudslip, da de tilbringer det meste af deres tid på havoverfladen. Fuglene er særligt sårbare om vinteren, hvor de fleste arter samles i større grupper. Det anslås, at omkring 1 million fugle er til stede i Nordsøen om vinteren (Skov et al., 2007). Den nordlige del af den danske eksklusive økonomiske zone i Nordsøen betragtes som et moderat vigtigt område for havfugle (Skov et al., 2007).

Emulsionstykkelsen ved overfladen forventes at være mindre end 5  $\mu\text{m}$  i det meste af det potentielt påvirkede område, mens emulsionstykkelsen over 5  $\mu\text{m}$  vil være begrænset til områder tættere på blowoutstedet. Den forventede eksponeringstid i områder med emulsionstykkelse over 5  $\mu\text{m}$  vil overvejende være begrænset til mindre end tre uger, undtagen områder tæt på blowoutet (Figur 13-4). Vigtige fugleområder i og umiddelbart ud for Vadehavet vil ikke blive berørt.

Sammenfattende er havfugle meget sårbare over for et større olieudslip. Virkningen vil hovedsageligt være lokal, men kan have en regional til international effekt afhængigt af vejr og strømretning. Varigheden af virkningen er kort til medium. Sandsynligheden for en sådan blowout-hændelse er lav, og den samlede konsekvens af virkningen vurderes at være **høj**.

## Havpattedyr

Olie fra et blowout kan ramme områder, hvor marsvin, vågehval, hvidnæse, gråsæl eller spættet sæl kan forekomme, se afsnit 10.5.4. Hvaler og sæler er generelt mindre sårbare over for olieudslip end fugle (dvs. tærsklen for sæler anslås til en olieemulsionstykkelse på 10  $\mu\text{m}$ , mens tærsklen for hvaler er 100  $\mu\text{m}$  (French-McCay, 2009).

### Hvaler

Man ved relativt lidt om oliens effekt på hvaler (hvaler, delfiner og marsvin) sammenlignet med f.eks. havfugle, men baseret på sparsomme registreringer af hvaldødelighed i forbindelse med olieudslip antages det, at et olieudslip kun kan påvirke et lille antal hvaler. Den mest umiddelbare trussel er indånding af fordampede giftige komponenter fra olieforureningen på havoverfladen, hvis de dukker op ved overfladen for at trække vejret. Denne risiko er størst nær blowoutstedet, fordi giftige dampe fordamper og spredes relativt hurtigt. Ved indånding af koncentrerede dampe kan slimhinder blive betændt, lungerne kan blive overbelastede, og der kan opstå lungebetændelse. Indåndede dampe fra olie kan ophobes i blod og andet væv, hvilket kan føre til leverskade og neurologiske lidelser. Da marsvin er afhængige af spæk til isolering, synes deres termoregulerende evne ikke alvorligt hæmmet af kontakt med olie (Helm et al., 2015).

Hvaler i den centrale del af Nordsøen kan blive påvirket i forbindelse med et blowout ved Nini A. Olieforureningen under et blowout transporteres dog i en relativt smal fane med strømretningen, og hvaltætheden er relativt lav, se afsnit 10.5.4.

Emulsionstykkelse over 100 µm forventes kun i umiddelbar nærhed af blowoutstedet. Den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes at være **moderat**.

### Sæler

Sæler kan blive påvirket af direkte kontakt med olie på forskellige måder. Olie kan dække hele eller dele af deres kropsoverflade, og de kan indånde giftige dampe af kulbrinter, som påvirker deres lunger. Derudover kan de indtage olie direkte eller indtage olieforurenede bytte. Da sæler er afhængige af spæk til isolering, vil deres termoregulerende evne generelt ikke at være alvorligt hæmmet af kontakt med olie. Observationer tyder imidlertid på, at nogle individer kan blive så indkapslet i olie, at de ikke er i stand til at svømme og efterfølgende druknede. Derudover tyder observationer også på, at øjne, mundhule, åndedrætsoverflader og urogenitale overflader er særligt følsomme overfor kontakt med olie (Helm et al., 2015).

Det kan ikke udelukkes, at sæler i den centrale del af Nordsøen kan blive påvirket. Som nævnt ovenfor er det område, der er berørt af emulsionstykkelse over 10 µm, imidlertid begrænset til området i nærheden af blowoutet, og eksponeringstiden for en sådan koncentration vil generelt være mindre end tre uger. Sæler er relativt sjældne i den centrale del af Nordsøen, og da den største koncentration af sæler findes i kystområder, der er mindre tilbøjelige til at blive påvirket af høje koncentrationer af olie. Det er derfor ikke sandsynligt, at en potentiel olieforurening af det modellerede blowout vil påvirke sælbestanden i Nordsøen væsentligt.

Sammenfattende er sæler mindre sårbare over for et større olieudslip, hvilket resulterer i påvirkning med medium intensitet. Det forventes, at havpattedyr vil forlade områder, der er udsat for olieudslippet. Virkningen vil hovedsageligt være lokal, men kan have en regional til international effekt afhængigt af vejr og nuværende retning. Varigheden af påvirkningen er kort til medium. Sandsynligheden for en blowout-hændelse er lav, og den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes at være **moderat**.

### **Fisk**

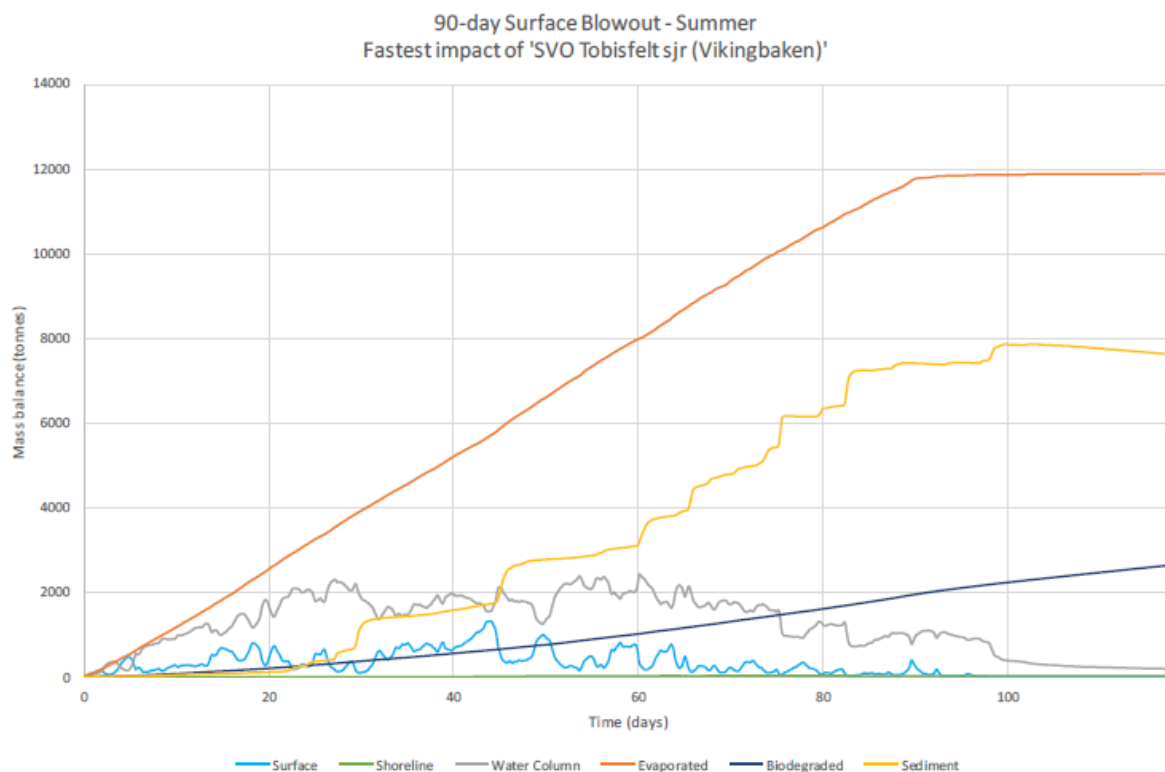
Fiskeæg og larver betragtes som de mest følsomme livsstadier af fisk med hensyn til akutte påvirkninger fra olieudslip. Den norske olieindustriforening bruger 25 ppb som den koncentration, hvormed fisk, æg og larver og andre følsomme marine organismer begynder at blive påvirket af oliekomponenter (Norsk Olje og gass, 2003).

Risikoen for overfladeoliekoncentrationer over 25 ppb, der kan påvirke fisk, æg og larver, vil være til stede i overfladevandet inden for det meste af den danske Nordsø og langs Norges sydkyst. Æg og/eller larver af torsk, makrel, rødspætte, sild og tobis, der kan forekomme i dette område, kan derfor blive påvirket. Eksponeringen er dog begrænset til et par dage undtagen i nærheden af blowoutet.

Der er derfor en lille risiko for, at larver i de vigtige opvækstområder for larver af torsk, hvilling, sperling og kuller ved den produktive hydrografiske front i den nordøstlige del af Nordsøen vil blive væsentligt påvirket af et blowout.

Vigtige gydepladser for tobis findes i Norge ved det udpegede SVO-område Vikingebanken, der ligger 11 km fra Nini-A-plattformen. Det er næsten sikkert, at området vil blive påvirket i tilfælde af det modellerede blowout-scenarie. Emulsionstykkelsen kan have en tykkelse på 5 - 50 µm og en

samlet maksimal koncentration på 250 ppb. På havbunden forventes den maksimale oliekoncentration at være 25-50 ppb i dette område.



Figur 13-5 Massebalance for et worst-case overflade blowout om sommeren (Oil Spill Response Ltd, 2018).

Både sild og tobis er demersale gydere, og æggene befinder sig på havbunden. Æggene kan derfor blive påvirket i nærheden af blowoutstedet inkl. tobisens gydepladser ved Vikingebanken i Norge i gydesæsonen. Figur 13-5 indikerer, at størstedelen af olien fordamper, men sedimentering af olie bliver en vigtig faktor, især efter de første 20 dage af udslippet, hvilket kan resultere i øget akkumulering af olie på havbunden i strømrretningen.

Når æggene klækkes, vil larverne overvejende være til stede, hvor koncentrationen af dyreplankton er højest, hvilket forventes at være i den midterste vandsøjle eller tættere på havbunden. På 30 meters dybde forventes den lokale maksimale oliekoncentration at være mere end 100 ppm ved Vikingebanken, og det meste af påvirkningsområdet vil blive udsat for oliekoncentrationer på 25-70 ppm. Der er derfor potentiel risiko for akut toksisk påvirkning i blowout-perioden.

På baggrund af det modellerede olieudslip kan det derfor ikke udelukkes, at blowoutet kan påvirke fiskebestandene af gydende fiskearter i nærheden af blowoutet (op til ca. 20 km væk) som følge af øget dødelighed blandt fiskeæg og larver.

Kort sagt er fiskeæg og gydesteder meget sårbare over for et større olieudslip, hvilket resulterer i høj intensitetspåvirkning. Virkningen vil hovedsageligt være lokal, men kan have en regional til international effekt afhængigt af vejr og strømrretning. Selv om virkningen har kort til medium varighed, kan der være en samlet langsigtet effekt på bestandens rekruttering af tobis i området. Sandsynligheden for en sådan blowout-hændelse er lav, og den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes at være **høj**.

## Påvirkninger fra olie strandet på kyststrækninger

Olie, der strander på kyster, giver ofte anledning til bekymring, fordi den kan påvirke følsomme kysthabitater og vigtige socioøkonomiske forhold. Desuden kan rengøring af olierede strande være dyrt. Kystlinjernes sårbarhed over for olieudslip varierer betydeligt afhængigt af naturtypernes sårbarhed og muligheden oprensning efter et olieudslip.

Modelleringen viser, at i tilfælde af et blowout med overfladeudslip om sommeren, kan olien strande på strande langs vestkysten af Vendsyssel og Thy (sandsynlighed 1-25%) (Figur 13-3). Olie kan også strande på Norges sydkyst (sandsynlighed 1-50%) og i et meget lille område i den nordlige del af den svenske Skagerrak-kyst (sandsynlighed mindre end 1%). Oliepåvirkning af den norske sydkyst og den svenske kyst vil for det meste være let, hvilket indikerer en oliekoncentration på 0,1-1 liter/m<sup>2</sup> og tykkelse på 0,1-1 mm.

Den højeste sandsynlighed for oliestranding er 5-95% omkring Danmarks nordspids ved Skagen-området. Langs de berørte danske kyster vil graden af oliepåvirkning kun være let til moderat, hvilket indikerer en oliekoncentration på 1-10 liter/ m<sup>2</sup> og en tykkelse på 1-10 mm.

De danske kyster i risiko for strandet olie omfatter åbne, let skrånende sandstrande, der typisk har en lavere miljømæssig produktivitet og ikke er særlig sårbare over for olie, samt områder inden for Natura 2000-netværk, der indeholder sårbar natur og beskyttede arter. Derfor vil den potentielle miljømæssige påvirkning af strandet olie i høj grad være afhængig af hvilke områder der påvirkes. Derudover trænger olien ikke let ind i sandede strandområder, hvilket letter mekanisk fjernelse for disse kystområder. Da drifttiden fra Nini A til kysten vil være mere end 20 dage, vil den strandede olie for det meste være i form af tjærekugler. De mest forurenende komponenter er fordampet, og emulgering og dispersion er næsten afsluttet efter cirka en uge, hvilket kun efterlader hårdt nedbrydelige oliekomponenter, der kan danne tjærekugler ved bølgepåvirkninger. Tjærekugler er lettere at fjerne på sandstrande sammenlignet med mindre forvitret olie. Effekten på kystnære biota er derfor også begrænset. Den strandede olie i sommerperioden kan dog være til gene for strandgæster og turister.

De biologisk højproduktive tidevandszoner og marskområder i Vadehavet i den sydlige del af den danske kyst vil ikke blive påvirket.

De norske og svenske kyster, der kan blive ramt af olie, er klippekyster, der er mere følsomme over for olieudslip sammenlignet med de danske sandstrande. Men med en driftstid på 30 dage til mere end 60 dage vil det meste af olien være i form af tjærekugler, som er betydeligt mindre skadelige, da olien ikke længere er så klæbrig eller giftig.

Den samlede sandsynlighed for kystlinjepåvirkning af et blowout uden implementering af afværgetiltag varierer mellem 80-98% for henholdsvis vinter- og sommerudslip. Oliering langs kystlinjen vil sandsynligvis variere mellem meget let og moderat påvirkning, som defineret af ITOPF's anerkendelse af "shoreline oiling" retningslinjer (ITOPF, 2002, 2019).

Under worst-case metocean-forhold vil den hurtigste påvirkning på kysten i Danmark ske i løbet af to til tre uger. Kystlinjepåvirkning kan også forekomme i Norge (efter tre uger) og Sverige (efter fire uger). Der vil ikke være nogen kystlinjepåvirkning i Storbritannien, Tyskland eller Holland.

## Samlet vurdering

På baggrund af vurderingen af det modellerede blowout-scenarie uden implementering af afværgetiltag gives en oversigt over mulige påvirkninger, se Tabel 13-3. Påvirkningen er regional til international, da olien kan sprede sig til norske, svenske og danske kyster.

Påvirkningsintensiteten og sandsynligheden er meget konservativ, da det modellerede scenarie anvender en daglig spildmængde på 292 m<sup>3</sup> over 90 dage, hvorimod det forventede worst-case scenarie fra *Projekt Greensand Future* er mindre end 100 m<sup>3</sup> pr. dag med en anslået mobiliseringstid inden for 24 timer. Sandsynligheden for hændelsen er lav.

**Tabel 13-3 Resumé af vurdering fra olie blowout fra Nini A-plattformen**

Receptor	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
<b>Klima og luft</b>	Lav	Regional	Medium	Kort	Moderat
<b>Vandkvalitet</b>	Medium	International	Høj	Kort	Moderat
<b>Sediment forhold</b>	Medium	International	Høj	Medium	Høj
<b>Plankton</b>	Lav	International	Høj	Medium	Moderat
<b>Bentisk fauna</b>	Medium	International	Høj	Medium	Høj
<b>Fisk</b>	Medium	International	Høj	Medium	Høj
<b>Havpattedyr</b>	Lav	International	Høj	Medium	Moderat
<b>Havfugle</b>	Høj	International	Høj	Medium	Høj

#### 13.1.4 Påvirkninger på Natura 2000 og beskyttede områder

Tabel 13-4 giver et overblik over de nærliggende Natura 2000-områder og andre beskyttede områder, der kan være i fare for at blive påvirket af et olieudslip uden implementering af afværgetiltag (Oil Spill Response Ltd, 2018). Risikoen og ankomsttiderne er baseret på et spildscenarie uden afværgetiltag, der varer 90 dage med en mængde, der er tre gange højere end et worst-case udslip fra *Projekt Greensand Future*. De konsekvensanalyser, der præsenteres i tabellen, må derfor betragtes som konservative, og risikoen for virkninger er betydeligt lavere.

Tabel 13-4 Sammenlægning af vurderingen af Natura 2000-områder i forbindelse med potentielt blowout fra Nini A-plattformen

Natura 2000 Kode/navn	Udpegede marine arter og naturtyper	Vurdering af påvirkningerne fra et blowout ved Nini A	Sandsynlighed for påvirkning (øverst), mindste ankomsttid (P100) (midten) og 95. percentil (P95) ankomsttid (nederst)		Afstand til projektområde
			Vinter (Dec-Feb)	Sommer (Jun-Aug)	
Denmark					
DK00VA257 Jyske Rev, Lille-fiskerbanke	1170 Rev 1351 Marsvin	En vis risiko for påvirkning af revet  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin	100 % 2 dage, 0 timer 2 dage, 11 timer	100 % 2 dage, 6 timer 2 dage, 18 timer	71 km
DK00VA258 Store rev	1170 Rev 1351 Marsvin	En vis risiko for påvirkning af revet  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin	100 % 5 dage, 12 timer 9 dage, 18 timer	100 % 7 dage, 15 timer 10 dage, 9 timer	259 km
DK00VA259 Gule rev	1170 Rev 1351 Marsvin	En vis risiko for påvirkning af revet  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin	100 % 3 dage, 12 timer 5 dage, 12 timer	100 % 5 dage, 0 timer 6 dage, 6 timer	171 km
DK00FX112 Skagens Gren og Skagerrak	1110 Sandbanker, der hele tiden er let dækket af havvand 1180 Undersøiske konstruktioner fremstillet af udsvivende gasser 1351 Marsvin 1365 Spættet sæl	En vis risiko for påvirkning af sandbanker og undersøiske strukturer  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin og spættet sæl	100 % 7 dage, 3 timer 11 dage, 23 timer	100 % 9 dage, 9 timer 12 dage, 6 timer	270 km
DK00VA301 Lønstrup Rødgrund	1170 Rev 1351 Marsvin	Mindre risiko for påvirkning af rev  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin	51 % 13 dage, 6 timer 37 dage, 9 timer	97 % 12 dage, 21 timer 16 dage, 23 timer	270 km
DK00VA348 Thyborøn Stenvolde	1170 Rev 1351 Marsvin	Mindre risiko for påvirkning af rev	82 % 10 dage, 12 timer 19 dage, 15 timer	100 % 6 dage, 18 timer 11 dage, 2 timer	142 km

Natura 2000 Kode/navn	Udpegede marine arter og naturtyper	Vurdering af påvirkningerne fra et blowout ved Nini A	Sandsynlighed for påvirkning (øverst), mindste ankomsttid (P100) (midten) og 95. percentil (P95) ankomsttid (nederst)		Afstand til projektområde
			Vinter (Dec-Feb)	Sommer (Jun-Aug)	
		Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin			
DK00EX023 Agger Tange	19 forskellige arter af havfugle, herunder arter af terner, ænder og vadefugle.	Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på fugle	15 % 18 dage, 18 timer 48 dage, 5 timer	3 % 13 dage, 15 timer n/a	178 km
DK00VA340 Sandbanker ud for Thyborøn	1110 Sandbanker, der hele tiden er let dækket af havvand  1351 Marsvin	Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på sandbanker  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin	75 % 13 dage, 0 timer 22 dage, 0 timer	95 % 8 dage, 12 timer 14 dage, 12 timer	162 km
DK00VA347 Sydlige Nordsø	1110 Sandbanker, der hele tiden er let dækket af havvand 1351 Marsvin 1364 Gråsæl 1365 Spættet sæl <i>Gavia stellata</i> , <i>Gavia arctica</i> , <i>Hydrocoloeus minutus</i>	Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på sandbanker  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin, spættet sæl og gråsæl  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på fugle	41 % 29 dage, 6 timer 36 dage, 17 timer	13 % 14 dage, 0 timer 32 dage, 0 timer	147 km
<b>Germany and Netherlands</b>					
DE1003301 Dogger Bank	1110 Sandbanker, der hele tiden er let dækket af havvand 1351 Marsvin 1365 Spættet sæl Mallemuk Sildemåge Sule Rissa Lomvie	Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på sandbanker  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin, spættet sæl og gråsæl  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på fugle	56 % 36 dage, 18 timer 45 dage, 9 timer	22 % 13 dage, 6 timer 21 dage, 0 timer	121 km
NL2008001 Dogger Bank	1110 Sandbanker, der hele tiden er let dækket af havvand 1351 Marsvin 1364 Gråsæl 1365 Spættet sæl	Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på sandbanker  Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin, spættet sæl og gråsæl	9 % 43 dage, 12 timer 104 dage, 6 timer	5 % 18 dage, 18 timer n/a	156 km

Natura 2000 Kode/ navn	Udpegede marine arter og naturtyper	Vurdering af påvirkningerne fra et blowout ved Nini A	Sandsynlighed for påvirkning (øverst), mindste ankomsttid (P100) (midten) og 95. percentil (P95) ankomsttid (nederst)		Afstand til projektområde
			Vinter (Dec-Feb)	Sommer (Jun-Aug)	
		Ubetydelig risiko for skadelige virkninger på fugle			

### Påvirkning på danske Natura 2000-områder

I tilfælde af blowout er flere Natura 2000-områder i risiko for olieforurening alt afhængig af afstanden fra blowoutet og placeringen i forhold til den dominerende strømretning. Områderne kan grupperes ud fra sandsynligheden for at blive påvirket, koncentration af olie, samt eksponeringstiden. Grundlaget for udpegningen af disse Natura 2000-områder er anført i Tabel 13-3. Tabellen giver også et overblik over vurderingerne af påvirkninger af naturtyper og habitatarter i områderne.

DK00VA257, Lille Fiskebanke, DK00VA258, Store rev, DK00VA259, Gule Rev og DK00FX112, Skagens Gren og Skagerrak er de nærmeste danske Natura 2000-områder i olieudslippets retning. Der er relativt stor sandsynlighed for, at disse steder vil blive påvirket af et blowout-udslip.

Eksponeringstiden vil overvejende være begrænset til mindre end én dag og op til tre dage ved overfladen (Figur 13-4). Der er en risiko for oliesedimentering og dermed påvirkning af havbundens levesteder og den tilknyttede flora og fauna, men kun en ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin og sælbestande i disse områder som beskrevet i afsnit 13.1.3.

DK00VA301, Lønstrup Rødgrund, og DK00VA348, Thyborøn stenvolde, ligger uden for den dominerende strømretning og i ret stor afstand fra Nini A. Risikoen for at området påvirkes af olie, er derfor mindre end de ovennævnte beskyttede områder. Det vurderes derfor, at der vil være en mindre risiko for påvirkninger af rev og ubetydelig risiko for skadelige påvirkninger af marsvin.

DK00VA340, Sandbanker ud for Thyborøn, ligger også uden for den dominerende strømretning og med i stor afstand fra Nini A. Risikoen for, at området rammes af olie, er derfor mindre end de ovennævnte beskyttede områder, og drivtiden varierer fra 8 dage til mere end 22 dage. Det vurderes, at der vil være en ubetydelig risiko for påvirkninger af sandbanker og ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin.

DK00VA347, Sydlige Nordsø, ligger uden for den dominerende strømretning og den mest sandsynlige retning for oliespildet. Udpegning af levesteder og arter omfatter 1110 Sandbanker, der er let dækket af havvand hele tiden, 1351 Marsvin, 1364 Gråsæl, 1365 Spættet sæl og havfugle (*Gavia stellata*, *Gavia arktis*, *Hydrocoloeus minutus*). Risikoen for, at området påvirkes af olie, er derfor lille, og drivtiden varierer fra 14 dage til mere end 36 dage. Det vurderes, at der vil være en ubetydelig risiko for påvirkninger af sandbanker og ubetydelig risiko for skadelige virkninger på marsvin og sæler. Der vil være en ubetydelig risiko for oilering og dødelighed på fugle i disse områder baseret på den vurdering, der er beskrevet i afsnit 13.1.3.

### Påvirkninger på tyske og hollandske Natura 2000-områder syd-sydøst for Nini A

I tilfælde af et blowout er der lav sandsynlighed for, at de tyske og hollandske Natura 2000-områder syd-sydvest for Nini A påvirkes af oliespildet (1-5 %). Den tyske DE-1003301, Doggerbank, ville have en eksponeringstid på mindre end en dag, mens de maksimale oliekoncentrationer ved overfladen ville nå op på 25-50 ppm. Det hollandske NL2008-001, Doggerbank, har også lav sandsynlighed for at blive påvirket. Grundlaget for udpegningen af området er naturtypen 1110 Sandbanker og naturtyperne 1351 Marsvin, 1365 Spættet sæl og 1364 Gråsæl. Potentielle virkninger relateret til virkninger på havpattedyr er beskrevet i afsnit 13.1.3.

Der vil være en ubetydelig risiko for sedimentering af olie på naturtypen 1110 Sandbanker, hvilket påvirker det bentiske infaunasamfund, der er blevet karakteriseret som et *Bathyporeia-Fabulina* (Amphipod-Tellina) samfund, med krebsdyret *Bathyporeia elegans* og børsteormene *Spiophanes bombyx* og *Spio decorata* som karakteristiske arter.

### Konsekvenser for norske SVO'er

Tabel 13-5 Tabel 13-5 viser, at det er meget sandsynligt (75-95 %), at norske SVO'er nord for Nini A-plattformen kan blive påvirket af et blowout uden implementering af afværgetiltag (Oil Spill Response Ltd, 2018). SVO'erne "Vikingbanken" og "Tobisfelt" er gydeområder for makrel og tobis fra maj til juli. Den potentielle påvirkning af fisk er beskrevet i afsnit 13.1.3. En koncentration af olie i disse områder over 25 ppb, er skadelige for fiskeæg og larver, og der er derfor risiko for påvirkning i gydeperioden. .

**Tabel 13-5 Resumé af vurdering af nærliggende beskyttede områder i forbindelse med potentiel blowout-hændelse fra Nini A-plattformen.**

Beskyttet område	Art	Vurdering af virkningerne af et blowout ved Nini A	Sandsynlighed for påvirkning (øverst), kortest ankomsttid (P100) (midten) og 95. percentil (P95) ankomsttid (nederst)		Afstand til projekt-område
SVO Tobisfelt (Vikingebank)	Gydeområde for makrel og tobis	Betydelig risiko for skadelige virkninger af tobis gydepladser	100%	100%	11 km
	Sårbart område for alvier ( <i>Uria aalge</i> ) og mallemukker ( <i>Fulmarus glacialis</i> )				
	0 dage, 3 timer		0 dage, 3 timer		
			0 dage, 5 timer	0 dage, 3 timer	

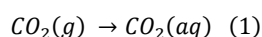
Desuden er tobisfelt et værdifuldt levested for lomvier (*Uria aalge*) og mallemukken (*Fulmarus glacialis*) fra april til december. Der vil således være risiko for oliering og dødelighed af fugle i disse områder som beskrevet i afsnit 13.1.3.

### 13.2 CO<sub>2</sub>-udslip

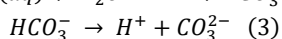
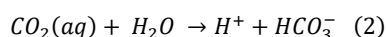
CO<sub>2</sub> kan utilsigtet udledes i forbindelse med driften af *Projekt Greensand Future*. Disse tre scenarier vurderes i det følgende:

- **Blowout** - Høj udslipshastighed og kort varighed: Blowout fra en brønd under eller efter injektionsfasen er defineret som uventet hændelse der resulterer i frigivelse af en del af den injicerede CO<sub>2</sub> sammen med olie og vand fra reservoiret.
- **Leakage fra reservoir** - Lav udslipshastighed og lang varighed: Sandsynligheden for CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret forventes at være lav, og de eventuelle påvirkninger forventes at være begrænset til havbunden, da frigivelsen af små CO<sub>2</sub>-gasbobler hurtigt opløses.
- **Leakage fra offloading system** - Høj udslipshastighed og kort varighed: Sandsynligheden for CO<sub>2</sub>-lækage fra et utilsigtet brud på slangen under offloading er lav.

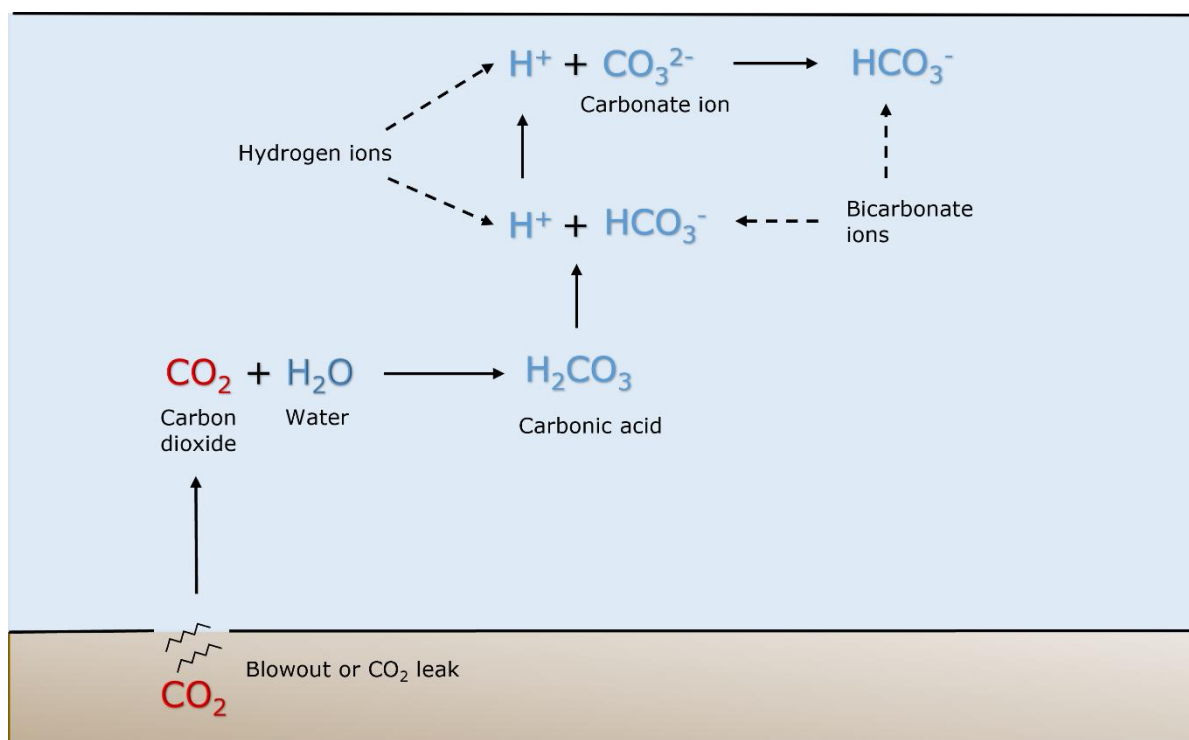
Når CO<sub>2</sub>-gas frigives til vandet, enten som følge af et blowout fra injektionsbrønden eller fra en lækage, ændres de kemiske og fysiske forhold hurtigt. Kemien er kompliceret i havvand og involverer en række forskellige syre-base reaktioner. Det underliggende system er karbonatsystemet. Det første der sker, når CO<sub>2</sub>-gassen kommer ud i vandet, er at CO<sub>2</sub>(g)-gassen opløses i vand:



CO<sub>2</sub> (aq) hydreres til kulsyre (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), denne reaktion er langsommere end ioniseringen til karbonat og bikarbonat-ioner:



Efter at den opnået en ny ligevægtstilstand i havvandet, findes  $\text{CO}_2$  i forskellige former for opløst uorganisk kulstof (DIC) som opløst kuldioxid, bikarbonat-ion, og karbonat-ion. Den generelle antagelse er at  $<1\%$  er til stede som opløst uioniseret kuldioxid ( $\text{CO}_2$ ), ca.  $90\%$  som bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) og ca.  $10\%$  er til stede som karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) i havet. Den relative fordeling afhænger af havvandets pH, partialtrykket og saltholdigheden og uorganisk indhold generelt (Dickson, 2010). Karbonatsystemet i havvand er illustreret i Figur 13-6. Som vist på figuren frigiver kulsyren ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )  $\text{H}^+$  og danner bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ). Bufferreaktioner i havvand spiller en vigtig rolle for at opretholde havvandets pH, dette styres hovedsageligt af det beskrevne karbonatbuffersystem, og mindre  $\text{CO}_2$ -lækage forventes derefter kun at have en lokal effekt på pH-værdien i vandet, fordi overskydende  $\text{H}^+$  reagere med karbonat i systemet.



**Figur 13-6 Illustration af de kemiske reaktioner som følge af en  $\text{CO}_2$ -lækage fra reservoiret. Den relative fordeling af de uorganiske komponenter i karbonatsystemet afhænger af havvandets pH. Figuren er ændret fra (Center for Environmental Visualizations, 2014)**

### 13.2.1 Blowout

Hvis der opstår et blowout under eller efter injektionsfasen, vil dette resultere i frigivelse af den injicerede  $\text{CO}_2$  sammen med olie (diskuteret i afsnittet 13.1) og vand fra reservoiret. Et  $\text{CO}_2$ -blowout kan forekomme enten ved brøndhovedet på oversiden af platformen eller ved havbunden. Et blowout ved brøndhovedet betragtes som en arbejdsmiljø- og klimarisiko, mens et blowout på havbunden behandles som en miljø- og klimarisiko. Følgende beskrivelse af miljørisici forbundet med et blowout er således relateret til et blowout på havbunden.

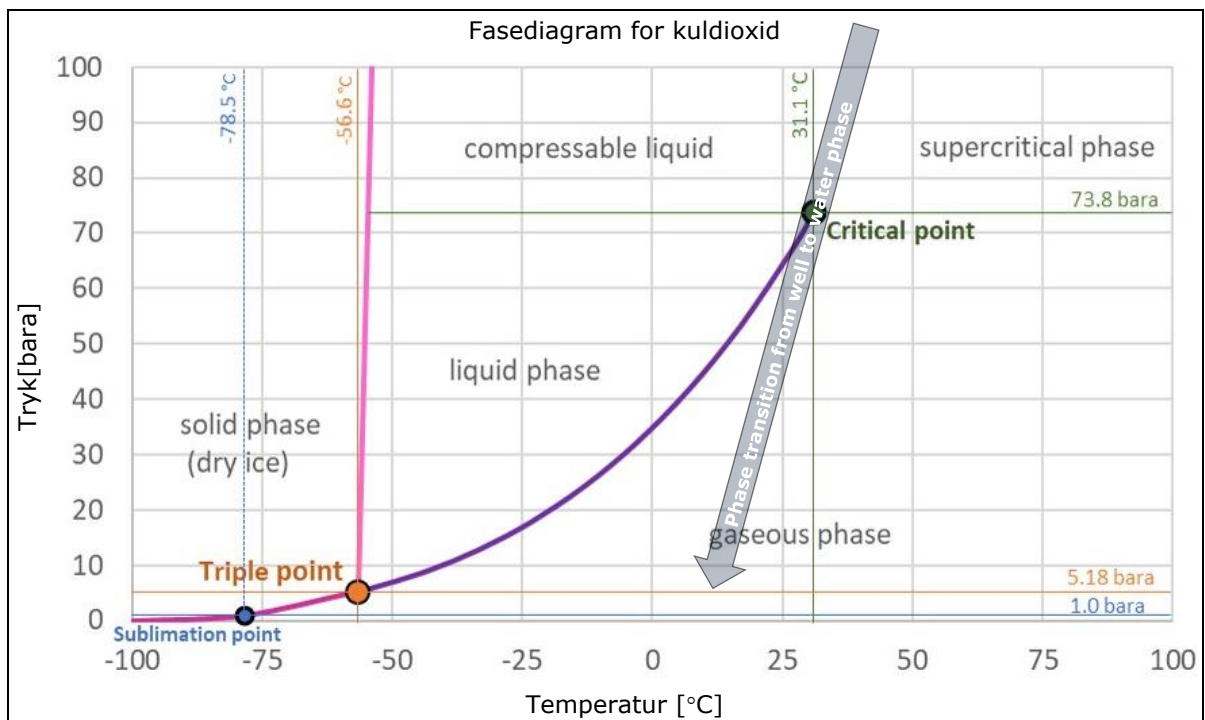
For at vurdere de potentielle virkninger i forbindelse med et  $\text{CO}_2$ -blowout, er der defineret et worst-case-scenario (Tabel 13-6). Scenariet er baseret på blowout fra Nini West-reservoiret under forudsætning af en samlet lagerkapacitet på 10 millioner tons (MT)  $\text{CO}_2$  (DHI, 2023). Projekt Greensand Future har dog kun af en samlet kapacitet på 2,4 MT, og derfor vileventuelle effekterne fra utilsigtede  $\text{CO}_2$ -udslip f være noget lavere end præsenteret i det følgende.

Reservoirmodellering af langtidseffekterne fra CO<sub>2</sub> injektion viser at frifase-CO<sub>2</sub> udgør den største fraktion af CO<sub>2</sub> efter 8 års fuldskalainjektion, mens en mindre fraktion vil være opløst i saltlagen. Ved +10 år efter injektionens afslutning forventes fraktionen af frifase-CO<sub>2</sub> at falde, og på det tidspunkt vil den største del af CO<sub>2</sub>'en blive fastholdt enten opløst i saltlagen eller mineraliseret som f.eks. karbonater. Intensiteten af påvirkningen fra et blowout vil således falde i perioden efter injektionens afslutning, og de scenarier, der præsenteres her, vil kun være gyldige som worst-case-scenarie indenfor den definerede tidsramme.

**Tabel 13-6 Worst case blowout frigivelseshastigheder ved brøndhovedet og temperatur & tryk i reservoiret (DHI, 2023).**

CO <sub>2</sub> -frigivelseshastighed				Vandfase-strømnings-hastighed	Oliefase-strømnings-hastighed	Reservoir Temp.	Nær brøndboring reservoirtryk
Superkritisk	Superkritisk eller gas		gas	Sm <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	Sm <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	°C	Bar
Sm <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	Kg s <sup>-1</sup>	Tons d <sup>-1</sup>	m Sm <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>				
~30.000	200	17.280	9,45	2.200	100	55	100

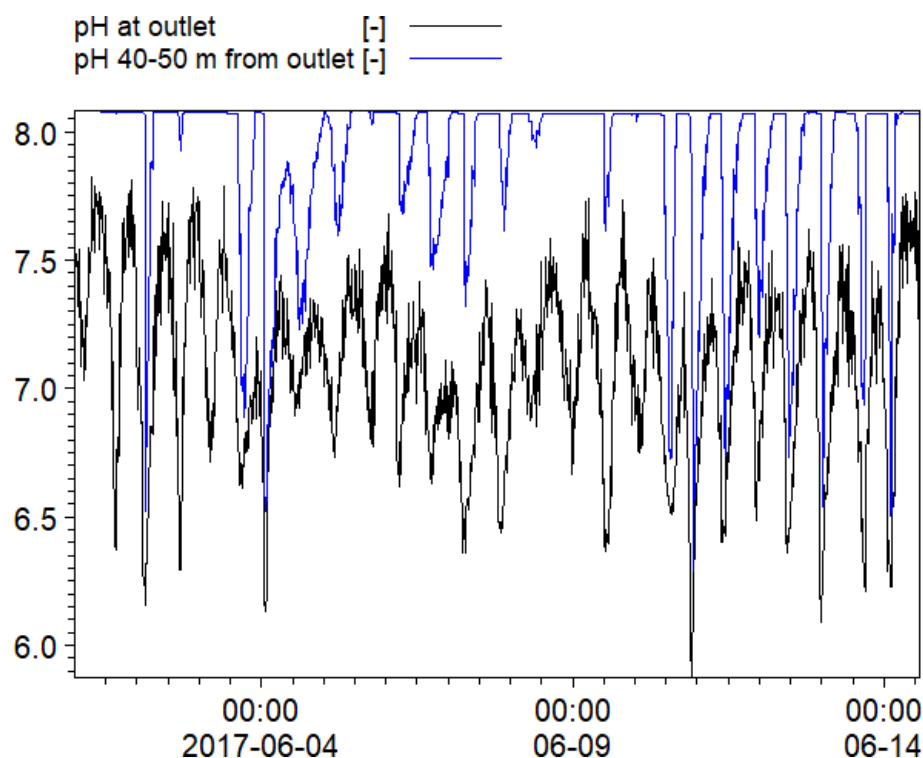
Når CO<sub>2</sub> holdes over sin kritiske temperatur (31,1 °C) og kritiske tryk (73,8 bar), vil det være i en superkritisk væsketilstand (Budisa & Schulze-Makuch, 2014). Således vil den injicerede CO<sub>2</sub> på grund af reservoirets tryk og temperatur blive lagret som en superkritisk væske, hvor kompressibiliteten af CO<sub>2</sub> maksimeres. CO<sub>2</sub>'en lagres i reservoiret sammen med olierester og vand. Hvis der skulle ske et blowout på havbunden, vil CO<sub>2</sub>'en gennemgå en faseovergang fra superkritisk væske til gas og vil omtrent følge ændringerne som vist med pilen i fasediagrammet, se Figur 13-7. Denne overgang er drevet af det store tryk- og temperaturfald, der opstår, når den superkritiske væske blandes med vandet nær havbunden. I værste fald jettes 30.000 m<sup>3</sup>/d superkritisk CO<sub>2</sub> ind i vandfasen, og dette omdannes med høj hastighed til gas: 1,7 mio. m<sup>3</sup>/d ved havbundstryk, svarende til 10 mio. m<sup>3</sup>/d ved havoverfladen. CO<sub>2</sub>-volumenet øges således under denne faseovergang og yderligere på grund af det faldende tryk op gennem vandsøjlen, hvilket resulterer i en udvidelse af volumenet med omkring x50 ved havbunden og omkring x330 ved havoverfladen. Disse fysiske processer, sammen med turbulens, opdriftskræfter og spredning af gasbobler, vil resultere i dannelse af kegleformet zone med stigende gas gennem vandsøjlen. Et CO<sub>2</sub>-blowout vil generere en enorm kraft, hvilket antages at resultere i en visuel påvirkning ved havoverfladen svarende til de første dage med lækage af gas fra North Stream-gasrørledningerne i Østersøen (Jia, 2022).



Figur 13-7 Fasediagram for kuldioxid (CO<sub>2</sub>) - Pil angiver faseovergangen fra brønd til hav. Figuren er ændret fra (Engineering ToolBox, n.d.).

En simulering af det første scenarie, hvor et blowout opstår et år efter den første injektion, er udført for at vurdere de fysiske og kemiske påvirkninger. Modelopbygningen og -metoder er nærmere beskrevet i DHI-rapporten (DHI, 2023). På grund af den hurtige frigivelse af CO<sub>2</sub>-gas fra brønd til havoverflade, vurderes af DHI, at kun få % af CO<sub>2</sub>-gassen opløses i havvandet (DHI, 2023). Et blowout vil resultere i dannelse af store gasbobler, hvilket forårsager den største påvirkning af pH i den øverste del af vandsøjlen og påvirker dermed ikke bundfaunaen, men sandsynligvis kun plankton, da mere mobile dyr (fisk, fugle og havpattedyr) forventes at flygte fra området.

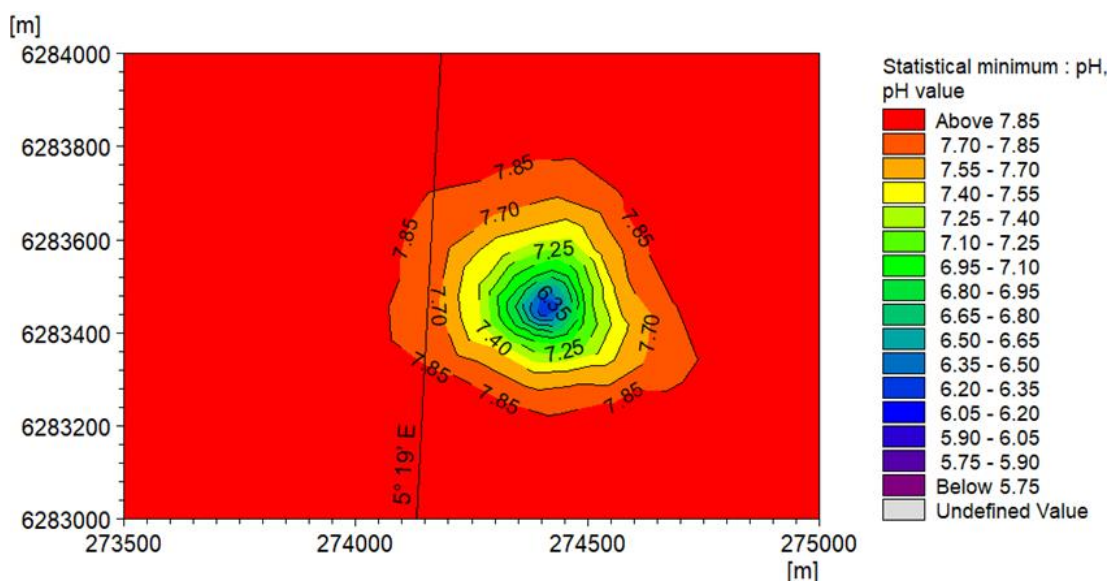
I dette afsnit præsenteres forskellige modeloutput fra simuleringen af blowout. Det er vigtigt at understrege, at forholdene og pH-værdierne varierer meget over tid. Dette afspejles i Figur 13-8, der viser tidsserier for den simulerede pH ved havoverfladen, både i centrum for frigivelsen og 40-50 m væk.



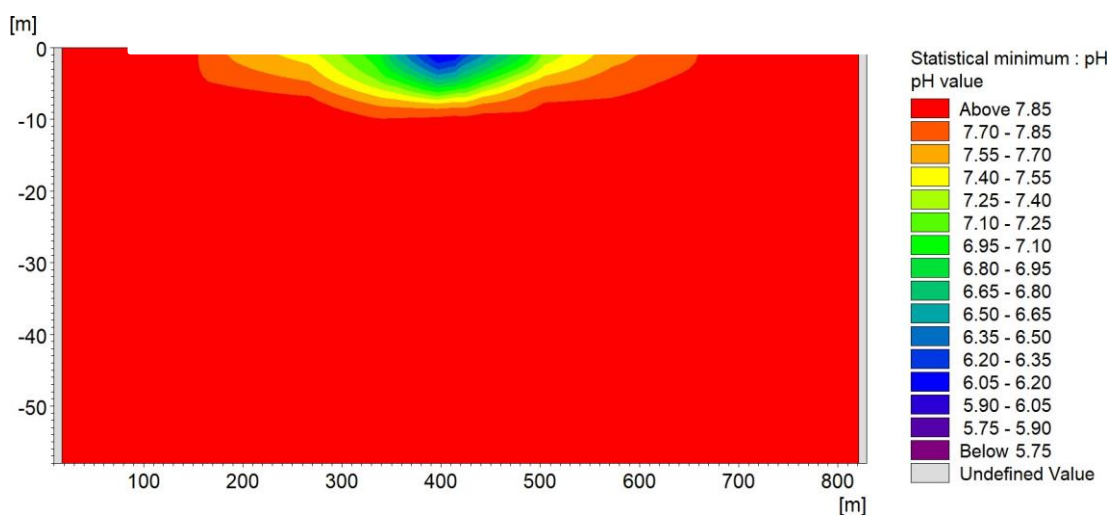
Figur 13-8 Tidsserier af simuleret pH tæt på havoverfladen i juni.

Figur 13-9 viser de statistiske minimums pH-værdier nær havoverfladen i simuleringsperioden på 14 dage. Generelt viste simuleringen, at pH-værdien sjældent falder med mere end 1 pH-enhed, og at disse betingelser er meget kortvarige (minutter til et par timer) og forekommer kun i et mindre område nær blowoutet, som visualiseret i Figur 13-9. I Figur 13-10 findes en lodret profil af laveste pH-værdier, og simuleringerne indikerer, at påvirkningen er isoleret til en zone nær havoverfladen. Ved in situ-betingelser kan fysiske forhold nær blowoutet være mere komplekse end forudsagt af modelleringen, og der forventes derfor også en lille, men målbar, påvirkning af pH-værdierne i den nedre del af vandsøjlen.

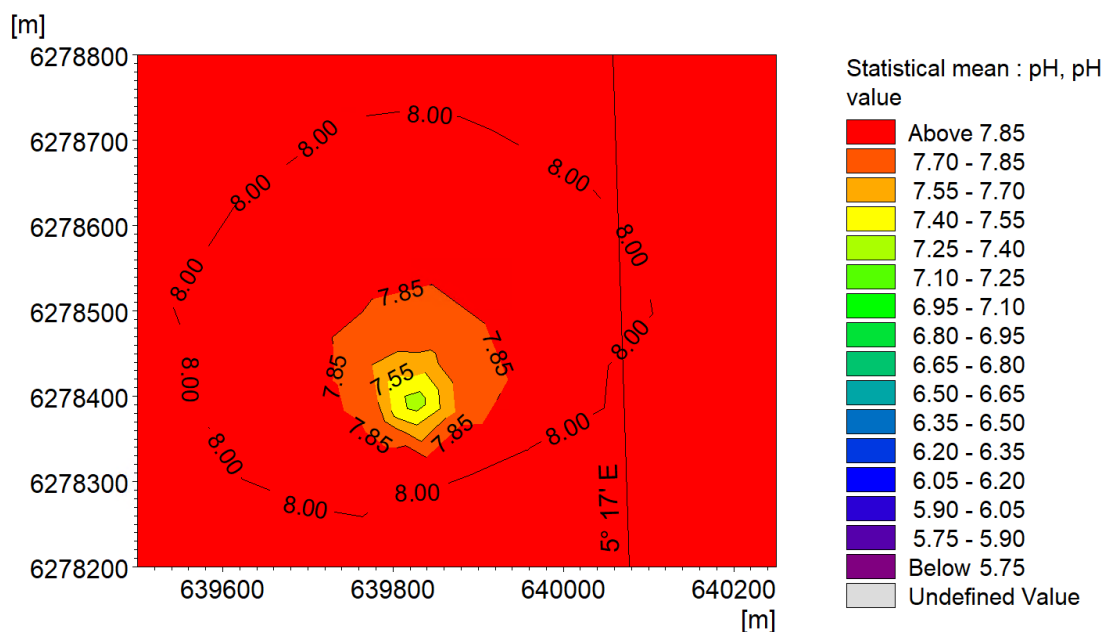
Den relativt lave påvirkning af pH-værdien ved havoverfladen illustreres tydeligt af Figur 13-11, som viser de statistiske middelværdier over simuleringsperioden på 14 dage. Omkring blowout centret findes et område på ca. 40 meter i diameter med en gennemsnitlig pH-værdi under 7,5. Havvands pH ligger typisk mellem 7,5 og 8,6. I overfladevandet i Nordsøen ligger pH-værdier mellem 7,7 og 8,6 med en typisk værdi på 8,1 (Bolding et al. 2016). Lignende data ses på DEPA-stationer (91300001 og 92300002) 10 km vest for den jyske kyst med median pH-værdier på ~8,1 og spænder mellem 7,7 og 8,5 (Danmarks Miljøportal, 2023), og pH-værdierne falder sjældent til under 7,5 og kun i kort tid i et begrænset geografisk område, forventes et CO<sub>2</sub> blowout og de resulterende pH-ændringer, ikke at have nogen væsentlig virkning på plankton og det omgivende havmiljø.



Figur 13-9 Havoverfladens pH-værdier. Statistiske minimumsværdier for simuleringsperioden på 14 dage.



Figur 13-10 Lodret profil af pH. Statistiske minimumsværdier over simuleringsperioden på 14 dage.



Figur 13-11 Havoverfladens pH-værdier. Statistiske gennemsnitsværdier over simuleringsperioden på 14 dage.

Temperaturen af de reservoirvæsker vil variere afhængigt af, hvornår blowoutet sker efter den første injektion, og det forventes desuden, at vandet vil have lave iltkoncentrationer. Faseovergangen i havet af CO<sub>2</sub> fra superkritisk til gas er en endoterm proces, og dette vil reducere påvirkningen fra den energi, der tilføjes systemet fra reservoirvæskerne. En øget temperatur antages at være et lokalt fænomen kun tæt på blowoutstedet.

På baggrund af tidligere natrium- og kloridmålinger fra reservoirt, er det blevet estimeret, at saltholdigheden af vandet i reservoirt vil være mellem 78-80 ‰, altså ca. 2,2 gange højere end havvand. På grund af CO<sub>2</sub>-blowoutets store udstrømningshastighed, forventes det at vandet fra reservoirt hurtigt blandes med den omkringliggende havvand og derfor kun forårsager en lokal påvirkning.

Det er endvidere vurderet, at H<sub>2</sub>S (svovlbrinte) koncentrationer på maksimalt 5 ppm følger den frigivne CO<sub>2</sub>-gas og resulterer i værste fald i koncentrationer på >1,0 µg/l i en zone på ca. 20 meter i diameter nær havoverfladen (DHI, 2023). Frit molekylært H<sub>2</sub>S har vist sig at være den mest toksiske form af sulfid, fordi H<sub>2</sub>S kan passere gennem cellemembranen i mikroorganismer (Okabe et al., 1995). På grund af dissociationen af H<sub>2</sub>S til HS<sup>-</sup> og S<sup>2-</sup> i vand, er pH-værdien vigtig for vurdering af sulfids toksicitet. Som det fremgår af modelleringen, vender pH hurtigt tilbage til normale værdier for havvand. Ved pH 8 er kun ~5% af sulfiden (H<sub>2</sub>S, HS<sup>-</sup> og S<sup>2-</sup>) som frit molekylært H<sub>2</sub>S i havvand. Desuden inkluderer modelleringen ikke nedbrydningsmekanismer, og halveringstiden for sulfid i det aerobe overfladevand forventes at være få timer. Det kan derfor konkluderes at påvirkningen af de frigivne koncentrationer af H<sub>2</sub>S er lav, og forventes kun at forekomme i umiddelbar nærhed af brønden.

Sandsynligheden for et blowout (beskrevet i afsnit 13.1) er baseret på en oliebrønd, der er i produktion hele året rundt, mens CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden kun vil være i brug, når CO<sub>2</sub> injiceres. Således forventes sandsynligheden at være endnu lavere. Som følge heraf vurderes sandsynligheden for et blowout derfor til at være **lav**. Den geografiske udbredelse af påvirkningen vurderes at være i den **umiddelbare nærhed**. Varigheden af påvirkningen som **kort/medium** (et spørgsmål om uger, maksimal tid det tager at lukke en blowout (90 dage)), og på grund af hurtigt

blanding i vandsøjlen er perioden med pH-reduktion **kort**. En pH-reduktionen under et blowout sker tæt på havoverfladen og er derfor ikke kritisk for det bentiske samfund. Yderligere vil intensiteten af påvirkningen på temperatur-, saltholdigheds-, ilt- og sulfidkoncentrationer være **lav** og forekomme i den **umiddelbare nærhed** af brønden. Den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes at være **begrænset**. De største biologiske risici forbundet med et blowout er ikke relateret til CO<sub>2</sub>-blowoutet, men til olieudslippet (vurderet i afsnit 13.1).

Da CO<sub>2</sub>'en frigives ved overfladen, vil det desuden også have en klimapåvirkning, som vurderes i nedenstående afsnit.

#### *Klimapåvirkning*

Da størstedelen af CO<sub>2</sub>'en fra et blowout formodentlig vil blive frigivet til atmosfæren, vil det resultere i store udledninger af CO<sub>2</sub>. Varigheden af blowouts er sandsynligvis kort (~ 15 dage), men kan vare op til 90 dage. Et blowout, der sker 1 år efter injektionsstart, vil i værste fald resultere i frigivelse af al den injicerede CO<sub>2</sub> (ca. 0,3 MT CO<sub>2</sub>). Imidlertid vil et blowout, der forekommer i slutningen af driftsfasen, 8 år efter injektionsstart, resultere i en værst tænkelig frigivelse i form af 1,1 MT CO<sub>2</sub> (1,3 MT CO<sub>2</sub> tilbage i reservoiret). Reservoir vil tilbageholde en del af den injicerede CO<sub>2</sub>, når den opløses eller mineraliseres, afhængigt af hvor længe injektionen har fundet sted. Cirka 0-1,3 mio. tons CO<sub>2</sub> vurderes således at forblive i reservoiret afhængigt af scenariet. Efter 8 år er den resterende mængde CO<sub>2</sub> i reservoiret langt større end drivhusgasudledningen i forbindelse med opførelsen af *Projekt Greensand Future* og 8 års drift (~0,089 MT).

Da klimasystemet er sårbart over for yderligere tilføjelse af klimagasser, vil udledningen af CO<sub>2</sub> påvirke klimaet på **global** plan. Intensiteten af et blowout er **høj**. Varigheden af påvirkningen er **permanent**, og effekten af udledning af drivhusgasser vurderes irreversibel, da CO<sub>2</sub>'en har lang levetid i atmosfæren. Sandsynligheden for denne værst tænkelige hændelse vurderes at være lav. Påvirkningen fra et blowout på klimasystemet vurderes at være **negativ**, men set i lyset af de positive påvirkninger fra den resterende fortsat lagrede CO<sub>2</sub> er den opsummerede påvirkning **positiv**. Dette gælder dog ikke for blowoutscenariet, der forekommer 1 år efter injektionsstart i kombination med en mislykket hurtig (15 dage) installation af en aflastningsbrønd. De resulterende konsekvenser er altså **signifikante positive** for blowoutet, der forekommer efter 8 år, og **moderat negativ** for blowoutet, der forekommer efter 1 år kombineret med en mislykket hurtig installation af en aflastningsbrønd. Da al CO<sub>2</sub> vurderes konservativt frigivet i et af de 1-årige scenarier, vil der være en negativ påvirkning på CO<sub>2</sub>-fodafttrykket relateret til *Projekt Greensand Future* og fra det resterende CCS-kredsløb.

### **13.2.2 Lækage**

Som grundlag for vurderingen af påvirkningen fra CO<sub>2</sub>-lækage er der indledningsvis beskrevet en række cases fundet ved litteratursøgning. De vigtigste virkninger af CO<sub>2</sub>-lækager på bentiske eller epibentiske samfund er også beskrevet. Endelig præsenteres resultaterne af DHI's modellering for *Projekt Greensand Future*.

#### **Casestudier**

På baggrund af en litteratursøgning har det ikke været muligt at finde eksempler, der indikerer lækage fra eksisterende CCS-lokaliteter. Det er derfor kun muligt at vurdere de potentielle effekter og virkninger baseret på modelstudier, laboratorieforsøg og undersøgelser af naturlige CO<sub>2</sub>-udslivningssteder.

Flere studier har forsøgt at modellere omfanget af en potentiel CO<sub>2</sub>-lækage og derved forstå de tilknyttede miljørisici (Amir Rashidi et al., 2020a, 2022; DNV GL, 2019; Vielstädte et al., 2019), se

Tabel 13-7. Ingen af de simulerede lækager indikerede transport af CO<sub>2</sub>-gas til havoverfladen og dermed vurderes der ikke at være CO<sub>2</sub> til atmosfæren. Ændringer i havvandets pH blev anslået til maksimalt 200 meter fra et lækagepunkt. Disse resultater stemmer godt overens med resultaterne fra DHI-modellen, der præsenteres senere i dette afsnit.

**Tabel 13-7 CO<sub>2</sub>-lækage casestudier.**

Casestudier	Observationer
<p><u>Sleipner CO<sub>2</sub>-lagringsanlæg, Norge</u>  Vielstädte et al. 2019 udførte en undersøgelse af hypotetisk, men realistisk lækage af CO<sub>2</sub> på Sleipner CO<sub>2</sub>-lagringsstedet beliggende i den centrale Nordsø, for at evaluere detekterbarheden og miljømæssige konsekvenser af en CO<sub>2</sub>-lækage. De undersøgte lækage af CO<sub>2</sub> langs et brøndtracé, hvor CO<sub>2</sub> lækker ind i en ~80 m vandsøjle, ved hjælp af en kombination af eksperimentelle feltdata og numerisk modellering.</p>	<p>Lækagehastigheden for in situ-feltforsøget var 31 t år<sup>-1</sup>. Målingerne viste øgede niveauer af kuldioxid (pCO<sub>2</sub>) inden for ~30 m nedstrøms lækagen. Derudover viste simulering af det værste tænkelige scenarie (lækagerate på 55 t CO<sub>2</sub> år<sup>-1</sup>), at den højeste forsurening blev fundet i bundvand med pH-niveauer ned til 6,0 og øget niveau af kuldioxid (pCO<sub>2</sub>) op til 120 m fra lækagen. CO<sub>2</sub>-gasbobler blev fuldstændigt opløst inden for 2 m over havbunden i både in situ-forsøgene og i simuleringen.</p>
<p><u>Sarawak potentielt CO<sub>2</sub>-lagringsanlæg, Malaysia</u>  Der er udført to simuleringsundersøgelser for et potentielt CO<sub>2</sub>-lagringssted i Sarawak, Malaysia (Amir Rashidi et al., 2020a, 2022).  Der blev udført en modellering med en lækagerate på både 6 t CO<sub>2</sub> år<sup>-1</sup> og 500 t CO<sub>2</sub> år<sup>-1</sup>.</p>	<p>Modelleringen viste, at pH-ændringerne enten ikke kunne detekteres eller var ubetydelige, da pH-værdierne blev bestemt til at falde inden for den naturlige variation af havvandets surhedsgrad under varierende klimatiske forhold.  Modelleringsundersøgelserne antydede, at fanen, hvor pH falder til under 6,5, ville være begrænset til inden for 1-200 m radius fra lækagen. For alle scenarier blev CO<sub>2</sub>-gassen estimeret til at være helt opløst inden for 5 m over havbunden.</p>
<p><u>CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt Northern Lights, Norge</u>  I miljørisikovurderingen for CO<sub>2</sub>-lagringsprojektet Northern Lights, blev der vurderet mulige lækagescenarier, migrationsveje og hastigheder (DNV GL, 2019). Frigivelsesraterne blev bestemt på grundlag af migrationsvejen og blev anslået til enten &lt;1 t CO<sub>2</sub> d<sup>-1</sup> eller &lt;10 t CO<sub>2</sub> d<sup>-1</sup>.</p>	<p>For den lave lækagehastighed vil pH-ændringen være størst inden for de første 4 m fra lækagens centrum (en ændring på -2 til -2,2), og pH-ændringen vil kunne detekteres op til 13 m fra centrum (en ændring mellem -0,2 og -2,2). For den høje lækagehastighed vil pH-ændringen være højest inden for de første 13 m fra lækagens centrum (en ændring mellem -2 og -2,2) og vil kunne detekteres op til 42 m fra lækagen (en pH-ændring mellem -0,2 og -2,2). Simuleringen, tager ikke højde for havstrømme, og kan derfor betragtes som konservativ.</p>

### Biologiske reaktioner CO<sub>2</sub>-lækage

De største påvirkninger fra CO<sub>2</sub>-lækager forventes at forekomme i bentiske eller epibentiske samfund, da opløsningen af CO<sub>2</sub>-gasbobler vil ske hurtigt og inden for de første 2-5 m over havbunden (Amir Rashidi et al., 2020a; Vielstädte et al., 2019). Den biologiske påvirkning er drevet af organismernes fysiologiske reaktion på reducerede pH-niveauer og de deraf følgende indirekte virkninger såsom ændringer i en række økosystemfunktioner og økologiske drivkræfter (Queirós et al., 2014). CO<sub>2</sub>-lækagen forventes hovedsageligt at påvirke immobile organismer eller langsomt bevægende organismer, der ikke er i stand til at migrere til upåvirkede områder.

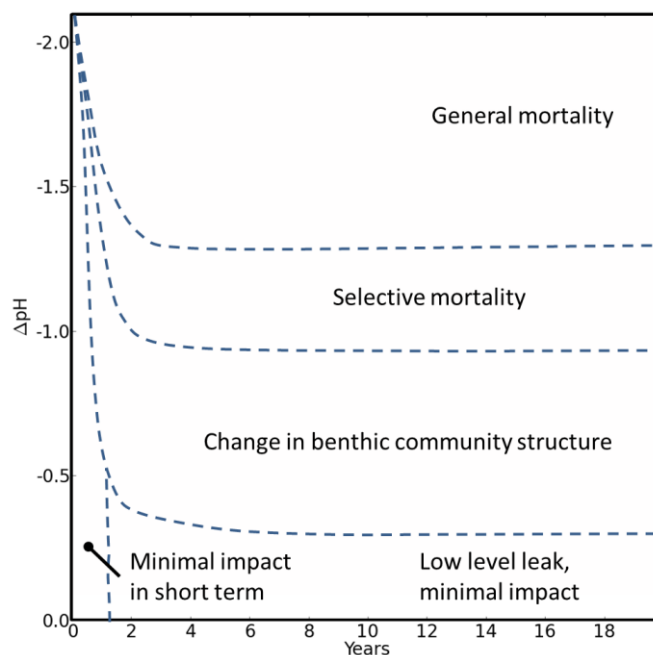
Kalkdannende organismer (pighuder, bløddyr og krebsdyr) kræver calciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) til deres skaller og skeletter og er sårbare over for forsurening af havvand. Dannelsen af  $\text{CaCO}_3$  er afhængig af tilgængelige karbonat-ioner ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) for at reagere med calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), men et overskud af  $\text{CO}_2$  sænker tilgængeligheden af karbonat-ioner. En kontinuerlig frigivelse af  $\text{CO}_2$  vil påvirke sedimenternes bufferkapacitet og opløse sedimentært karbonat som observeret på et naturligt  $\text{CO}_2$ -udsivningssted (Molari et al., 2018). Kalkdannende organismer risikerer således at deres skaller og skeletter langsomt opløses som reaktion på forsurening og det ikke-karbonatholdige sediment (ECO2, 2016a).

Nogle arter kan tåle kortere perioder med moderat forsurening. Den fysiologiske respons indebærer tilpasning af respirationshastigheder, aktivitetsniveau og reproduktion kan give midlertidig beskyttelse mod  $\text{CO}_2$ -lækager. Kompensationen er dog kun mulig i en vis periode, da energien omfordelles væk fra væsentlige biologiske funktioner, og forsureningseksponering i længere perioder i sidste ende vil føre til øget dødelighed (ECO2, 2016a).

Det kan ske en forøget forekomst tolerante arter stiger i abundans som reaktion på mindre konkurrence og høj fødetilgængelighed, da pH-følsomme arter muligvis ikke overlever. Dette vil påvirke samfundets sammensætning og struktur og kan føre til lokalt tab af biodiversitet af ikke-tolerante arter. Ændringer i samfundets sammensætning og struktur er blevet undersøgt på de naturligt  $\text{CO}_2$ -udsivningssted i Middelhavet. De kontinuerlige høje  $\text{CO}_2$  udstrømning opløste alt sedimentært karbonat og øgede mineralforvitring og næringsstofflux af silikat og jern. Stigningen i næringsstofflux øgede væksten af mikrofytobenthos (fotisk miljø) og skabte et lokalt skift i bakteriesamfund, men forårsagede også et fald i tæthed og sammensætning af bentisk meiofauna og makrofauna (især de mest abundante taxa, nematoder og polychaeter blev påvirket). Således har naturlige  $\text{CO}_2$ -udsivning ført til ændrede økosystemfunktioner med hensyn til remineralisering og kulstofoverførsel langs fødenettet samt fald i artstætheder og sammensætning (Molari et al., 2018).

Eksponering overfor lave pH-værdier kan også reducere andre vigtige økosystemfunktioner såsom bioturbation af de meget almindelige gravende fin mudderslangestjerne (*Amphiura filiformis*) (Hu et al., 2014). En pH-værdi på 7,0 kan være tærsklen for denne art. Der blev talt 200 individer af *A. filiformis* pr.  $\text{m}^2$  i det undersøgte område omkring Nini-feltet, og et fald i pH til  $<7$  vil sandsynligvis påvirke denne art nær en lækage.

Det EU-finansierede projekt, ECO<sub>2</sub>, blev oprettet for at vurdere de risici, der er forbundet med CSS. Baseret på deres resultater for faunaen i Nordsø, forsøgte de at definere påvirkningskategorier på tværs af simulerede pH-ændringer inden for de første 20 år efter en lækagehændelse for at evaluere den biologiske reaktion (Figur 13-12) (ECO2, 2016a). Den nøjagtige placering af hver kategori i forhold til pH er ikke endelig, da variationer vil forekomme på tværs af økosystemer og faunakomponenter, men det giver en indikation af påvirkningsniveauet. Lavniveau-lækager, hvor pH ikke ændrer sig mere end -0,4 enhed, vil kun have minimal påvirkning på det bentiske samfund i hele den vurderede simuleringsperiode. Men da pH-værdien falder yderligere, kan dette føre til ændringer i samfundsstrukturen, selektiv dødelighed ved en pH-ændring på -1,0 enhed og i sidste ende fuldstændig dødelighed, hvis pH-værdien falder til under -1,3 enheder efter ca. to års eksponering. Disse resultater svarer til tærskelværdien på -0,5 pH, der er defineret for Northern Light CSS-projektet (DNV GL, 2019).



**Figur 13-12 Benthisk fauna påvirkningskategorier af simulerede pH-ændringer over en 20-årig CO<sub>2</sub>-eksponeringsperiode.**

### Projekt Greensand Future modellering

Analyser af de geologiske lag i Nini-feltet har ikke vist tegn på nogen migration af gasser gennem den overliggende geologiske forsegling. Der forventes ingen CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret til havbunden. Den høje forseglingskapacitet indikerer, at den primære forsegling i projektområdet udgør en effektiv barriere for at inddæmme CO<sub>2</sub> (section 4.1.3). Baseret på de indledende undersøgelser og analyser af de geologiske lag er CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret meget usandsynligt, og kun lækage fra produktionsbrønde vurderes at udgøre en risiko.

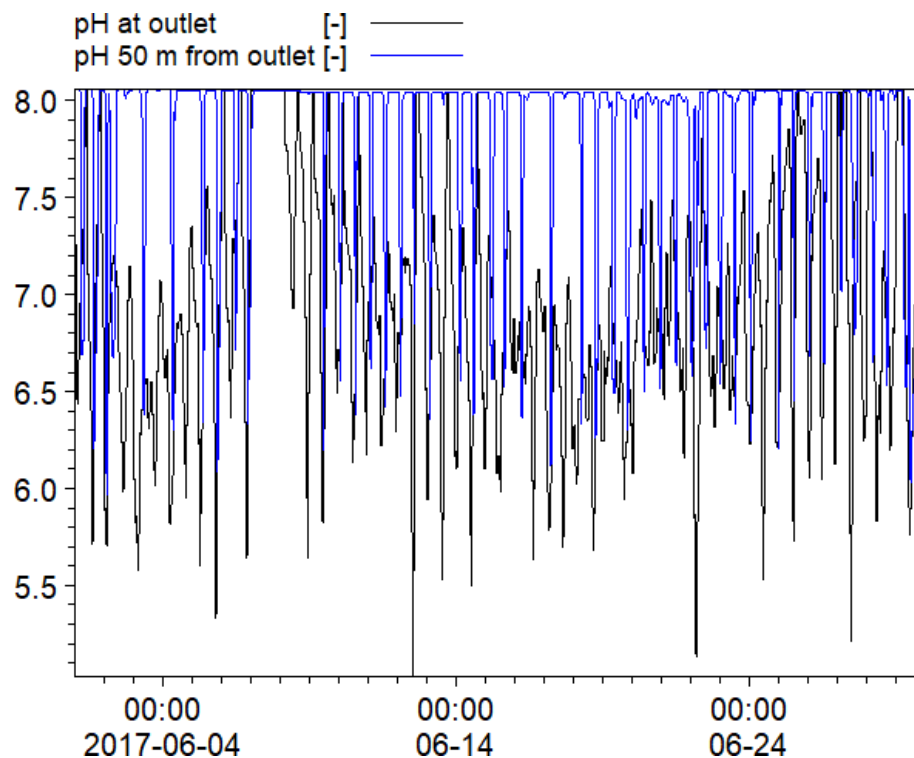
For at evaluere de potentielle påvirkninger fra CO<sub>2</sub>-lækage, defineres en lækage på ~0,1% af det værst tænkelige blowoutscenarie: ~0,26 kg/s eller 5,68 mol/s. Det svarer til en frigivelse på 22 tons/d, til sammenligning er den højeste rate, der er fundet i casestudierne, 10 tons/d. Som nævnt i afsnit 13.2.1 er det værst tænkelige scenarie baseret på højere lagerkapacitet end i *Projekt Greensand Future*, og derfor vil de deraf følgende CO<sub>2</sub>-udslip være endnu lavere.

Lækage fra en forladt produktionsbrønd, Nini-4/4A, er evalueret baseret på de data, der er anført i Tabel 13-8. To forskellige sæsoner er valgt ud til simuleringerne. Marts og juni er valgt for at afspejle typiske sæsonmæssige variationer i metoceanforholdene.

**Tabel 13-8 Lækage fra produktionsbrønd – worst-case (INEOS Energy, 2023).**

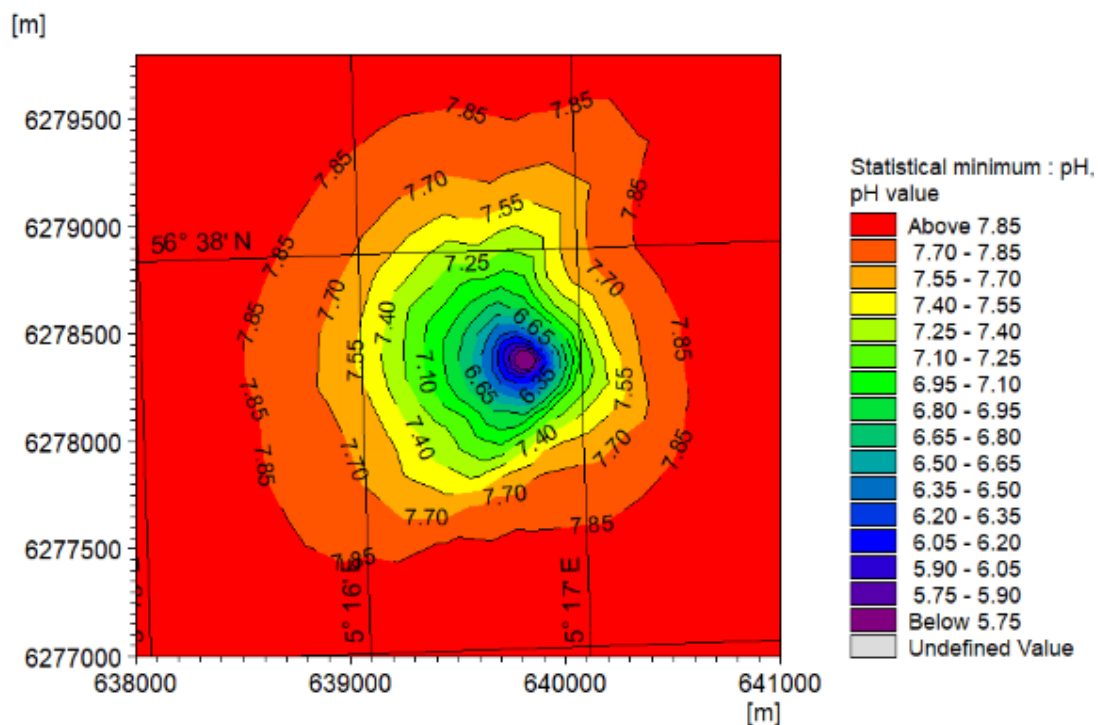
Fraktur størrelse mm	CO <sub>2</sub> lækagerate Kg s <sup>-1</sup>	Tryk bar	Temperatur °C	Fysisk tilstand
10	0,26	180	18	Flydende

Lækagesimuleringsforholdene varierer meget over tid, og pH-værdierne varierer betydeligt derefter. Dette afspejles i Figur 13-13, som viser tidsserier for den simulerede pH ved lækagepunktet og 40-50 m væk.

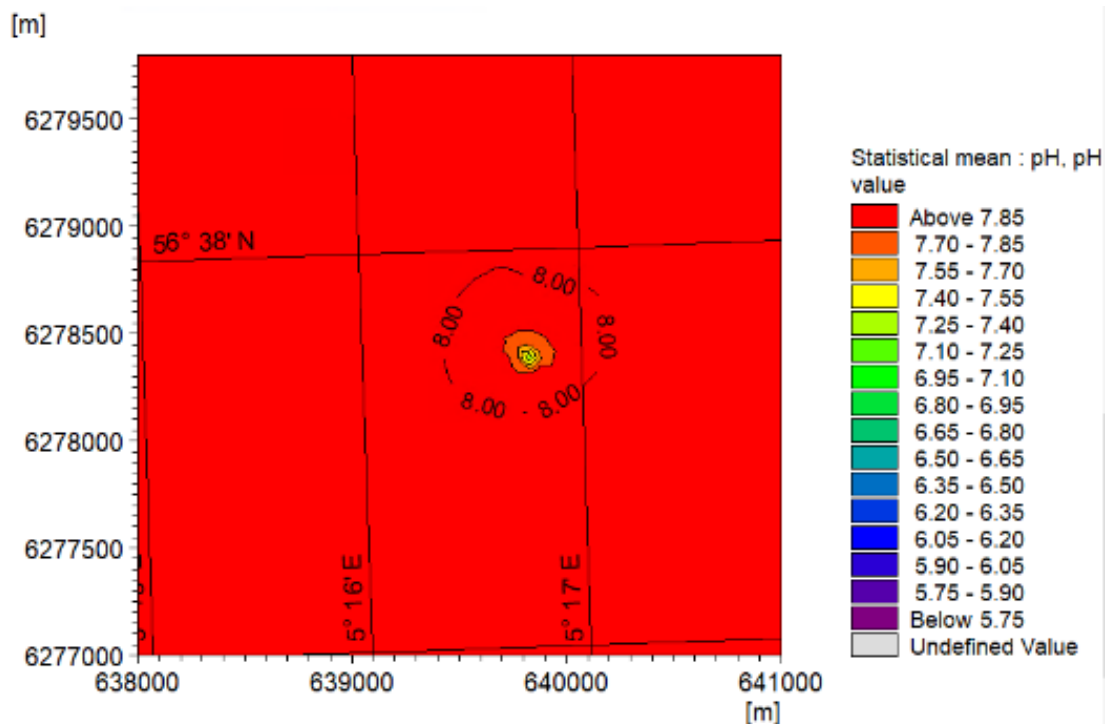


Figur 13-13 Tidsserie af simuleret pH tæt på vandoverfladen i juni.

Figur 13-14 viser de statistiske minimums pH-værdier ved havbunden over simuleringsperioden på 30 dage. Simuleringen indikerer, at pH-værdien i en 30-dages periode som maksimum falder 1 pH-enhed i et område der er ~600 m bredt og falder maksimalt med 2 pH-enheder i et område der er ~ 150-200 m bredt. Den relativt lave virkning illustreres tydeligere Figur 13-15, som viser de statistiske middelværdier over simuleringsperioden på 30 dage. Omkring lækagepunktet er området med reducerede pH-værdier meget lille og dette behandles yderligere nedenfor. I Figur 13-16 og Figur 13-17 vises den lodrette profil af pH-minimumsværdier og pH-middelværdier.

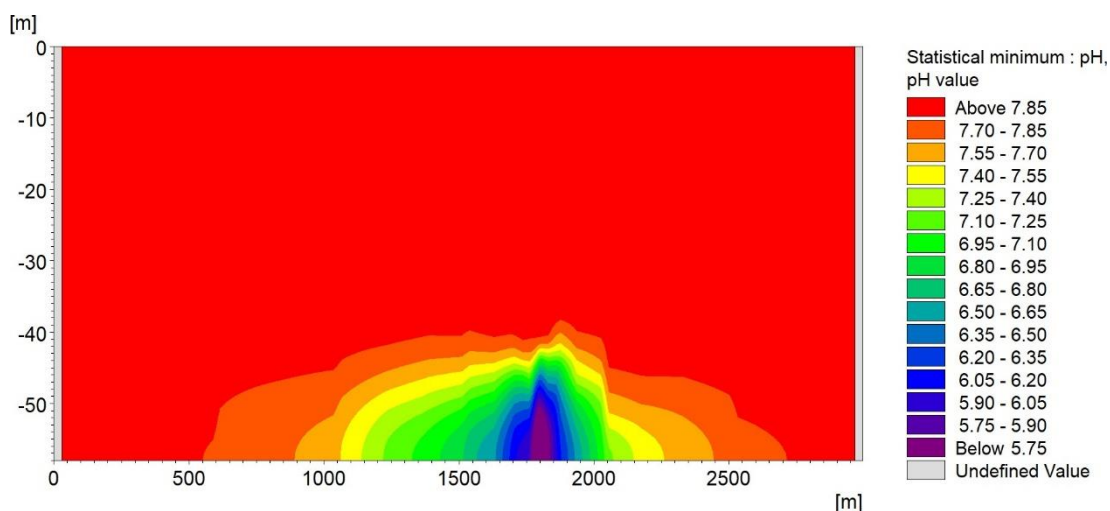


Figur 13-14 Havbundens pH-værdier (1 meter over). Statistisk minimumsværdi over en periode på 30 dage.

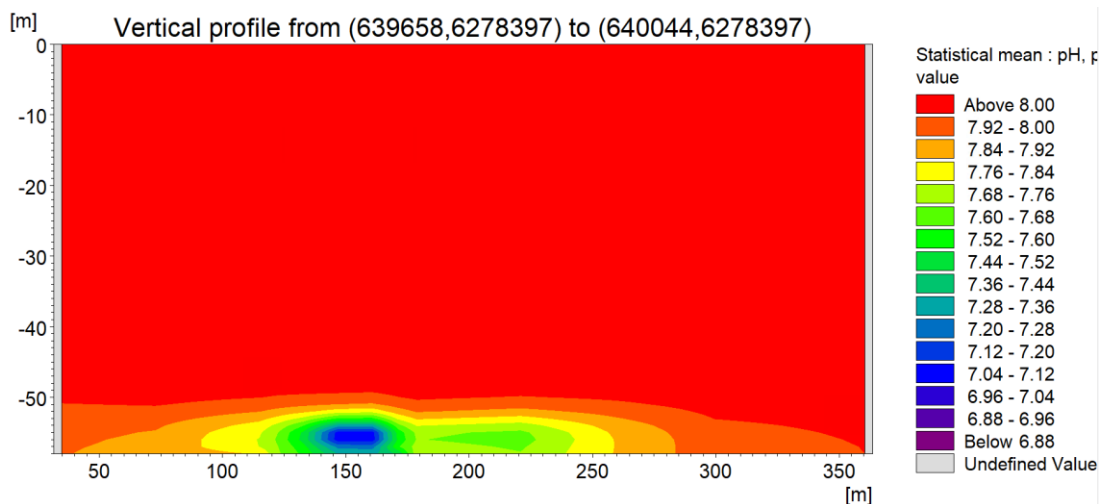


Figur 13-15 Havbundens pH-værdier (1 meter over). Statistisk middelværdi over en periode på 30 dage.

Simuleringerne indikerer at pH-faldet er isoleret til lige over havbunden, hvilket tydeligt ses ved, at pH-middelværdierne kun i et lille område påvirkes i længere tid. Bemærk, at skalaerne i Figur 13-16 og Figur 13-17 er ikke ens.



Figur 13-16 Lodret profil af pH. Statistisk minimumsværdi over en periode på 30 dage.



Figur 13-17 Lodret profil af pH. Statistiske middelværdier over en periode på 30 dage.

Hyppigheden af påvirkningen på havvandets pH fra CO<sub>2</sub>-lækage fremgår af dataene i Tabel 13-9 (marts) og Tabel 13-10 (juni). Det ses klart, at der kun er en meget lille zone, der ofte påvirkes af en pH-reduktion.

Tabel 13-9 Frekvens i procent af forskellige pH-niveauer på havbunden i afstande på 0 – 600 meter fra et lækagepunkt i løbet af en måned (marts).

pH	0 m	50 m	100 m	200 m	400 m	600 m
<7,5	81	16	9	7	0,3	0,3
<7,0	48	13	3	1,5	0	0
<6,5	19	3	0,4	0,1	0	0
<6,0	6	0,4	0	0	0	0

**Tabel 13-10 Frekvens i procent af forskellige pH-niveauer på havbunden i afstande på 0 – 600 meter fra et lækagepunkt i løbet af en måned (juni).**

pH	0 m	50 m	100 m	200 m	400 m	600 m
<7,5	82	16	10	8	0,7	0,3
<7,0	52	12	4	2	0	0
<6,5	25	4	0,1	0	0	0
<6,0	6	0,1	0	0	0	0

Resultaterne fra modelleringen af lækage fra Nini stemmer meget godt overens med casestudierne. DHI-modellen inkluderer de lokale hydrauliske påvirkninger ved Nini og repræsenterer formodentlig et pålideligt worst-case lækagescenarie, se Tabel 13-9 og Tabel 13-10. Et pH-fald på 1 kan forekomme med en sandsynlighed på 12-13% ved 50 meter og pH-fald på 0,5 ved en frekvens på 9-10% ved 100 meter.

De miljømæssige konsekvenser, risici og påvirkninger fra CO<sub>2</sub>-lækage af havmiljøet vil afhænge af både lækagens intensitet og varighed og vil afspejles i en stigning i DIC og reduktion i havvandets pH fra dets naturlige niveau (Amir Rashidi et al., 2020; ECO2, 2016). T Modelleringsresultaterne viser, at signifikante pH-ændringer er lokale og kun med en høj frekvens mindre end 50 m fra lækagen.

CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret er vurderet til at være meget usandsynlig baseret på de omfattende forundersøgelser af de geologiske lag, og kun lækage fra gamle brønde vurderes at udgøre en risiko. Sandsynligheden for en lækage vurderes at være meget lav. Der forventes **ingen væsentlig påvirkning** på bundfaunasamfundet i Nordsøen, da kun et relativt lille område vil blive berørt. Da påvirkningen vil ske i den **umiddelbare nærhed**, forventes der ingen påvirkning længere oppe i fødekæden (fisk og havpattedyr). Varigheden af en lækage forventes at være **permanent** eller **lang**, afhængigt af hvor længe injektionen har varet og dens geologiske oprindelse. Den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes at være **begrænset**.

### 13.2.3 Lækage fra offloading

Under offloading fra fartøjet til brønden er der en række potentielle ulykkes-scenarier, der kan føre til udledning af CO<sub>2</sub> til miljøet som følge af f.eks. slangebrud eller utilsigtet frakobling. Disse omfatter, men er ikke begrænset til:

- CO<sub>2</sub>-transportskibet beskadiger offloadingsystemets fleksible slange.
- Utilsigtet frakobling fra offloadingsystemet på grund af vridning af den fleksible slange.
- Forkert trykafkastning under drift.

Sandsynligheden for, at disse utilsigtede hændelser opstår, er lav og ligger generelt i området 10<sup>-4</sup> til <10<sup>-3</sup>, dvs. at de kunne forekomme en gang pr. 1.000-10.000 offloading-operation (Rambøll, 2023).

Injektionssystemerne på CO<sub>2</sub>-transportskibet (PSV) og Nini A-platformen er designet med isoleringsventiler eller nødstopventiler (ESDV'er) på strategiske steder, der lukker automatisk. Det forhindrer eller reducerer en frigivelse i tilfælde af utilsigtede hændelser, og udslippet begrænses dermed til CO<sub>2</sub>-volumenet i den fleksible slange, undersøiske rør og riser, der forbinder til brønden på platformen. Den maksimale emissionsmængde er derfor ca. 11,5 tons CO<sub>2</sub> (Brandt, 2024).

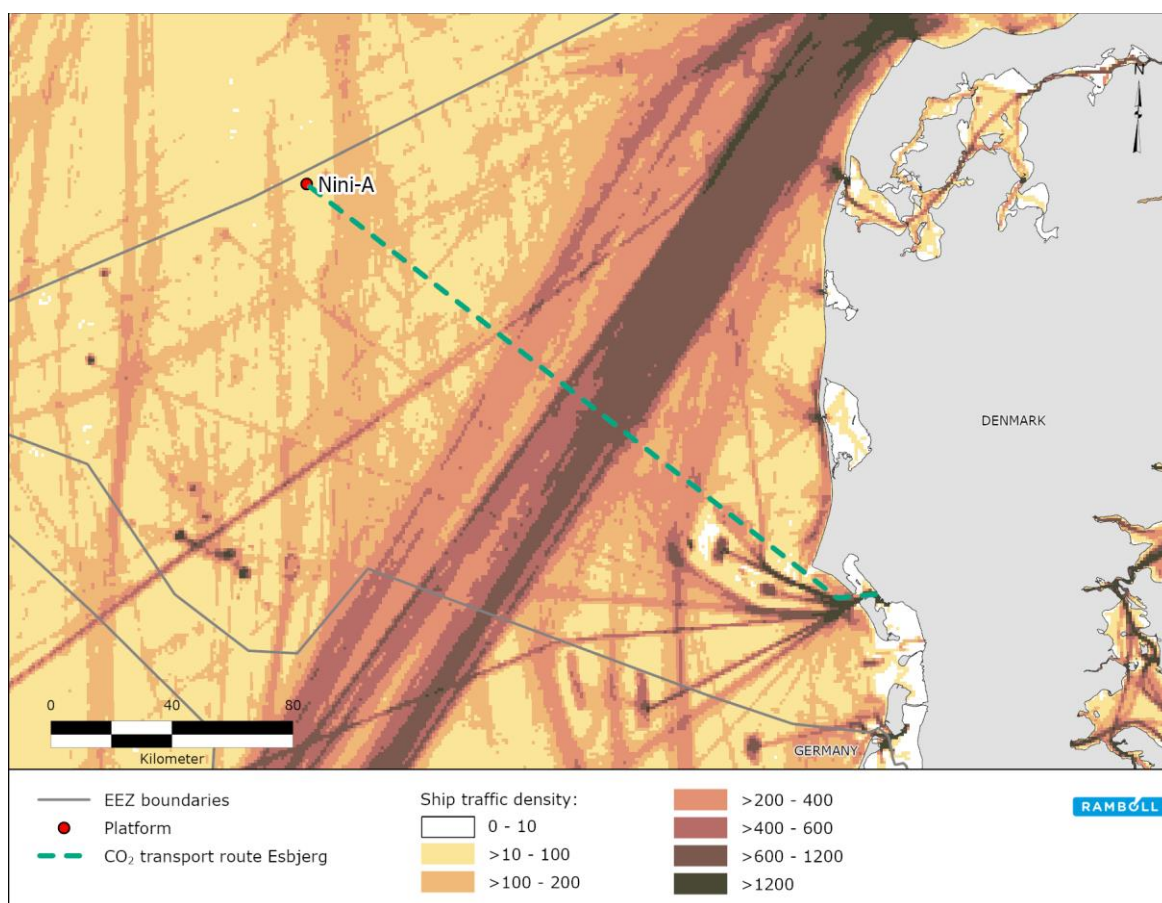
Miljøpåvirkningerne vil være begrænset til den **umiddelbare nærhed** af udledningspunktet. Påvirkningens varighed vil være **kort**, og påvirkningen på planktonarter og pelagiske arter i nærheden vil være ubetydelig, da de frigivne mængder kun forventes at have en kortsigtet virkning på vandkvaliteten, før der er etableret ligevægt. Størstedelen af den frigivne CO<sub>2</sub> vil nå havoverfladen og ender dermed i atmosfæren. Påvirkningen vil være reversibel, og den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes at være **ubetydelig**. Desuden vurderes påvirkningen af klimasystemet som **begrænset**, da en utilsigtet udledning af 11,5 tons CO<sub>2</sub> er en meget lav masse sammenlignet med den CO<sub>2</sub>, der er lagret i reservoiret.

### 13.3 Skibskollisioner

Det antages, at CO<sub>2</sub> vil blive lastet på en modificeret PSV til CO<sub>2</sub>-transport i Esbjerg havn. Sejlafstanden til Nini A-plattformen forventes at være 127 nm (235 km).

Det forventes, at der vil blive anvendt ét CO<sub>2</sub>-transportskib til transporten, og at det maksimalt vil udføre 130 injektionscykluser pr. år. Afhængigt af skibets udskibningshavn vil skibsruterne ændre sig og dermed udgøre forskellige kollisionsrisici.

Transportruten er vist i Figur 13-18, og ruten angiver den korteste afstand mellem Nini A-plattformen og Esbjerg Havn på den jyske vestkyst.



Figur 13-18. CO<sub>2</sub>-transportskibets transportrute.

CO<sub>2</sub>-transportruten kan sammenlignes med de ruter, der i dag udspringer fra havne ved den danske vestkyst og går til og fra offshoreanlæg i Nordsøen. Den største risiko vurderes at være ved

krydsning af trafikkorridorer, hvor standard COLREG-regler gælder i forbindelse med krydsende skibstrafik.

Det skal bemærkes, at den igangværende og fremtidige udvikling af vindenergi i Nordsøen samt fremtidig praksis og regulering af skibstrafikken også vil påvirke transporten af CO<sub>2</sub>. Den generelle sikkerhed for skibsfarten sikres gennem miljøkonsekvensvurderinger for offshore-anlægsprojekter og koordinering mellem disse projekter og Søfartsstyrelsen. For CO<sub>2</sub> transport antages det derfor, at CO<sub>2</sub>-transportskibet følger de definerede skibskorridorer, hvor det er relevant, og anvender lods hvor nødvendigt. Det skal understreges, at CO<sub>2</sub> transport – som al anden skibstrafik – skal koordineres med potentielle igangværende anlægsprojekter og navigere efter opdaterede søkort for at interagere korrekt med offshore-konstruktioner.

Det bemærkes, at maksimalt 130 injektionscyklusser om året vurderes at være ubetydelige sammenlignet med skibstrafikken langs transportruterne. Det bemærkes også, at transport af CO<sub>2</sub> under tryk kun finder sted på den del af turene, der går mod Nini-A-plattformen, mens CO<sub>2</sub>-transportskibet er i ballast, når det vender tilbage til havnen. Det skal bruges lods, hvor dette er nødvendigt, og i overensstemmelse med almindelige COLREG-regler for sikker sejlads, vurderes den ekstra kollisionsrisiko, som CO<sub>2</sub>-transportskibet vil bidrage til, at være lav.

Tilslutning af fartøjerne til offloadingsystemet på Nini-A-plattformen koordineres ved hjælp af de operationelle procedurer. Offloadingsystemet er placeret inden for 500 meter sikkerhedszonen af Nini A-plattformen.

## 14. VANDRAMMEDIREKTIVET

### 14.1 Introduktion

Vandrammedirektivet er implementeret i Danmark ved miljømålsloven (Lovbekendtgørelse nr. 692 af 26/05/2023) og lov om vandplanlægning (Lovbekendtgørelse nr. 126 af 26/01/2017) og nærmere beskrevet i de danske vandområdeplaner, som er beskrevet i kapitel 7. Vandrammedirektivets overordnede mål er at sikre kvaliteten af overfladevand (søer, vandløb, overgangsvande og kystvande) og grundvand ved at opnå god økologisk tilstand og god kemisk tilstand senest i 2027. Da omfanget for denne VVM udelukkende omhandler offshoreaktiviteter, er det kun påvirkninger af kystvande, der er relevante og som analyseres i det følgende.

Målet om at opnå god økologisk tilstand gælder inden for 1 nm-zonen fra kysten, mens målet om at opnå god kemisk tilstand gælder inden for 12 nm-zonen fra kysten. For kystvande bestemmes den økologiske tilstand generelt på grundlag af kvalitetselementer og tilknyttede indikatorer, der er vist i Tabel 14-1. Tilsammen udgør den økologiske og kemiske tilstand et vandområdes overordnede tilstand.

**Tabel 14-1 Kvalitetselementer og indikatorer til vurdering af kystvandes økologiske tilstand, jf. vandrammedirektivet.**

Kvalitetselement	Indikator
Fytoplankton	Koncentration af klorofyl a
Makroalger og angiospermer	Dybdegrænse for rodfæstede bundplanter (ålegræs eller vandaks)
Bentisk fauna	Det danske bundfaunaindeks (DKI)
Nationale specifikke miljøfarlige stoffer i sediment og biota	Se bekendtgørelse nr. 796 af 13.6.2023 (Miljøministeriet, 2023).

For kystvande langs den jyske kystlinje anvendes imidlertid kun fytoplankton og hvirvelløse bunddyr til vurdering af den økologiske tilstand, da væksten af rodfæstede makrofytter hæmmes af den høje grad af fysisk eksponering som findes i dette område. De biologiske kvalitetselementer understøttes af fysisk-kemiske parametre, herunder lys, ilt, saltholdighed og temperatur.

Den kemiske tilstand bestemmes på grundlag af koncentrationerne af prioriterede stoffer, og om de overstiger de relevante miljøkvalitetskrav, der er fastsat i direktiv 2008/105/EF om miljøkvalitetskrav (som ændret ved direktiv 2013/39/EU om prioriterede stoffer).

#### 14.1.1 Potentielle påvirkninger

De potentielle påvirkninger på vandrammedirektivet relaterer sig til påvirkninger på vandkvaliteten vurderet ud fra de biologiske kvalitetselementer fytoplankton, makroalger og angiospermer og hvirvelløse bunddyr samt koncentrationer af prioriterede stoffer og miljøfarlige stoffer.

Aktiviteter i *Projekt Greensand Future*, som potentielt kan påvirke vandkvaliteten og dermed hindre opfyldelsen af vandrammedirektivets mål, er:

- Udledning af kemikalier: I anlægsfasen er der udledninger af kemikalier under lækagetest af offloadingsystemet, hvor fluorescerende og korrosionshæmmende kemikalier blandet med havvand skylles gennem den undersøiske rørledning. Da vandrammedirektivet kun er gældende inden for 1 nm-grænsen (økologisk tilstand) og 12 nm-grænsen (kemisk tilstand) fra kysten, vurderes det, at disse udledninger ikke kan nå områder, hvor

vandrammedirektivet er gældende, da påvirkninger herfra vil ske i den umiddelbare nærhed af platformen, se afsnit 11.5.

Potentielle påvirkninger fra utilsigtede hændelser på målene i vandrammedirektivet er:

- Olieudslip i forbindelse med CO<sub>2</sub>-blowout anses for at udgøre en risiko for de mål, der er fastsat i vandrammedirektivet (se afsnittet 13.1).

Påvirkninger fra CO<sub>2</sub>-lækage blev vurderet til kun at forekomme i umiddelbar nærhed af en lækage (ca. 170 km fra kysten) uden væsentlige påvirkninger på miljøet, og vil derfor ikke påvirke vandrammedirektivet (se afsnit 13.2). Sandsynligheden for et olieudslip relateret til en blowout-hændelse er lav.

Som beskrevet i afsnittet 13.1.3 vil drivtiden fra Nini A til kysten være mere end 20 dage i tilfælde af et olieudslip, der varer 90 dage (worst-case). Den strandede olie vil for det meste være i form af tjærekugler. Risikoen for blowout er meget lav og vurderes ikke at kunne påvirke kvalitetselementerne; fytoplankton, makroalger og angiospermer samt bundfauna, og de er derfor ikke nærmere beskrevet.

#### 14.1.2 Metode og data

CO<sub>2</sub>-skibet sejler fra Esbjerg Havn. Afgangshavnen for de øvrige fartøjer er ukendt, så det er ikke muligt at vurdere status og potentielle påvirkninger på stedsspecifikt niveau. Udgangspunktet for denne vurdering vil derfor vurdere den generelle tilstand for danske kystfarvande i henhold til vandrammedirektivet.

Påvirkningerne på vandrammedirektivet vurderes i forhold til påvirkningen på den økologiske tilstand, dvs. følgende biologiske kvalitetselementer: fytoplankton, makroalger og angiospermer samt bundfauna og påvirkningen på den kemiske tilstand med hensyn til prioriterede stoffer og miljøfarlige stoffer i sedimenter og biota. Vurderingen er baseret på tredje generation af vandområdeplaner for perioden 2021-2027 samt den aktuelle status for danske vandløbsoplande, som er tilgængelig via Miljøstyrelsens GIS-database (Miljøstyrelsen, 2023a).

#### 14.1.3 Vurdering

Kun fem kystvande ud af i alt 109 vurderes at have god økologisk tilstand, og 6 har en god kemisk tilstand ifølge den nyeste status for danske vandløbsoplande (Miljøstyrelsen, 2023a). Det betyder, at der er en rimelig chance for, at fartøjer sejler ud fra havne i kystfarvande, der i øjeblikket ikke lever op til målet fra vandrammedirektivet. Påvirkningerne fra udledning af kemikalier vurderes for hvert kvalitetselement i nedenstående tabel.

Baseret på vurderingen vist i Tabel 14-2 vurderes det, at *Projekt Greensand Future* ikke vil forsinke eller hindre vandrammedirektivets mål om at opnå god økologisk- og god kemisk tilstand i danske kystfarvande.

Tabel 14-2 Vurdering af påvirkninger på de biologiske kvalitetselementer i danske kystfarvande.

Biologisk kvalitetselement og kemiske parametre	Vurdering	Samlet konsekvens
Makroalger og angiospermer	Som vurderet i afsnit 11.5, forventes påvirkninger fra udledning af kemikalier i umiddelbar nærhed af aktiviteten uden væsentlige konsekvenser for vandkvaliteten. Der forventes derfor ingen påvirkninger fra udledning af kemikalier inden for grænsen på 1 nm fra kysten, som kan påvirke makroalger og angiospermer.	Ingen
Bentisk fauna	Som vurderet i afsnit 11.5 og 11.6, forventes påvirkninger fra udledning af kemikalier i umiddelbar nærhed af aktiviteten uden væsentlige konsekvenser for vandkvaliteten. Der forventes derfor ingen påvirkninger fra udledning af kemikalier inden for grænsen på 1 nm fra kysten, som kan påvirke bundfaunaen.	Ingen
Fytoplankton	Som vurderet i afsnit 11.5, forventes påvirkninger fra udledning af kemikalier i umiddelbar nærhed af aktiviteten uden væsentlige konsekvenser for vandkvaliteten. Der forventes derfor ingen påvirkninger fra udledning af kemikalier inden for grænsen på 1 nm fra kysten, som kan påvirke fytoplankton.	Ingen
Nationale specifikke miljøfarlige stoffer i sedimenter	<p>OSPAR-regler (se afsnit 7.2) er gældende. Udledning af kemikalier er kun relevant i forbindelse med lækagetest af offloadingsystemet. Udledningsfanen, der kan påvirke vandrammedirektivets mål, er begrænset til et lokalt område med et maksimalt påvirkningsområde på nogle få meter. Effekten vil være reversibel inden for en kort tidsramme, og konsekvensen af udledning af kemikalier på sediment vurderes derfor som ubetydelig.</p> <p><u>Utilsigtede hændelser</u></p> <p>Olieudslip fra blowout kan have konsekvenser for kysten og kystområderne. Olien vil højst sandsynligt nå strandområdet som tjærekugler, der kan renses op. Med flere sikkerhedsprocedurer på plads for at sikre, at blowoutet stoppes, er risikoen for blowout meget lav. Risikoen for en påvirkning er derfor meget lav.</p>	Ubetydelig
Nationale specifikke miljøfarlige stoffer i biota	<p>OSPAR-regler (se afsnit 7.2) er gældende. Udledning af kemikalier er kun relevant i forbindelse med lækagetest af offloadingsystemet. Udledningsfanen, der kan påvirke vandrammedirektivets mål, er begrænset til et lokalt område med et maksimalt påvirkningsområde på nogle få meter. Nogle planktonarter er følsomme over for toksiske påvirkninger, men samtidig har de fleste plankton en hurtig omsætningshastighed, og koncentrationen af plankton tæt på havbunden er lav. Effekten vil være reversibel inden for en kort tidsramme, og konsekvensen af udledning af kemikalier på plankton og bundfauna vurderes derfor som ubetydelig.</p> <p><u>Utilsigtede hændelser</u></p> <p>Olieudslip fra blowout kan have konsekvenser for kysten og kystområderne. Olien vil højst sandsynligt nå strandområdet som tjærekugler, der kan renses op. Med flere sikkerhedsprocedurer på</p>	Ubetydelig

Biologisk kvalitetselement og kemiske parametre	Vurdering	Samlet konsekvens
	plads for at sikre, at blowoutet stoppes, er risikoen for blowout meget lav. Risikoen for en påvirkning er derfor meget lav.	
Koncentrationer af prioriterede stoffer	<p>OSPAR-regler (se afsnit 7.2) er gældende. Udledning af kemikalier er kun forbundet med lækagetest af offloadingsystemet. Udledningsfanen, der kan påvirke vandrammedirektivets mål, er begrænset til et lokalt område med et maksimalt påvirkningsområde på nogle få meter. Effekten vil være reversibel inden for en kort tidsramme, og konsekvensen af udledning af kemikalier vurderes derfor som ubetydelig.</p> <p><u>Utsigtte hændelser</u></p> <p>Olieudslip fra blowout kan have konsekvenser for kysten og kystområderne. Olien vil højst sandsynligt nå strandområdet som tjærekugler, som kan renses op. Med flere sikkerhedsprocedurer på plads for at sikre, at blowoutet stoppes, er risikoen for blowout meget lav. Risikoen for en påvirkning er derfor meget lav.</p>	<b>Ubetydelig</b>

## 15. HAVSTRATEGI

### 15.1 Introduktion

Havstrategirammedirektivet har til formål at beskytte havmiljøet gennem en økosystembaseret tilgang, hvor det overordnede mål er at opnå en god miljøtilstand i medlemsstaternes havområder. Direktivet er implementeret i dansk lovgivning gennem havstrategiloven, lovbekendtgørelse nr. 123 af 01/02/2024, som definerer 11 deskriptorer, der samlet vurderer god økologisk tilstand (GES) for Nordsøen (herunder Kattegat) og Østersøen. GES fastsættes ud fra et sæt kriterier, som EU-kommissionen har opstillet i GES-afgørelsen fra 2017 (Den Europæiske Unions Tidende, 2017).

I Tabel 15-1 er de 11 deskriptorer beskrevet sammen med relevante miljømål, kriterier og den aktuelle miljøtilstand for hver deskriptor i Nordsøen. Miljøtilstanden blev sidst vurderet i april 2019 under havstrategi II (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019).

Deskriptorerne omfatter både receptorer og kilder til påvirkninger til identifikation af menneskelig påvirkning på marine økosystemer. Denne kombination af årsager og påvirkninger beskrives i ret generelle vendinger. Havstrategirammedirektivet indeholder ikke klare kriterier, der definerer "god" miljøtilstand. Konsekvensvurderingen af *Projekt Greensand Future* vedrørende deskriptorerne i havstrategirammedirektivet er derfor forankret i mere specifikke tærskler (dvs. OSPAR-konventionen).

### Havstrategiområder

Havstrategiområder er udpeget i Nordsøen med det formål at beskytte det benthiske miljø. Følgende aktiviteter er forbudt på alle områder (Miljøministeriet, 2021):

- Fiskeri med bundtrawl (herunder bomtrawl, bundtrawl og vod osv.).
- Havvind- og energiøer (herunder konstruktioner, seismiske undersøgelser mv.).
- Olie- og gasaktiviteter (herunder konstruktioner, boringer, seismiske undersøgelser osv.).
- Indvinding af råstoffer (herunder seismiske undersøgelser osv.).
- Klapning
- CO<sub>2</sub>-lagring (herunder konstruktioner, boringer, seismiske undersøgelser osv.).
- Akvakultur (herunder havbrug (fiskeopdræt), skaldyrsopdræt og tangbrug).
- Ny transportinfrastruktur (herunder broer og tunneller osv.).
- Geologiske/seismiske undersøgelser, der ikke vedrører
  - videnskabelig forskning eller naturbeskyttelsesforvaltning.
  - installation og vedligeholdelse af kabler, rør, ledninger osv.

I de strengt beskyttede havstrategiområder er der, ud over ovenstående, implementeret yderligere begrænsninger for fiskeri med alle redskaber (både erhvervsfiskeri og fritidsfiskeri/rekreativt fiskeri).

Konstruktion og vedligeholdelse af kabler, rør, ledninger mv. vil fortsat være muligt i begge typer beskyttede områder, men det påhviler den godkendende myndighed at gøre det under størst mulig hensyntagen til de beskyttede havstrategiområder. Denne vurdering vil også kunne tage hensyn til sociale og økonomiske overvejelser. Seismiske undersøgelser i relation hertil vil være mulige.

Restriktionerne indføres inden for de beskyttede og strengt beskyttede havstrategiområder, og der fastsættes således ingen restriktioner i forhold til aktiviteter, der finder sted uden for områderne, uanset om de kan forårsage en påvirkning på områderne (Miljøministeriet, 2021).

Det nærmeste havstrategiområde ligger ca. 17 km fra projektområdet (Figur 10-22). Anvendelsen af arealet skal følge havstrategirammedirektivets mål om at opnå GES for de 11 deskriptorer, der findes i Tabel 15-1. En del af området er yderligere pålagt streng beskyttelse, hvilket betyder, at fiskeri (både kommercielt og rekreativt) er forbudt. I forbindelse med *Projekt Greensand Future* sker der ingen aktiviteter indenfor havstrategiområder som ikke er tilladte og derved følger projektet lovgivningen.

### 15.1.1 Potentielle påvirkninger

Listen over receptorer og påvirkningsmekanismer beskrevet i afsnit 9.1.2 kan være direkte relateret til deskriptorerne i havstrategirammedirektivet, kapitel 7). Potentielle påvirkninger fra planlagte aktiviteter i *Projekt Greensand Future* på deskriptorerne i havstrategirammedirektivet er:

- Undervandsstøj: i anlægsfasen forventes undervandsstøj fra fartøjer, der udfører installation af offloadingsystemet og flowlinjen. I driftsfasen forventes undervandsstøj fra seismiske undersøgelser, CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet, fartøjet der udfører seismiske undersøgelser, supportfartøjer der udfører vedligeholdelse og fra CO<sub>2</sub>-transportskibet.
- Forstyrrelse fra fartøjer: i anlægsfasen sker der forstyrrelser fra fartøjer, der er nødvendige i forbindelse med installationsaktiviteter og transport. I driftsfasen forventes forstyrrelser fra CO<sub>2</sub>-transportskibet og fra fartøjet, der udfører seismisk undersøgelse og fra fartøjer, der udfører vedligeholdelse.
- Arealinddragelse: i anlægsfasen og i hele driftsfasen forventes et fysisk fodaftryk fra offloadingsystemet og fra CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet.
- Fysisk forstyrrelse af havbunden: i anlægsfasen forventes fysisk forstyrrelse som resuspension af sediment, mens den undersøiske rørledning og betonmadrasser placeres på havbunden.
- Lys: i anlægsfasen forventes lysemissioner fra Nini A-plattformen og fartøjer. I driftsfasen forventes lysemissioner fra Nini A-plattformen, CO<sub>2</sub>-fartøjet og fartøjet, der udfører seismiske undersøgelser og vedligeholdelsesaktiviteter.

Potentielle påvirkninger fra større ulykker på deskriptorerne i havstrategirammedirektivet er:

- Olieudslip i forbindelse med CO<sub>2</sub>-blowout.

### 15.1.2 Metoder og data

Følgende konsekvensvurdering af dette projekt vedrørende havstrategirammedirektivets deskriptorer er baseret på vurderingerne som beskrevet i kapitel 11, 12 og 13, som understøttes af en baselineundersøgelse af projektområdet, modellering af undervandsstøj, eksisterende data og den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur samt tidligere miljøkonsekvensvurderinger af lignende projekter.

Havstrategirammedirektivet omfatter både aktiviteter påvirkninger og receptorerne til identifikation af påvirkninger på marine økosystemer. Deskriptorerne i havstrategirammedirektivet er ment som generelle kriterier, der anvendes til at definere miljøtilstanden. Disse vurderinger omfatter direkte påvirkninger på de identificerede receptorer, mens mere indirekte påvirkninger er vanskelige at beskrive i detaljer. Der findes ingen klare, uddybede og standardiserede metoder til at beskrive konsekvensen af miljøpåvirkninger på økosystemets funktion. Der er derfor behov for en mere detaljeret forståelse af, hvordan systemet reagerer på forskellige eksterne påvirkninger, for at kunne foretage en korrekt vurdering af forskellige kumulative effekter på systemniveau. På

grundlag af vurderingen af projektet er de potentielle påvirkninger begrænsede og for størstedelens vedkommende midlertidige.

Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt til at vurdere virkningerne på økosystemniveau.

### 15.1.3 Vurdering

De receptorer, der er identificeret i denne VVM, er især relateret til havstrategiens tilstandsdeskriptorerne, dvs. D1, D4 og D6, som mere specifikt vedrører biodiversitet (havfugle, havpattedyr, ikke-kommercielt udnyttede fisk og pelagiske levesteder, dvs. plankton), havets fødenet og havbundens integritet (habitatyper på havbunden).

Påvirkninger fra planlagte aktiviteter og større ulykker er relateret til havstrategirammedirektivets belastningsdeskriptorer D5, D6, D7, D8, D9 og D11, som mere specifikt vedrører eutrofiering, havbundens integritet (tab og fysiske påvirkninger), hydrografiske ændringer, forurenende stoffer (herunder udledning af forurenende stoffer og olieudslip samt forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum) og undervandsstøj. Påvirkningerne fra disse aktiviteter vurderes for de relevante receptorer i kapitel 11, 12 og 13. Belastningsdeskriptorerne D2 (ikkehjemmehørende arter) og D10 (havaffald) vurderes som irrelevante for det aktuelle projekt, da alle fartøjer følger standarderne og procedurerne for håndtering og kontrol af skibes ballastvand og sedimenter i overensstemmelse med ballastvandskonventionen (se kapitel 7), som vil forhindre spredning af skadelige vandorganismer fra en region til en anden, mens alt affald transporteres til land og behandles i overensstemmelse med gældende lovgivning. Der forventes derfor ikke noget havaffald fra projektet.

De identificerede påvirkninger fra *Projekt Greensand Future* på det fysisk-kemiske, biologiske og socioøkonomiske miljø er opsummeret og yderligere vurderet i forhold til den samlede påvirkning i overensstemmelse med havstrategirammedirektivets deskriptorer, se Tabel 15-1.

Ingen aktiviteter som ikke er tilladte finder sted indenfor havstrategiområder, og derfor overholder *Projekt Greensand Future* lovgivningen. Ingen signifikante påvirkninger er identificeret for de relevante individuelle receptorer, og de tilgængelige data er vurderet som tilstrækkelige. På baggrund af ovenstående vurderes det, at *Projekt Greensand Future* ikke vil forsinke eller hindre havstrategirammedirektivets mål om at opnå god økologisk tilstand for deskriptorerne i havstrategirammedirektivet.

**Tabel 15-1. Relevante miljømål og nuværende status for de 11 deskriptorer i Nordsøen samt den samlede vurdering af potentielle påvirkninger fra det aktuelle projekt. Den nuværende status er baseret på data fra den seneste vurdering af Nordsøen (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019b).**

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>Deskriptor 1. Biodiversitet - Fugle:</b> Kvaliteten og forekomsten af levesteder samt arternes udbredelse og tætheder er i overensstemmelse med de fremherskende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.	1.1 Utsigtet bifangst af fugle er på et niveau, som ikke truer arten på lang sigt	For fugle svarer god miljøtilstand til vurderingen under fuglebeskyttelsesdirektivet. Data fra den seneste afrapportering (2013) af ynglende fugle viser, at visse artsgrupper overordnet set er stabile eller i fremgang såsom planteædende fugle og fugle, som fouragerer i vandsøjlen. For grupper som vadefugle og fugle, der fouragerer i overfladen, er under 75 % af arterne stabile eller i fremgang. For overvintrende fugle er hovedparten af artgrupperne stabile, i fremgang eller fluktuerende, dog ikke fugle, som søger føde på havbunden.	Påvirkninger af havfugle vurderes i afsnit 0.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forstyrrelser fra fartøjer</li> <li>• Lys</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav/medium sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed/lokal geografisk udbredelse</li> <li>• Lav intensitet</li> <li>• Kort/permanent varighed</li> <li>• Ubetydelig konsekvens</li> </ul> På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 1 (fugle).
	1.2 For fugle sikres det at bestande og levesteder opretholdes og beskyttes i henhold til målsætninger under fuglebeskyttelsesdirektivet.		
	1.3 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til det regionale arbejde vedrørende fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand og arbejder for, at tilstanden for biodiversitet er i overensstemmelse hermed.		
<b>Deskriptor 1. Biodiversitet - Havpattedyr:</b> Kvaliteten og forekomsten af levesteder samt arternes udbredelse og tætheder er i overensstemmelse med de fremherskende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.	1.6 Utsigtet bifangst af marsvin reduceres mest muligt og som minimum til et niveau under 1,7 % af den samlede bestands størrelse.	For havpattedyr svarer god miljøtilstand til gunstig bevaringsstatus under habitatdirektivet. Der er opnået god miljøtilstand for spættet sæl. Gråsæl er i fremgang, men havde ikke opnået god tilstand i 2013. Bestanden af marsvin i Nordsøen er stabil. Viden om bifangst er begrænset, særligt for sæler, men for marsvin vurderes bifangstraten at være under 1 % af bestanden.	Påvirkningen på havpattedyr vurderes i afsnit 11.8.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Undervandsstøj</li> <li>• Forstyrrelser fra fartøjer</li> <li>• Lys</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav/medium sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed/regional geografisk udbredelse</li> <li>• Lav intensitet</li> <li>• Kort/permanent varighed</li> <li>• Ubetydelig/begrænset konsekvens</li> </ul> På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 1 (havpattedyr).
	1.7 Utsigtet bifangst af sæler ligger på et tilstrækkeligt lavt niveau, som ikke truer bestande af sæler på lang sigt.		
	1.8 Marsvin, spættet sæl og gråsæl opnår gunstig bevaringsstatus i overensstemmelse med den tidshorisont, der er fastsat under habitatdirektivet.		

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>Deskriptor 1. Biodiversitet - Fisk:</b> Kvaliteten og forekomsten af levesteder samt arternes udbredelse og tætheder er i overensstemmelse med de fremherskende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.	Der findes kun operationelle mål for fisk, der ikke udnyttes kommercielt.	Tilstanden for fisk, der ikke udnyttes erhvervsmæssigt, er vurderet på baggrund af 14 udvalgte arter. I forhold til fiskeridødeligheden er knap 1/4 af de undersøgte bestande i god tilstand. I forhold til populationstætheden er lidt under halvdelen af de undersøgte bestande i god tilstand.	Påvirkningen på fisk vurderes i afsnit 11.7.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Undervandsstøj</li> <li>• Arealinddragelse</li> <li>• Fysisk forstyrrelse af havbunden</li> <li>• Lys</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed/lokal geografisk udbredelse</li> <li>• Lav/medium intensitet</li> <li>• Kort/permanent varighed</li> <li>• Ubetydelig/begrænset konsekvens</li> </ul> På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 1 (fisk).
<b>Deskriptor 1. Biodiversitet - Pelagiske habitater:</b> Kvaliteten og forekomsten af levesteder samt arternes udbredelse og tætheder er i overensstemmelse med de fremherskende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.	1.13 Forekomsten af plankton følger langtidsgennemsnittet.	Overordnet set har planteplanktonbiomassen været jævnt faldende i Nordsøen, Kattegat, Bælthavet samt i Østersøen fra 1978-2016 – dog mest markant for Østersøen. Der ses en mindre stigning efter 2012 i begge regioner. Der er ikke nok data på zooplankton til at vurdere udviklingen.	Påvirkninger af plankton vurderes i afsnit 11.5.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Udledning af kemikalier</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed</li> <li>• Lav intensitet</li> <li>• Meget kort varighed</li> <li>• <b>Ubetydelig konsekvens</b></li> </ul> På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 1 (pelagiske habitater).
<b>Deskriptor 2 Ikke-hjemmehørende arter:</b> Indførelsen af ikkehjemmehørende arter via menneskelige	2.1 Antallet af nye ikkehjemmehørende arter introduceret gennem ballastvand, begroning og andre relevante menneskelige aktiviteter er faldende.	I både Nordsøen og Østersøen registreres der fortsat nye ikkehjemmehørende arter. Det forventes ikke, at der kan opnås et fald i ny-introduktioner af ikkehjemmehørende arter, før bl.a. internationale indsatser som	Da alle fartøjer følger ballastvandskonventionen om håndtering af ballastvand, forventes der ingen påvirkning fra udledning af ballastvand, og det er derfor ikke vurderet i denne VVM.

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
aktiviteter ligger på et niveau, der ikke medfører negative effekter på havets arter og naturtyper.	2.2 Udbredelsen af visse invasive arter er så vidt muligt på et niveau således at væsentlige negative effekter er stabile eller faldende.	eksempelvis FN's ballastvandkonvention begynder at få effekt. Data er generelt mangelfuldt, men det vurderes umiddelbart, at der ikke er opnået en god miljøtilstand i Østersøen eller Nordsøen.	Konsekvenserne vurderes derfor som <b>irrelevante</b> .
	2.3 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til det regionale arbejde om fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand og arbejder for, at antallet af nye ikkehjemmehørende arter og påvirkningerne fra invasive arter er i overensstemmelse hermed.		
<b>Deskriptor 3 Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande:</b> Populationerne af alle fiske- og skaldyrarter, der udnyttes erhvervsmæssigt, ligger inden for sikre biologiske grænser og udviser en alders- og størrelsesfordeling, der er betegnende for en sund bestand.	3.1 Antallet af kommercielt fiskede bestande, der reguleres efter MSY-principperne i den fælles fiskeripolitik, er stigende	Samlet set vurderes miljøtilstanden for de erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande som værende ikke god. Vurderingen er foretaget for 22 udvalgte bestande af fisk, krebs- og skaldyr. 10 af bestande er vurderet til god tilstand, mens der er ikke god tilstand for otte bestande.	Påvirkningen på fiskeriet vurderes i afsnit 11.7.
	3.2 Inden for rammerne af den fælles fiskeripolitik er fiskeridødeligheden (F) på niveauer, der kan sikre maksimalt bæredygtigt udbytte (Fmsy).		Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"><li>Sikkerhedszoner</li></ul>
	3.3 Inden for rammerne af den fælles fiskeripolitik er gydebiomassen (B) over det niveau, der kan sikre maksimalt bæredygtigt udbytte (MSY Btrigger).		Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"><li>Lav sårbarhed</li><li>Umiddelbar nærhed</li><li>Lav intensitet</li><li>Permanent varighed</li><li><b>Ubetydelig konsekvens</b></li></ul>
			På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 3.

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>Deskriptor 4 Havets fødenet:</b> Alle kendte elementer i havets fødenet er til stede og forekommer med normal tæthed og diversitet samt er på niveauer, som sikrer en stabil artstæthed og opretholdelse af arternes fulde reproduktionsevne.	4.1 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til det regionale arbejde vedrørende fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand og arbejder for, at de antropogene påvirkninger af fødenettet og dets delelementer er i overensstemmelse hermed.	Havets fødenet er vurderet på baggrund af organismer, der repræsenterer forskellige niveauer i fødenettet, nemlig plankton, fisk, fugle og havpattedyr. Artsdiversiteten for plankton er opgjort, hvor det har været muligt. For plankton, fisk, fugle og pattedyr er udviklingen af biomassen over tid præsenteret. Det generelle billede for flere af de vurderede indikatorer er en svag stigning i biomasse de senere år. For fuglene er billedet lidt mere broget. Biomassen for fytoplankton har været jævnt faldende fra 1978- 2012, hvorefter der ses en mindre stigning.  På trods af vurderinger af enkelte delelementer i fødenettet er det ikke muligt at vurdere, om fødenettet som helhed vil være i god miljøtilstand i 2020	Påvirkninger af plankton, fisk, havpattedyr og havfugle vurderes i afsnit 11.5, 11.7, 11.8 og 0 og den samlede vurdering gennemgås ovenfor under deskriptor 1.  Den samlede konsekvens af potentielle påvirkninger af disse receptorer er ubetydelig eller begrænset i både anlægs- og driftsfasen. På dette grundlag vurderes der ingen signifikant konsekvens for deskriptor 4.
<b>Deskriptor 5 Eutrofiering:</b> Menneskeskabt eutrofiering er minimeret, navnlig de negative virkninger heraf, såsom tab af biodiversitet, forringelse af økosystemet, skadelige algeopblomstringer og iltmangel på havbund.	5.1 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til det regionale arbejde vedrørende fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand for Nordsøen og Skagerrak og arbejder for, at menneskeskabt eutrofiering og effekterne heraf er i overensstemmelse hermed.  5.2 Dansk andel af tilførsler af kvælstof og fosfor (TN, TP) følger de maksimalt acceptable tilførsler fastsat i HELCOM.  5.3 Kystvande: Målbeklastninger og indsatsbehov for fjorde og kystvande fastsat i henhold til vandrammedirektivet overholdes. Mål og behov fremgår af de danske vandområdeplaner.	I forhold til eutrofiering er der god tilstand i de åbne danske havområder i Nordsøen inklusive Skagerrak, der er beliggende langt fra land. Der er derimod endnu ikke opnået god tilstand i de åbne havområder, der er tættere på land, og ingen af kystvandområderne har nået målopfyldelse	Påvirkningen på vandkvaliteten vurderes i afsnit 11.3.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Udledning af kemikalier</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed</li> <li>• Lav intensitet</li> <li>• Meget kort varighed</li> <li>• <b>Ubetydelig konsekvens</b></li> </ul> På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 5.
<b>Deskriptor 6 Havbundens integritet (tab og</b>	6.1 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til arbejdet regionalt og i EU vedrørende fastsættelse af tærskelværdier og god	Havbunden i Danmark er stærkt udnyttet med forstyrrelsesrater på omkring 85 % i Nordsøen og 67 % i Østersøen. Det	Det samlede fysiske fodaftryk fra konstruktioner i anlægsfasen og driftsfasen er ca. 850 m <sup>2</sup> , hvilket resulterer i

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>fysiske påvirkninger):</b> Havbundens integritet er på et niveau, hvor økosystemernes struktur og funktioner bevares, og hvor især bentiske økosystemer ikke påvirkes negativt.	miljøtilstand og arbejder for, at tab, fysisk forstyrrelse og negative effekter på havbunden er i overensstemmelse hermed.	samlede tab er ca. 1 % for henholdsvis Nordsøen og Østersøen, men for enkelte habitattyper er tabsandelen høj. Data fra stenrev og den bløde bund i åbne farvande viser, at lysnedtrængning i havet er forbedret, hvilket optimerer forholdene for havbundens arter. Der er endnu ikke fastsat tærskelværdier for god tilstand, men på baggrund af ovenstående opgørelser formodes det, at der ikke er god tilstand for havbunden i forhold til forstyrrelse og for visse habitattyper heller ikke i forhold til tab.	<p>permanent tab af havbund, da konstruktionerne forbliver i mere end 8 år.</p> <p>Påvirkningen af fysisk tab og fysisk forstyrrelse af havbunden blev også vurderet i afsnit 9.1.</p> <p>I betragtning af de relativt små dimensioner af det fysiske fodaftryk og fysiske forstyrrelser i et homogent område vurderes ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 6 (tab og fysiske påvirkninger).</p>
<b>Deskriptor 6 Havbundens integritet (habitattyper på havbunden):</b> Havbundens integritet er på et niveau, der sikrer, at økosystemernes struktur og funktioner beskyttes, og navnlig bentiske økosystemer ikke påvirkes negativt.	<p>6.5 Habitatdirektivets marine naturtyper opnår gunstig bevaringsstatus i overensstemmelse med den tidshorisont, der er fastsat af habitatdirektivet.</p> <p>6.6 Det nordlige Øresund udpeges som beskyttet område under havstrategidirektivet, og der gennemføres et stop for tilladelser til indvinding af råstoffer. Dette medfører ikke ændringer i forhold til den eksisterende fiskeriregulering.</p> <p>6.7 De væsentligste habitater indeholder de for danske havområder almindeligt forekommende arter og samfund.</p>	Havbunden i Danmark er stærkt udnyttet med forstyrrelsesrater på omkring 85 % i Nordsøen og 67 % i Østersøen. Det samlede tab er ca. 1 % for henholdsvis Nordsøen og Østersøen, men for enkelte habitattyper er tabsandelen høj. Data fra stenrev og den bløde bund i åbne farvande viser, at lysnedtrængning i havet er forbedret, hvilket optimerer forholdene for havbundens arter. Der er ikke fastsat tærskelværdier for god tilstand endnu, men på baggrund af ovenstående opgørelser formodes det, at der ikke er god tilstand for havbunden i forhold til forstyrrelse og for visse habitattyper heller ikke i forhold til tab.	<p>De installerede konstruktioner vil optage et areal på ca. 850 m<sup>2</sup> og vurderes at medføre et permanent tab af havbund, da konstruktionerne forbliver i mere end 8 år.</p> <p>Den bentiske naturtype inden for projektområdet består udelukkende af "offshore cirkalittoral mudder", som er den dominerende naturtype omkring projektområdet sammen med "offshore cirkalittoral sand".</p> <p>I betragtning af de relativt små dimensioner af det fysiske fodaftryk og fysiske forstyrrelser i et homogent område vurderes ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 6 (habitattyper på havbunden).</p>

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>Deskriptor 7</b> <b>Hydrografiske ændringer:</b> Permanent ændring af de hydrografiske egenskaber påvirker ikke de marine økosystemer i negativ retning.	7.1 Antropogene aktiviteter, som især er forbundet med fysisk tab af havbunden, og som forårsager permanente hydrografiske ændringer, har alene lokale virkninger på havbunden og i vandsøjlen og udformes under hensyn til miljøet samt, hvad der er teknisk muligt og økonomisk rimeligt for at forebygge skadelige virkninger på havbunden og i vandsøjlen.	Der er registreret permanente hydrografiske ændringer både i vandsøjlen og ved havbunden. De negative påvirkninger heraf vurderes at være ubetydelige. Den største påvirkning pr. habitattype forekommer på infralittoral blandet sediment og infralittorale klipper og biogene rev.	Virkninger på hydrografi vurderes i afsnit 10.2.  De installerede konstruktioner vil optage et areal på ca. 850 m <sup>2</sup> og vurderes at medføre et permanent tab af havbund, da konstruktionerne forbliver i mere end 8 år. Som vurderet i afsnit 10.2 vil disse strukturer imidlertid ikke påvirke hydrografen, og der vurderes ingen signifikante konsekvenser for deskriptor 7.
	7.2 I forbindelse med tilladelse til aktiviteter på havet, der kræver en miljøkonsekvensvurdering, fremmer godkendelsesmyndigheden, at opgørelse over hydrografiske ændringer og de negative påvirkninger heraf indrapporteres til Miljøstyrelsen (overvågningsprogram).		
<b>Deskriptor 8</b> <b>Forurenende stoffer (koncentrationer og arters sundhed):</b> ligger på niveauer, der ikke giver anledning til forureningsvirkninger.	8.1 Udledninger af forurenende stoffer i vand, sediment og levende organismer må ikke lede til overskridelser af vedtagne miljøkvalitetsstandards, der anvendes i den gældende lovgivning.	Uden for territorialfarvandene er der samlet set god miljøtilstand for stofferne PFOS og benz(a)pyren. Der er ikke opnået god miljøtilstand for hverken kviksølv eller gruppen af bromerede flammehæmmere. For begge stoffer er indholdet i fisk desuden steget over de senere år. Der er forhøjede niveauer af TBT flere steder, særligt omkring sejltreder og i havne i Østersøen og Kattegat. Niveauer af fejludviklede unger hos ålekvabbe er forhøjede, hvilket indikerer, at der er en miljøpåvirkning.	Potentielle påvirkninger på vandkvaliteten med hensyn til forurenende stoffer blev vurderet i afsnit 11.3.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Udledning af kemikalier</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed</li> <li>• Lav intensitet</li> <li>• Meget kort varighed</li> <li>• <b>Ubetydelig konsekvens</b></li> </ul> Da der desuden ikke blev vurderet nogen signifikant påvirkning af plankton (afsnit 11.5), vurderes ingen afledte påvirkninger på højere trofiske niveauer tilsvarende.  På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 8.
	8.2 Emissioner, udledninger og tab af PBDE og kviksølv standses eller udfases.		
	8.3 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til arbejdet regionalt og i EU vedrørende fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand og arbejder for, at mængderne af forurenende stoffer er i overensstemmelse hermed.		
	8.4 Der sker et gradvist fald i niveauer af imposex / intersex hos havsnegle.		

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>Deskriptor 8</b> <b>Forurenende stoffer (akutte forureningshændelse r):</b> Omfanget af væsentlige akutte forureningshændelser er minimeret.	8.9 Forekomst og omfang af akutte forureningsbegivenheder nedbringes løbende i muligt omfang gennem forebyggelse, overvågning og risikobaseret dimensionering af beredskabet.	God miljøtilstand kan ikke vurderes for de akutte forureningshændelser i Nordsøen, da der i perioden er store årsvariationer af olie- og kemikaltiespild fra olie- og gasinstallationer. Der kan ikke derfor ikke udledes en trend i udviklingen.	Olieudslip fra en blowout vil i værste fald kunne påvirke vandkvaliteten, bundsamfund, fisk, fugle og havpattedyr se kapitel 13. Risikoen for en blowout er meget lav med flere sikkerhedsprocedurer på plads for at sikre, at blowout stoppes. Risikoen for påvirkning på deskriptoren er derfor meget lav og vil sandsynligvis ikke få konsekvenser for deskriptor 8.
	8.10 De negative effekter på havpattedyr og -fugle, når der opstår væsentlige akutte forureningsbegivenheder, forebygges og minimeres i muligt omfang. Dette kan f.eks. sikres ved brug af flydespærre samt gennem beredskabsplaner for olieramte havpattedyr og -fugle.		
<b>Deskriptor 9</b> <b>Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum:</b> Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum overstiger ikke de niveauer, der er fastlagt i fællesskabslovgivningen eller andre relevante standard	9.1 Udledning af forurenende stoffer må generelt ikke lede til overskridelser af de til enhver tid gældende maksimale grænseværdier i fødevarelovgivningen for fisk og skaldyr til konsum.	Der er god tilstand for koncentrationer af tungmetallerne bly, cadmium og kviksølv samt stoffet benz(a)pyren i fisk og skaldyr til konsum. Der er dog fundet for høje koncentrationer af dioxiner og PCB i makrel, torskelever og laks. Grundet for høje koncentrationer er der forbud mod at sælge bestemte fisk af en vis størrelse, som er fanget i Østersøen.	Potentielle påvirkninger på vandkvaliteten med hensyn til forurenende stoffer blev vurderet i afsnit 11.3 og 11.5.  Potentielle påvirkninger omfatter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Udledninger af kemikalier</li> </ul> Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lav sårbarhed</li> <li>• Umiddelbar nærhed</li> <li>• Lav intensitet</li> <li>• Meget kort varighed</li> <li>• <b>Ubetydelig konsekvens</b></li> </ul> Da der ikke blev vurderet nogen signifikant påvirkning af plankton eller bundfauna fra udledning af forurenende stoffer eller kemikalier (afsnit 11.5 og 11.6), og ingen afledte påvirkninger på højere trofiske niveauer blev tilsvarende vurderet.  På dette grundlag vurderes der ingen væsentlige konsekvenser for deskriptor 9.
	9.2 Trenden i de samlede danske dioxinudledninger til luften stiger ikke.		

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
<b>Deskriptor 10 Marint affald:</b> Egenskaberne og mængderne af affald i havet skader ikke kyst- og havmiljøet.	10.1 Mængden af marint affald reduceres væsentligt med henblik på at nå FN målet om, at inden 2025 skal marint affald forebygges og reduceres væsentligt.	Affald hører grundlæggende ikke hjemme i naturen, og det vurderes derfor, at der i dag er for meget affald i det marine miljø. Marint affald udgør pga. strømmæssige forhold især et problem på de vestjyske strande, og plastik er den dominerende affaldstype. De højeste niveauer i 2015 sås ved Skagen Strand. Fra 2012-2016 havde 95 % af havfuglen mallemuk plastik i maven, mens der i 20-30 % af undersøgte fiskemaver blev fundet mikropartikler.	Der forventes ingen aktiviteter i dette projekt, der resulterer i marint affald og det er derfor ikke vurderet i denne VVM. Konsekvenserne vurderes derfor som <b>irrelevante</b> .
	10.2 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til arbejdet regionalt og i EU vedrørende fastsættelse af tærskelværdier samt god miljøtilstand, og arbejder for, at mængderne af marint affald er i overensstemmelse hermed.		
	10.3 Tab af fiskeredskaber i de danske havområder forebygges med henblik på at nå FN målet om, at inden 2025 skal marint affald forebygges og væsentligt reduceres.		
<b>Deskriptor 11 Energi, herunder undervandsstøj:</b> Indførelsen af energi, herunder undervandsstøj, befinder sig på et niveau, der ikke påvirker havmiljøet i negativ retning.	11.1 Havdyr under habitatdirektivet udsættes så vidt muligt ikke for impulslyd, der medfører permanente høreskader (PTS). Grænseværdien for PTS vurderes i øjeblikket at være 200 og 190 dB re.1 uPa2s SEL for hhv. sæler og marsvin, der er de arter, hvor der foreligger mest viden. Det må dog forventes, at disse grænser skal revideres, efterhånden som ny viden på området bliver tilgængelig. Værdierne er baseret på støjeksponeringsniveauet akkumuleret over 2 timer.	En analyse fra 2015 viser, at der registreres støjende aktiviteter i form af impulslyd i Nordsøen og det Nordlige Kattegat. Lydniveauet er på et niveau, der kan have en skadelig virkning. Størstedelen af de danske havområder er påvirket af impulsstøj i mindre end 10 dage. Lavfrekvent lyd er ikke undersøgt i Nordsøen.	Påvirkningerne fra aktiviteter, der genererer undervandsstøj for fisk og havpattedyr, blev vurderet i sektionerne 11.7 og 11.8.  Samlet vurdering: <ul style="list-style-type: none"><li>• Lav/medium sårbarhed</li><li>• Umiddelbar nærhed/regional geografisk udbredelse</li><li>• Lav/medium intensitet</li><li>• Kort/mellem varighed</li><li>• <b>Ubetydelig/begrænset konsekvens</b></li></ul> På dette grundlag vurderes det, at den undervandsstøj, der genereres i dette projekt, ikke giver anledning til negative påvirkninger på populationsniveau for fisk eller havpattedyr.
	11.2 Antropogene aktiviteter, som giver anledning til impulslyd, planlægges på en sådan måde, at direkte skadelige virkninger på sårbare populationer af havdyr i videst muligt omfang undgås både i rum, tid og niveau, og at påvirkningerne ikke vurderes at have langsigtede negative effekter på populationsniveau.		

Deskriptor og god miljøtilstand	Relevante miljømål	Nuværende miljøtilstand	Samlet vurdering af påvirkningerne
	11.3 Aktiviteter fra Forsvarsministeriets underliggende myndigheder, som medfører impulsstøj i havmiljøet, bliver så vidt muligt vurderet og tilpasset for at reducere en mulig negativ effekt på havdyr under habitatdirektivet, så længe dette ikke strider mod forsvarsformål eller den nationale sikkerhed. Forsvaret anvender gældende NATO-standarder, når der foretages miljøvurderinger.		
	11.4 I forbindelse med udførelsen af seismiske forundersøgelser gennemføres tilstrækkelige afværgeforanstaltninger i overensstemmelse med Energistyrelsens vejledning om standardvilkår for forundersøgelser til havs.		
	11.5 Miljø- og Fødevareministeriet bidrager til arbejdet regionalt og i EU vedrørende fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand og arbejder for, at omfanget af undervandsstøj er i overensstemmelse hermed.		

## 16. HAVPLAN

### 16.1 Introduktion

Havplanen har hjemmel i lov om maritim fysisk planlægning (havplanloven, LBK nr 400 af 06/04/2020). Loven gennemfører EU-direktivet 2014/89/EU om rammerne for maritim fysisk planlægning, som forpligter EU-lande til at udarbejde en havplan. Med havplanen gennemføres en helhedsorienteret fysisk planlægning for det samlede danske havareal. Formålet med havplanen er at fremme økonomisk vækst, udvikling af havarealer og udnyttelse af havressourcer på et bæredygtigt grundlag. Havplanen dækker hele det danske havareal. Det vil sige søterritoriet og den eksklusive økonomiske zone (EEZ).

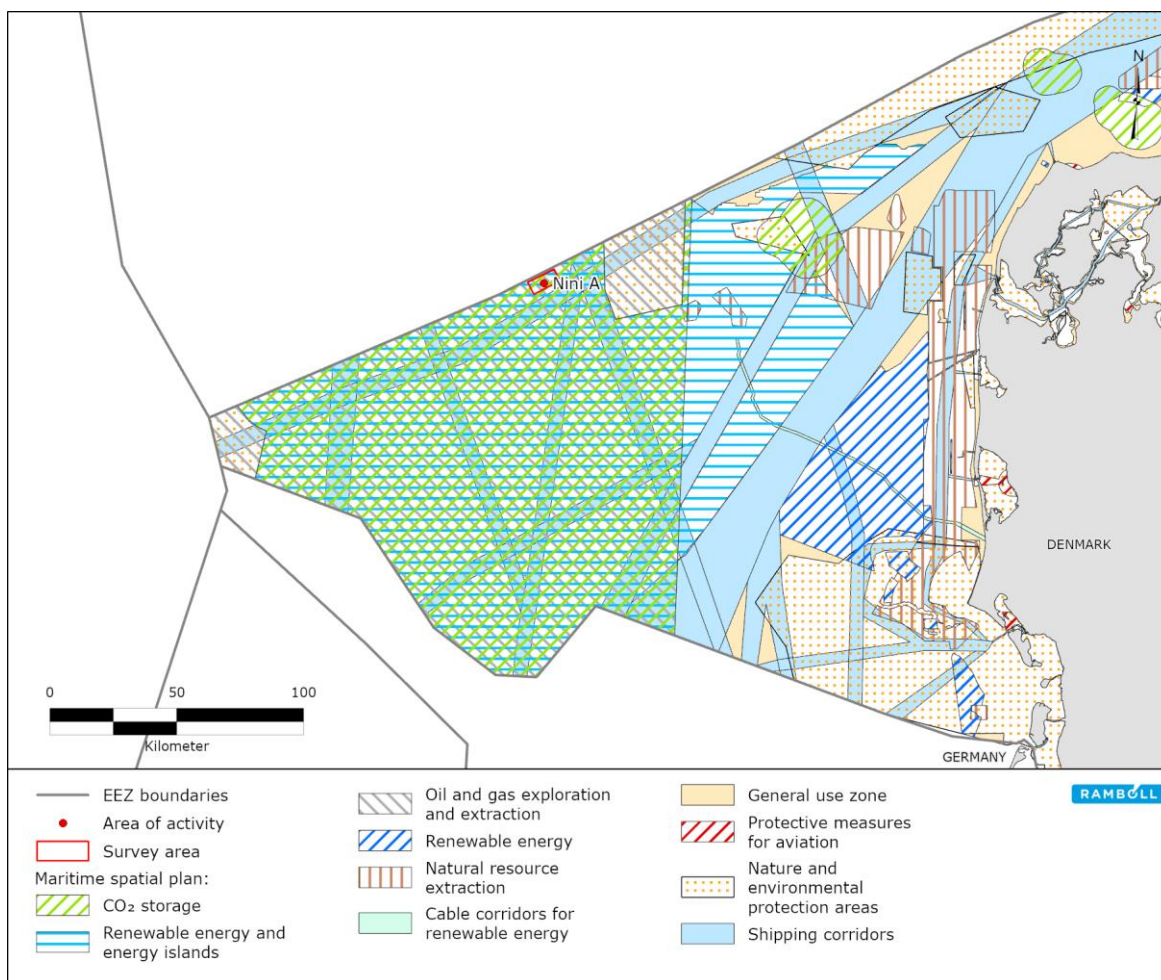
Havplanen skal planlægge for følgende anvendelser og aktiviteter:

1. Energisektoren til søs
2. Søtransport
3. Transportinfrastruktur
4. Fiskeri og akvakultur
5. Indvinding af råstoffer på havet og
6. Bevarelse, beskyttelse og forbedring af miljøet

Derudover kan der planlægges for bæredygtig turisme, rekreative aktiviteter, friluftsliv samt landindvinding.<sup>1</sup>

*Projekt Greensand Future* er beliggende i et område, der er udpeget til olie- og gasefterforskning og -udvinding, CO<sub>2</sub>-lagring og vedvarende energi og energier i henhold til havplanen. Projektområdet overlapper ikke med vigtige skibskorridorer og ligger uden for områder med beskyttelsesforanstaltninger for luftfart (se Figur 16-1).

<sup>1</sup> Danish Maritime Authority (URL: <https://havplan.dk/da/om-havplanen> last accessed 09.01.2025)



Figur 16-1 Den danske havplan der viser områder for udpegede aktiviteter.

### 16.1.1 Potentielle påvirkninger

De potentielle påvirkninger på den rumlige udnyttelse af havområderne relateres til:

- Sikkerhedszoner

### 16.1.2 Metode og data

Til vurdering af påvirkninger fra *Projekt Greensand Future* på havplanen, er udpegede områder jf. havplanen blevet kortlagt (Søfartsstyrelsen, 2021) og gennemgået med hensyn til placering og aktiviteter for *Projekt Greensand Future*.

### 16.1.3 Vurdering

I projektets anlægsfase, installeres 300 m undersøisk rørledning, som ligger inden for Nini A-plattformens 500 meter sikkerhedszone. En navigationsbøje placeres for at markere CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet. Dette sikkerhedspunkt implementeres for at forhindre forankring og trawling i at skade CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet. Dette sikkerhedspunkt vil forblive under hele driftsfasen.

Projektområdet ligger inden for en zone, der er udpeget til olie- og gasefterforskning og -udvinding, CO<sub>2</sub>-lagring samt vedvarende energi og energiløser, og den nye sikkerhedszone forstyrrer ikke andre geografiske anvendelseszoner i henhold til havplanen. Den nye sikkerhedszone fra CO<sub>2</sub>-lækagemonitoreringssystemet vurderes ikke at have nogen væsentlig indvirkning på den arealmæssige anvendelse af området. Den samlede påvirkning på havplanen fra sikkerhedszoner vurderes at være **ubetydelig**.

#### **Grænseoverskridende effekter**

Der er ikke konstateret væsentlige grænseoverskridende effekter.

#### **Manglende viden og usikkerheder**

De udpegede områder i havplanen, projektområdet og omfanget af de fremtidige indførte sikkerhedszoner er kendt til en høj grad. Der er derfor ikke konstateret manglende viden eller usikkerheder i denne vurdering. Konklusionen af denne vurdering anses derfor for at være holdbar. Desuden vil overvågningsplanen for projektet løbende blive vurderet og øget i omfang, hvis det er nødvendigt for at vurdere potentielle påvirkninger på andre områder i havplanen.

## 17. NATURA 2000-VURDERING

### 17.1 Introduktion

Natura 2000-netværket er det største koordinerede netværk af beskyttede områder i verden, der sikrer biodiversitet ved at bevare naturlige levesteder og vilde dyr og planter på EU's område. Netværket omfatter særlige bevaringsområder, der er udpeget af EU-staterne i henhold til habitatdirektivet om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter (92/43/EØF). Natura 2000 omfatter desuden særligt beskyttede områder, der er klassificeret i overensstemmelse med fugledirektivet (2009/147/EF).

Direktiverne gennemfører kravene i Bonn-konventionen om beskyttelse af migrerende arter og Bern-konventionen om beskyttelse af Europas vilde dyr og planter samt naturlige levesteder i fællesskabslovgivningen. Natura 2000-områder anses for at være af international betydning og er vigtige for bevarelsen af biodiversiteten i EU. Formålet med Natura 2000-områder er at opretholde eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter (både flora og fauna) i deres naturlige udbredelsesområde. Natura 2000-nettet består af:

- Særligt beskyttede områder (SPA): områder til beskyttelse af fuglearter, der er opført i fugledirektivet, samt trækfugle
- Særlige bevaringsområder (SAC): bevaringsområder for naturtyper og dyre- og plantearter, der er opført i habitatdirektivet
- Lokalt betydningsfulde områder: Bevaringsområder for naturtyper og dyre- og plantearter, der er opført i habitatdirektivet (lokalt betydningsfulde områder, der er vedtaget af Europa-Kommissionen, men endnu ikke formelt udpeget af hver medlemsstats regering).

Formålet med habitatdirektivet er at beskytte biodiversiteten ved at kræve, at medlemsstaterne træffer foranstaltninger til at opretholde eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for naturtyper og vilde arter. Formålet med fugledirektivet er at gennemføre særlige foranstaltninger til opretholdelse af vilde fugles gunstige bevaringsstatus, idet der primært fokuseres på bevaring af levesteder for visse sjældne fuglearter og regelmæssigt forekommende koncentrationer af trækfugle. Natura 2000-nettet beskytter de naturtyper, der er opført i bilag I, og de sjældne og sårbare arter, der er opført i bilag II af habitatdirektivet, samt de sjældne og sårbare fuglearter, der er opført i bilag I af fugledirektivet, og regelmæssigt forekommende koncentrationer af trækfugle.

Bevaringsstatus for en naturtype er defineret i habitatdirektivet (Rådets direktiv 92/43/EØF om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter) som "gunstig", når:

- Naturtypens naturlige udbredelsesområde og de områder, den dækker inden for dette udbredelsesområde, er stabile eller i vækst
- De særlige strukturer og funktioner, der er nødvendige for naturtypens opretholdelse på lang sigt, er til stede og forventes at fortsætte i en overskuelig fremtid
- Bevaringsstatus for naturtypens karakteristiske arter er gunstig.

En arts bevaringsstatus betragtes som "gunstig", når:

- Data om populationsdynamik viser, at arten opretholder sig selv som en levedygtig bestanddel af sine naturlige levesteder på lang sigt.
- Arts naturlige udbredelsesområde ikke mindskes og vil sandsynligvis heller ikke blive reduceret i en overskuelig fremtid.
- Der er og vil sandsynligvis fortsat være et tilstrækkeligt stort levested til at opretholde bestanden af arten på lang sigt.

## 17.2 Metode

Der kræves en vurdering af, om et projekt kan medføre væsentlige påvirkninger på Natura 2000-områder, efter habitatdirektivets artikel 6, stk. 3 og 4, og offshorehabitatbekendtgørelsen (bekendtgørelse nr. 846 af 26/06/2024).

Det første trin i vurderingen er en screening for væsentlighedsvurdering, som identificerer et projekts potentielle påvirkning på Natura 2000-områder, enten alene eller i kombination med andre projekter eller planer, og vurderer, om disse påvirkninger vil være væsentlige. Hvis væsentlige påvirkninger ikke kan udelukkes, gennemføres en væsentlighedsvurdering.

En fuldstændig konsekvensvurdering skal omfatte en vurdering af projektets eller planens påvirkning (enten alene eller i kombination med andre projekter eller planer) på Natura 2000-områdernes integritet med hensyn til bevaringsmålsætningerne for lokaliteterne og deres struktur og funktion. Det skal vurderes, om påvirkningen vil få negative virkninger på Natura 2000-områdernes integritet under hensyntagen til bevaringsmålsætningen for de pågældende områder. Den relevante vurdering baseres på den seneste videnskabelige viden og anvender forsigtighedsprincippet.

Hvis negative påvirkninger er sandsynlige, eller der fortsat er en vis usikkerhed, bør der foretages yderligere vurderinger i form af en vurdering af alternative løsninger og en vurdering, hvis der ikke findes alternative løsninger, og der fortsat er negative virkninger.

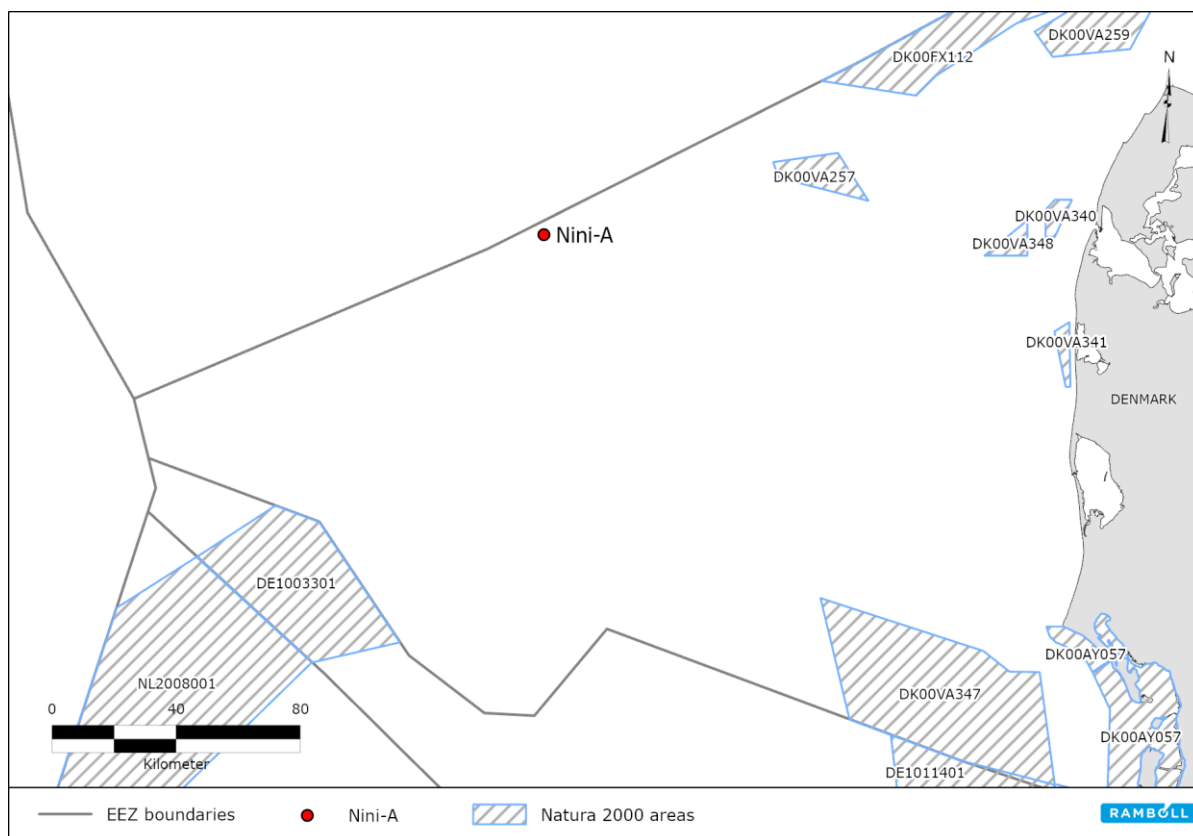
Dette kapitel er en screening for væsentlighedsvurdering af, om projektet kan medføre væsentlige påvirkninger på Natura 2000-områder. Væsentlighedsvurderingen er baseret på de seneste basisanalyser og forvaltningsplaner for hvert Natura 2000-område. Da medlemsstaterne nationalt gennemfører direktiverne forskelligt, vil bevaringsmålsætningerne blive beskrevet i forhold til, hvordan de er opført i de enkelte forvaltningsplaner for de relevante Natura 2000-områder.

## 17.3 Identifikation af Natura 2000-områder

Natura 2000-områder, der ligger nærmest projektområdet, er vist i Figur 17-1. Afstandene til projektområdet og den generelle beskrivelse af, hvad der er udpeget til bevaring for hvert Natura 2000-område (udpegningslisten) fremgår af Tabel 17-1. Hvert af de relevante Natura 2000-områder vil blive vurderet individuelt i de følgende afsnit.

**Tabel 17-1 Natura 2000-områder tæt på projektområdet. De generelle udpegningsgrundlag for områderne præsenteres samt afstanden til projektområdet.**

Natura 2000 (områdekod/navn)	Generelle udpegningsgrundlag	Afstand
DK00VA257 Jyske Rev, Lillefiskerbanke	Naturtyper	71 km
DK00VA347 Sydlige Nordsø	Naturtyper, habitatarter og fugle	147 km
DK00VA348 Thyborøn Stenvolde	Naturtyper	142 km
DK00FX112 Skagens Gren og Skagerrak	Fugle	102 km
DE1003301 Dogger Banke	Naturtyper og habitatarter	121 km
NL2008001 Dogger Banke	Naturtyper og habitatarter	156 km



Figur 17-1 Natura 2000-områder, der ligger tættest på projektområdet ved Nini-A.

### 17.3.1 DK00VA257 - Jyske Rev, Lillefiskerbanke

#### Udpegede naturtyper og arter

Den udpegede naturtype for Natura 2000-området nr. 248 Jyske Rev, Lillefiskerbanke (DK00VA257), er vist i Tabel 17-2. Oplysninger om dette område stammer fra den danske forvaltningsplan og basisanalysen (Miljøstyrelsen, 2020c, 2021a) samt fra den seneste artikel 17-rapportering til Europa-Kommissionen om bevaringsstatus for naturtyper og arter (Fredshavn, Nygaard, Ejrnæs, Damgaard, Therkildsen, Elmeros, Wind, Sander, et al., 2019), hvor de marine naturtyper og arter er opdelt i to havregioner, det marine Atlanterhavsområde (herunder Nordsøen, Skagerrak og de nordlige dele af Kattegat) og den marine Østersøregion (herunder den sydlige del af Kattegat, de indre danske farvande og Østersøen).

Tabel 17-2 Udpegningsgrundlag for Natura 2000-området DK00VA257.

Udpegningsgrundlag for DK00VA257	
Naturtyper	Rev (1170)

#### Bevaringsmålsætninger

##### Overordnede målsætning

Naturtyperne på udpegningsgrundlaget skal bidrage til at opnå gunstige betingelser på biogeografisk plan. Målet er, at naturtyperne, der i dag vurderes at være i ugunstig tilstand, sikres med hensyn til artsrigdom af plante- og dyreliv og forekomsten af arter, der er karakteristiske for naturtypen. Rev er sikret, da de udgør en særlig stor forekomst i Danmark. Den økologiske integritet

sikres desuden ved at sikre god vandkvalitet gennem foranstaltninger i vandområdeplanerne til reduktion af tilførslen af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer.

#### Konkrete mål

- Den samlede forekomst af naturtyper og levesteder for arter og fugle i Natura 2000-området, uanset om de er kortlagt eller ej, skal være stabil eller i fremgang, såfremt de naturgivne forhold giver mulighed for det.
- For de marine naturtyper skal tilstand og areal være stabil eller i fremgang og bidrage til gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau.

#### Bevaringsstatus

I den seneste artikel 17-rapport til Europa-Kommissionen om bevaringsstatus for naturtyper og arter, blev rev generelt anset for at være stabile i Atlanterhavsområdet. Strukturen og funktionen af marine naturtyper, herunder rev, blev imidlertid vurderet til at være i meget ugunstig tilstand i Danmark.

#### Trusler

Bevaringsstatussen for marine naturtyper, herunder rev, trues generelt af eutrofiering fra tilførsel af næringsstoffer, som håndteres gennem foranstaltninger i vandområdeplanerne. Desuden betragtes skibstrafik og kommercielt fiskeri med bundtrawl og pelagiske redskaber også som trusler mod bevaringsmålsætningerne for marine naturlige levesteder.

#### 17.3.2 DK00VA347 - Sydlige Nordsø

##### Designated species and habitats

De udpegede arter og naturtyper for Natura 2000-området nr. 246 Sydlige Nordsø (DK00VA347) er vist i Tabel 17-3. Oplysninger om dette område stammer fra den danske forvaltningsplan og basisanalyse (Miljøstyrelsen, 2020d, 2021b) samt fra den seneste artikel 17-rapportering til Europa-Kommissionen om bevaringsstatus for naturtyper og arter (Fredshavn, Nygaard, Ejrnæs, Damgaard, Therkildsen, Elmeros, Wind, Sander, et al., 2019), hvor de marine naturtyper og arter er opdelt i to havregioner; det marine Atlanterhavsområde (herunder Nordsøen, Skagerrak og de nordlige dele af Kattegat) og den marine Østersøregion (herunder den sydlige del af Kattegat, de indre danske farvande og Østersøen).

**Tabel 17-3 Udpegningsgrundlag for Natura 2000-området DK00VA347.**

Udpegningsgrundlag for DK00VA347	
Naturtyper	Sandbanker (1110)
Habitatarter	Marsvin ( <i>Phocoena phocoena</i> ) (1351) Gråsæler ( <i>Halichoerus grypus</i> ) (1364) Spættet sæl ( <i>Phoca vitulina</i> ) (1365)
Fuglearter	Rødstrubet loon ( <i>Gavia stellata</i> ) Sortstrubet loon ( <i>Gavia arctica</i> ) Dværghmåge ( <i>Hydrocoloeus minutus</i> )

#### Bevaringsmålsætninger

##### Overordnet målsætning

Naturtyperne og arterne på udpegningsgrundlaget skal bidrage til at opnå gunstige forhold på biogeografisk plan. Målet er, at områdets marine habitater sikrer en artsrig flora og fauna med

tilstedeværelsen af de karakteristiske arter på udpegningsgrundlaget. De overordnede mål omfatter desuden også:

- Den marine naturtype sandbanke (1110), der har stærkt ugunstig bevaringsstatus, skal sikres en veludviklet fauna og bundvegetation.
- Området sikres som et godt levested for marsvin, gråsæl, spættet sæl og rødstrubet lom.
- Den økologiske integritet sikres god vandkvalitet gennem reduceret tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, hvilket reguleres gennem vandområdeplanerne.

#### Konkrete mål

- Den samlede forekomst af naturtyper, arter- og fugles levesteder i Natura 2000-området, uanset om de er kortlagt, skal være stabil eller i fremgang, såfremt de naturgivne forhold giver mulighed for det.
- For arter uden et tilstandsvurderingssystem er målet at bidrage til at opnå gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau. Levestedernes tilstand (vurderet i form af forekomst og udbredelse) og det samlede areal skal være stabilt eller i fremgang.
- For trækfugle, der kan optræde med nationalt betydende forekomster i fuglebeskyttelsesområdet, skal deres raste- og overnatningsområder sikres eller være i fremgang, således at området også fremadrettet kan huse en bestand af national betydning.
- For marine naturtyper henvises til målsætningerne i vandområdeplanerne.
- For de marine naturtyper skal tilstand og areal være stabile eller i fremgang og bidrage til gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau.

#### Bevaringsstatus

I den seneste artikel 17-rapport til Europa-Kommissionen om bevaringsstatus for naturtyper og arter blev sandbanker generelt anset for at være i fremgang i Atlanterhavsområdet.

Marsvins bevaringsstatus er blevet vurderet som gunstig i Atlanterhavsregionen. Populationsstørrelsen og artsfordelingen er stabil. Gråsælen er blevet vurderet til at være i ugunstig tilstand i Atlanterhavsområdet, men i bedring. Forekomsten og yngleaktiviteten i Danmark er meget langt fra bæreevnen i forhold til historiske referencer, og det vurderes, at arten ikke er så udbredt i alle egnede områder med hensyn til hvilepladser på land, som den potentielt kunne være. Den spættede sæls bevaringsstatus vurderes som gunstig i Atlanterhavsregionen.

Bevaringsstatus for de udpegede fuglearter blev vurderet i 2018-2021. Sortstrubet lom og dværgmåge var ikke til stede inden for det beslægtede fuglebeskyttelsesområde (F113) i Natura 2000-området og er derfor ikke blevet vurderet yderligere. Den overvintrende bestand af rødstrubet lom var stabil i perioden 2012-2017.

#### Trusler

De marine naturtypers bevaringsstatus trues generelt af eutrofiering fra tilførsel af næringsstoffer, som håndteres gennem foranstaltninger i vandområdeplanerne. Desuden betragtes skibstrafik og kommercielt fiskeri med bundtrawl og pelagiske redskaber også som trusler mod bevaringsmålsætningerne for marine naturtyper. Fiskeri med bundtrawl kan forhindre, at der opnås eller opretholdes gunstige betingelser for sandbanker. Desuden kan garnfiskeri og fiskeri med andre typer bundgarn resultere i bifangst og dermed påvirke havpattedyr og fugle i området negativt. Pelagisk trawlfiskeri og vadfiskeri udgør en mindre trussel mod havpattedyr og -fugle.

### 17.3.3 DK00VA348 - Thyborøn Stenvolde

#### Udpegede arter og levesteder

Natura 2000-området Thyborøn Stenvolde er et ca. 8 hektar stort område udpeget til marine naturtyper, der ligger i dansk territorialfarvand. Dens formål er at beskytte det stenrevets økosystem, som er en blanding af hårde og sandede substrat. Området indeholder betydelige stenrev, der står ud fra havbunden og har varierende dybder mellem 17 og 36 m. Det er også en del af den marine atlantiske region og er påvirket af bølgeeksponering og stærke strømme (Miljøstyrelsen, 2023c).

**Tabel 17-4. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-området DK00VA348.**

Udpegningsgrundlag for DK00VA348	
Naturtyper	Rev (1170)

#### Bevaringsmålsætninger

##### Overordnet målsætning

Naturtypen på udpegningsgrundlaget skal bidrage til at opnå en gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau. Målet er, at områdets stenrev (1170) med stærk ugunstig bevaringsstatus i den biografiske region sikres et artsrigt plante- og dyreliv med forekomst af de artskaraktéristiske arter. Områdets økologiske integritet sikres også af god vandkvalitet gennem reducerede næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, som reguleres gennem vandområdeplanerne (Miljøstyrelsen, 2023c).

##### Konkrete mål

De specifikke målsætninger er baseret på grupperinger af naturtyper. Se bilag 1 for en oversigt over, hvilke levesteder de forskellige grupper indeholder.

##### Generelt

- Den samlede forekomst af naturtypen i Natura 2000-området, uanset om den er kortlagt, skal være stabil eller stigende, hvis de naturlige forhold tillader det.

##### Marine habitattyper

- For havnaturtypen henvises til målsætningerne i vandområdeplanen.
- For den marine naturtype skal tilstanden og området være stabilt eller i bedring og bidrage til en gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau.

#### Bevaringsstatus

I den seneste artikel 17-rapport fra Europa-Kommissionen om bevaringsstatus for naturtyper og arter blev rev generelt anset for at være stabile i Atlanterhavsområdet. Strukturen og funktionen af marine naturtyper, herunder rev, blev dog vurderet til at være i meget ugunstig tilstand i Danmark.

#### Trusler

Bevaringsstatus for de marine naturtyper, herunder rev, er generelt truet af eutrofiering fra næringsstofftilførsel, som håndteres gennem foranstaltninger i vandområdeplanerne. Desuden

betragtes skibstrafik og kommercielt fiskeri med bundtrawl og pelagiske redskaber også som trusler mod bevaringsmålsætningerne for marine naturtyper.

### 17.3.4 DK00FX112 - Skagens Gren og Skagerrak

#### Udpegede arter og levesteder

Natura 2000-området Skagens Gren og Skagerrak (N1) har et samlet areal på 270.417 ha, hvoraf 269.703 ha er havområde og resten er land (714 ha). Den marine del af området er hovedsageligt udpeget til marsvin. Arten stavsild og naturtyperne sandbanker og rev er også på områdets udpegningsgrundlag (Miljøstyrelsen, 2023b). Kun fuglebeskyttelsesområde F126 (Skagerrak, ca. 7.855,51 km<sup>2</sup>) ligger ca. 102 km fra projektområdet og vil blive nærmere beskrevet.

**Tabel 17-5. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-området DK00FX112.**

Udpegningsgrundlag for DK00FX112		
Naturtyper	Sandbanke (1110) Rev (1170) Forklit (2110) Hvid klit (2120) Grå/grøn klit* (2130) Klithede* (2140) Havtorn klit (2160) Grårisklit (2170)	Skovklit (2180) Klitlavning (2190) Søbred med småurter (3130) Kransnålealge-sø (3140) Næringsrig sø (3150) Bruntvandet sø (3160) Vandløb (3260)
Habitatarter	Marsvin ( <i>Phocoena phocoena</i> ) (1351) Stavsild ( <i>Alosa fallax</i> ) (1103)	
Fuglearter	Mallemuk ( <i>Fulmarus glacialis</i> ) Storkjove ( <i>Stercorarius skua</i> )	

#### Bevaringsmålsætning

##### Overordnede målsætning

Naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget skal bidrage til at opnå en gunstig bevaringsstatus på biogeografisk plan. De marine levesteder sandbanke (1110) og rev (1170), som begge har en meget ugunstig bevaringsstatus, er beskyttet. Formålet er at sikre området som et godt levested for den høje forekomst af marsvin. Derudover sikres de marine levesteder en rig fauna og bundvegetation. Områdets økologiske integritet sikres i form af hensigtsmæssig forvaltning/pleje og hydrologi, lav næringsstofbelastning og gode sprednings- og etableringsmuligheder for arten. Områdets økologiske integritet sikres også af god vandkvalitet gennem reduktion af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer, som reguleres gennem vandområdeplanerne (Miljøstyrelsen, 2023b).

##### Konkrete mål

- Generelt skal den samlede forekomst af naturtyper og arter i Natura 2000-området, uanset om de er kortlagt, være stabil eller stigende, forudsat at de naturlige forhold tillader det.
- For arter uden et statusvurderingssystem er målet at bidrage til at opnå en gunstig bevaringsstatus på biogeografisk niveau. Naturtypernes tilstand (vurderet med hensyn til forekomst og udbredelse) og det samlede areal bør være stabil eller forbedret.
- For marine levesteder skal tilstanden og området være stabilt eller i bedring og bidrage til en gunstig bevaringsstatus på biogeografisk plan.

## Bevaringsstatus

I den seneste artikel 17-rapport til Europa-Kommissionen om bevaringsstatus for naturtyper og arter blev rev generelt anset for at være stabile i Atlanterhavsområdet. Strukturen og funktionen af marine naturtyper, herunder rev, blev dog vurderet til at være i meget ugunstig tilstand i Danmark.

## Trusler

Bevaringsstatus for de marine naturtyper, herunder rev, er generelt truet af eutrofiering fra næringsstofftilførsel, som håndteres gennem foranstaltninger i vandområdeplanerne. Desuden betragtes skibstrafik og kommercielt fiskeri med bundtrawl og pelagiske redskaber også som trusler mod bevaringsmålsætningerne for marine naturtyper.

### 17.3.5 DE1003301 - Dogger Banke (Tyskland)

#### Udpegede arter og levesteder

Udpegningsgrundlaget for det tyske Natura 2000-område Dogger Banke (DE1003301) fremgår af Tabel 17-6. Oplysninger om dette område stammer fra den tyske forvaltningsplan for området (Kramer et al., 2020).

**Tabel 17-6. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-området DE1003301.**

Udpegningsgrundlag for DE1003301	
Naturtyper	Sandbanke (1110)
Habitatarter	Marsvin ( <i>Phocoena phocoena</i> ) (1351) Spættet sæl ( <i>Phoca vitulina</i> ) (1365)
Fugle	Mallemuk ( <i>Fulmarus glacialis</i> ) Nordsøildemåge ( <i>Larus fuscus intermedius</i> ) Sule ( <i>Morus bassanus</i> ) Ride ( <i>Rissa tridactyla</i> ) Lomvie ( <i>Uria aalge</i> )

## Bevaringsmålsætninger

### Overordnede målsætning

- Det overordnede formål er at sikre vedligeholdelse eller genopretning af naturtypen sandbanker.
- Sikre marsvin og den spættede sæl en gunstig bevaringsstatus.
- Undgå forringelse af bevaringsstatus for alle bevaringsmål.

### Konkrete mål

Bevaringsmålsætningerne for DE1003301 Dogger Banke omfatter navnlig:

- Bevarelse og genopretning af specifikke økologiske funktioner, den biologiske mangfoldighed og den naturlige hydrodynamik og morfodynamik i området af national betydning.
- En gunstig bevaringsstatus for naturtypen sandbanker med dens karakteristiske og truede samfund og arter.
- En gunstig bevaringsstatus for marsvin og spættet sæl og deres levesteder.
- Områdets funktion som et særligt artsrigt biogeografisk grænseområde mellem den nordlige og sydlige del af Nordsøen.

### Bevaringsstatus

Bevaringsstatus for de tyske naturtyper og arter klassificeres på en tretrinsskala med (A) udmærket, (B) godt eller (C) middel til dårligt, se Tabel 17-7.

**Tabel 17-7. Den tyske klassificering af bevaringsstatus for de udpegede naturtyper og arter.**

Habitat eller art	Ønsket tilstand	Nuværende tilstand
Sandbanker (1110)	B	C
Marsvin ( <i>Phocoena phocoena</i> ) (1351)	A	B
Spættet sæl ( <i>Phoca vitulina</i> ) (1365)	B	B

Bevaringsstatus af naturtypen "sandbanke" vurderes i dag som middel til dårlig (C), og målet er at opnå en god tilstand (B). Marsvinet vurderes som i god (B) bevaringsstatus, men målet er at opnå en udmærket status (A). Den spættede sæls bevaringsstatus vurderes som værende i god tilstand (B), hvilket også er målet for denne art.

### Trusler

Sandbankens tilstand skyldes primært fiskeri med bundredskaber, som påvirker det fysiske habitat, og som kan medføre habitataendringer eller tab og fangst af målarter og ikke-målarter. Andre former for fiskeri, olieproduktion og -efterforskning samt udlægning og drift af rørledninger bidrager også til sandbankernes dårlige tilstand. Gællegarnsfiskeri og fiskeri med andre typer bundgarn kan medføre bifangst og dermed påvirke marsvinet og den spættede sæl negativt.

#### 17.3.6 NL2008001 - Dogger Banke (Holland)

### Udpegede arter og levesteder

Udpegningsgrundlaget for det hollandske Natura 2000-område NL2008001 fremgår af Tabel 17-8. Oplysninger om dette område og dets respektive levesteder og arter stammer fra den hollandske forvaltningsplan (Bravo et al., 2019).

**Tabel 17-8. Udpegningsgrundlag for Natura 2000-området NL2008001.**

Udpegningsgrundlag for NL2008001	
Naturtyper	Sandbanke (1110)
Habitatarter	Marsvin ( <i>Phocoena phocoena</i> ) (1351) Spættet sæl ( <i>Phoca vitulina</i> ) (1365) Gråsæl ( <i>Halichoerus grypus</i> ) (1364)

### Bevaringsmålsætninger

#### Overordnet målsætning

- Det nationale mål er at bevare størrelsen og forbedre habitatkvaliteten til gavn for bestandsbevarelsen.

#### Konkrete mål

- For sandbanker vedrører bevaringsmålet overfladebevaring og forbedring af kvaliteten af permanent oversvømmede sandbanker.
- Målet for marsvin, gråsæl og spættet sæl er forpligtet til at bevare habitatets størrelse og kvalitet for at bevare bestanden.

### Bevaringsstatus

Den nationale bevaringsstatus for marsvin i den hollandske del af Nordsøen er moderat ugunstig, fordi naturtypens kvalitet blev vurderet moderat ugunstig, målt ved bl.a. utilsigtet bifangst og

stranding af døde dyr. På baggrund af de foreliggende oplysninger kan årsagerne til den nationalt ugunstige bevaringsstatus ikke knyttes til de enkelte områder, fordi bestanden i den hollandske del af Nordsøen er en del af en større bestand i den sydlige del af Nordsøen. Det er vigtigt at bemærke, at den moderat ugunstige betingelse ikke gælder for projektområdet for *Projekt Greensand Future*, da projektområdet ligger i det atlantiske område, hvor marsvins bevaringsstatus blev vurderet som gunstig i henhold til den seneste artikel 17-rapportering (Fredshavn, Nygaard, Ejrnæs, Damgaard, Therkildsen, Elmeros, Wind, Johansson, et al., 2019).

Den nationale bevaringsstatus for gråsælen i den hollandske del af Nordsøen er vurderet som moderat ugunstig. Denne vurdering er grundet det faktum, at gråsæler er afhængige af sandbanker, der ikke oversvømmes ved højvande, og at sådanne områder er sjældne i Holland.

Den nationale bevaringsstatus for den spættede sæl er vurderet som moderat ugunstig. Dette tager hovedsageligt udgangspunkt i fremtidsperspektivet og kystområderne omkring hvilepladserne. Det skal dog bemærkes, at antallet af spættede sæler omkring den hollandske del af Dogger Banke udgør mindre end 2% af den samlede bestand. Det skal ligeledes bemærkes, at den moderat ugunstige bevaringsstatus for spættede sæler ikke gælder for projektområdet, da det ligger i det atlantiske område, hvor arten blev vurderet som gunstig i henhold til den seneste artikel 17-rapportering (Fredshavn, Nygaard, Ejrnæs, Damgaard, Therkildsen, Elmeros, Wind, Johansson, et al., 2019).

### Trusler

Trusler er ikke specificeret i den hollandske forvaltningsplan. Det forventes dog, at truslerne mod den udpegede naturtype og art svarer til de trusler, der er beskrevet for de andre nærliggende Natura 2000-områder.

### 17.4 Natura 2000-væsentlighedsvurdering

Væsentlighedsvurderingen foretages for at identificere alle de elementer i projektet, alene eller i kombination med andre projekter eller planer, der kan have væsentlig påvirkning på et Natura 2000-område. Planlagte aktiviteter i projektområdet er beskrevet i kapitel 5 a og de tilknyttede potentielle påvirkninger er blevet vurderet i kapitel 9. Der er redegjort for andre planer og projekter i afsnit 9.3 og det vurderes, at der ikke er kumulative effekter. Ingen aktiviteter forbundet med *Projekt Greensand Future* er planlagt til at finde sted inden for udpegede Natura 2000-områder, og på grund af afstanden og typen af potentielle påvirkninger fra dette projekt, forventes ingen påvirkninger at strække sig ind i noget Natura 2000-område. De længste påvirkningsafstande, der potentielt kan påvirke udpegede naturtyper, vurderes at være undervandsstøj. Som beskrevet i afsnittet 11.8, er fortrængningsafstanden for sæler op til 36,8 km og den nærmeste hvileplads for spættet sæl og gråsæl ligger ca. 178 km fra projektområdet. Da det nærmeste Natura 2000-område ligger 71 km fra projektområdet, forventes der ingen påvirkning af naturtyper fra dette projekt. Påvirkningen på udpegede naturtyper i nærliggende Natura 2000-områder vurderes derfor ikke yderligere.

Selv om ingen af de potentielle påvirkninger forventes at brede sig til Natura 2000-områder, kan væsentlige påvirkninger på udpegede arter uden for Natura 2000-områder påvirke bevaringsmålene, hvis arter påvirkes på populationsniveau. Arter, der forekommer på udpegningsgrundlaget for de nærmeste Natura 2000-områder, omfatter arter af havpattedyr og havfugle samt bilag IV-arter. I det følgende vurderes potentielle påvirkninger for havpattedyr og havfugle.

#### 17.4.1 Havpattedyr og bilag IV-arter

Påvirkninger af havpattedyr fra planlagte aktiviteter og større ulykker er vurderet som en del af VVM'en i dette projekt i afsnit 11.8 og kapitel 13. Disse påvirkninger anses også for at være relevante for Natura 2000-væsentlighedsvurderingen. Potentielle påvirkninger fra planlagte aktiviteter omfatter:

- Undervandsstøj: I anlægsfasen forventes undervandsstøj fra fartøjer og fra seismiske undersøgelser. I driftsfasen forventes undervandsstøj fra seismisk undersøgelse, overvågningsfartøjet, CO<sub>2</sub>-transportskibet og fra fartøjer til vedligeholdelsesaktiviteter med ROV.
- Forstyrrelse fra fartøjer: I anlægsfasen forventes forstyrrelser fra fartøjer, der er nødvendige for transport i forbindelse med seismiske undersøgelser og installationsaktiviteter. I driftsfasen forventes forstyrrelser fra fartøjer fra det CO<sub>2</sub>-transportskib, der transporterer CO<sub>2</sub> til projektområdet, og fra det fartøj, der udfører seismiske undersøgelser samt fartøjer til vedligeholdelsesaktiviteter.
- Lysemissioner: I anlægs- og driftsfasen forventes lysemissioner fra Nini A-plattformen og fartøjerne (installation, CO<sub>2</sub>-transport og seismiske undersøgelser).

Potentielle påvirkninger fra større ulykker er:

- Olieudslip fra CO<sub>2</sub>-blowout: Kun olieudslip fra en CO<sub>2</sub>-blowout anses for at udgøre en risiko for bevaringsmålsætningerne af havpattedyr i nærliggende Natura 2000-områder, da påvirkningerne af en CO<sub>2</sub>-lækage er vurderet til kun at forekomme i umiddelbar nærhed af en lækage. Det er derfor ikke sandsynligt, at en potentiel olieforurening fra den modellerede blowout vil påvirke sælbestanden i Nordsøen væsentligt, og olieudslippet vurderes derfor ikke yderligere (se afsnit 13.1).

Alle vurderede påvirkninger på havpattedyr er midlertidige og reversible. Forstyrrelser fra fartøjer og lys forventes at forekomme inden for 1 km fra kilden, hvilket potentielt kun påvirker nogle få individer. Påvirkningerne forventes ikke at forårsage skade, øge dødelighed, medføre tab af fitness eller have nogen konsekvenser for populationsdynamikken hos de udpegede havpattedyrarter. Der forventes derfor ingen påvirkning på bevaringsmålsætningerne for noget Natura 2000-område. Af disse grunde er det udelukket, at forstyrrelser fra fartøjer og lys har væsentlig påvirkning på havpattedyr på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder.

Undervandsstøj har en større påvirkningsafstand og kan udgøre en potentiel risiko for havpattedyr på udpegningsgrundlaget for nærliggende Natura 2000-områder. Som vurderet i afsnit 11.8.3 om forstyrrelser og støjmissioner fra fartøjer, vil der være en meget begrænset risiko for høreskade (PTS eller TTS) både i anlægs- og driftsfasen som følge af undervandsstøj. Undervandsstøj kan forårsage undvigelse op til en maksimal afstand på 36,8 km (se Tabel 11-7) fra projektområdet, så det ikke vil påvirke havpattedyr i Natura 2000-områder. Den potentielle påvirkning på de enkelte arter på populationsniveau uden for Natura 2000-områder vurderes yderligere nedenfor.

#### Anlægsfasen

Som beskrevet i afsnit 10.8 kan transceiver-systemet, der anvendes på ROV'en under rørlægning, forårsage TTS i op til 550 meters afstand og PTS i op til 35 meters afstand for marsvin på grund af den højfrekvente lyd, der udsendes. Transceiver-systemerne tændes kun, når fartøjet der anvendes til rørlægning er til stede, og da det er usandsynligt at nogen af arterne kommer så tæt på fartøjer, vurderes det, at der ikke er risiko for TTS i marsvin eller sæler på grund af undervandsstøj fra transceiver-systemerne. Transceiveren kan også forårsage undvigelse op til 4,2 km fra kilden for marsvin, men da det område, der påvirkes, er relativt lille sammenlignet med det daglige fourageringshabitat, vil antallet af berørte marsvin være begrænset til 25 individer eller mindre end

0,01 % af den samlede bestand i Nordsøen. Resultater fra modellering af undervandsstøj relateret til seismiske undersøgelser er præsenteret i Tabel 11-17 (3D) og Tabel 11-18 (2D). Undvigelsesadfærd for marsvin er modelleret til at være op til 6,1 km, og for sæler er undvigelsesafstanden op til 36,8 km (Tabel 11-18). Både vågehvaler og hvidnæser forventes at undgå et område op til 36,8 km væk. Desuden udgør området ikke vigtige ynglepladser for marsvin, og en eventuel fortrængning af dyr fra dette påvirkningsområde vil sandsynligvis ikke medføre negative virkninger på populationsniveau. Der forventes derfor ingen påvirkning på bevaringsmålsætningerne for noget Natura 2000-område.

Selv om andre havpattedyr også kan blive fortrængt, vil påvirkningen være kortvarig og det påvirkede område er for småt til at have nogen påvirkning på dyrenes fitness, siden de er meget mobile, når de fouragerer. Desuden udgør projektområdet ikke vigtige ynglepladser for nogen af arterne, og en eventuel påvirkning af havpattedyr vurderes derfor ikke at have betydning på populationsniveau. Der forventes derfor ingen påvirkning på bevaringsmålsætningerne for noget Natura 2000-område.

### **Driftsfasen**

Både marsvin og sæler forventes at blive påvirket af undervandsstøj i driftsfasen. Alle påvirkninger er midlertidige og reversible. I driftsfasen stammer den største påvirkningszone fra seismiske undersøgelser, som kan medføre undvigelse i op til 6,1 km og 36,8 km's afstand fra kilden for henholdsvis marsvin og sæler. Som beskrevet i afsnit 10.5.4 er marsvins tæthed relativt lav i projektområdet sammenlignet med andre dele af Nordsøen. En undvigelsesradius på 6,1 km vil fortrænge ca. 70 marsvin i gennemsnit ud af en bestand på ca. 345.000 dyr, hvilket er mindre end 0,01% af bestanden i Nordsøen. Overvågning udføres hvert andet år i løbet af en 5-10 dages kampagne. Projektområdet betragtes ikke som et område med høje bestandstætheder og vurderes derfor ikke at have nogen særlig betydning som yngleområde. Enhver fortrængning af dyr fra denne påvirkningszone vil være kortvarig, og vil sandsynligvis ikke resultere i negative påvirkninger på populationsniveau. Der forventes derfor ingen påvirkning på bevaringsmålsætningerne for noget Natura 2000-område.

I driftsfasen kan den seismiske undersøgelser medføre undvigelsesadfærd af sæler i op til 36,8 km's afstand. Den nærmeste hvileplads for spættet sæl og gråsæl ligger ca. 178 km fra projektområdet, og det er derfor sandsynligt, at gråsæler kan findes fouragerende inden for projektområdet. Overvågningen udføres i områder, hvor tætheden af sæler forventes at være lav, og der forventes ikke at være hvile- eller yngleområder i projektområdet. Påvirkningen er reversibel og kortvarig, da undersøgelsesperioden kun er 5-10 dage hvert andet år. Det område, der påvirkes, er relativt lille sammenlignet med det daglige fourageringshabitat og vil kun påvirke et meget begrænset antal sæler. Seismisk undersøgelse i driftsfasen vurderes derfor ikke at have nogen påvirkning på populationsniveauet for sæler. Der forventes derfor ingen påvirkning på bevaringsmålsætningerne for noget Natura 2000-område.

På baggrund af ovenstående er det udelukket, at den undervandsstøj, der genereres i dette projekt, væsentligt påvirker havpattedyr på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder. Det kan derfor konkluderes, at aktiviteter i projektet udelukker væsentlige påvirkninger på havpattedyr på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områder.

### **17.4.2 Havfugle**

Påvirkninger af havfugle fra planlagte aktiviteter og større ulykker er vurderet som en del af VVM'en for dette projekt i afsnit 0 og kapitel 13. Disse påvirkninger anses også for at være relevante for

Natura 2000-væsentlighedsvurderingen. Potentielle påvirkninger af havfugle fra planlagte aktiviteter omfatter:

- Forstyrrelse fra fartøjer: I anlægsfasen forventes forstyrrelser fra fartøjer, der er nødvendige for transport i forbindelse med installationsaktiviteter. I driftsfasen forventes forstyrrelser fra fartøjer som CO<sub>2</sub>-transportskibet, der transporterer CO<sub>2</sub> til projektområdet, fra fartøjer der udfører seismiske undersøgelser, og fra fartøjer der udfører vedligeholdelsesaktiviteter
- Lysemissioner: I anlægsfasen forventes lysemissioner fra sikkerhedslys på Nini A-plattformen og alle skibe. I driftsfasen forventes lysemissioner fra Nini A-plattformen, CO<sub>2</sub>-transportskibet og fartøjet, der udfører seismiske undersøgelser.

Potentielle påvirkninger fra større ulykker er:

- Olieudslip fra CO<sub>2</sub>-blowout: Kun olieudslip fra en CO<sub>2</sub>-blowout anses for at udgøre en risiko for bevaringsmålsætningerne for havfugle i nærliggende Natura 2000-områder, da påvirkningerne af en CO<sub>2</sub>-lækage er vurderet til kun at forekomme i umiddelbar nærhed af en lækage uden væsentlige påvirkninger på miljøet (se kapitel 13).

Alle vurderede påvirkninger af havfugle er midlertidige og reversible i både anlægs- og driftsfasen. Forstyrrelser fra fartøjer i begge faser forventes at forekomme inden for 1 km fra kilden, hvilket potentielt kun påvirker nogle få individer. Påvirkninger forventes ikke at forårsage skade eller øge dødeligheden, men snarere fremkalde en kortvarig flugtreaktion, som forventes at ophøre øjeblikkeligt, når fartøjerne har passeret. Da projektområdet og tilstødende områder tilbyder egnede fouragerings- og rasteområder for udpegede arter i nærliggende Natura 2000-områder, som kan forekomme i projektområdet, vurderes en eventuel flugtreaktion ikke at forårsage tab af egnethed eller påvirke arter på populationsniveau. Der forventes derfor ingen påvirkning på bevaringsmålsætningerne for Natura 2000-områder.

Lysemissioner i driftsfasen kan forårsage påvirkning i en afstand på op til 10 km fra kilden. Fugle, der findes på udpegningsgrundlag i nærliggende Natura 2000-områder, kan potentielt blive tiltrukket af disse lyskilder, hvilket kan medføre en forstyrrelse af trækadfærden. Da virkningerne imidlertid kun er midlertidige, forventes der ingen påvirkninger på populationsniveau for nogen art, der kan have konsekvenser for bevaringsmålsætningerne for et Natura 2000-område.

På baggrund af ovenstående er væsentlige påvirkninger fra aktiviteter i *Projekt Greensand Future* på udpegede havfuglearter i ethvert Natura 2000-område udelukket.

## 17.5 Konklusion

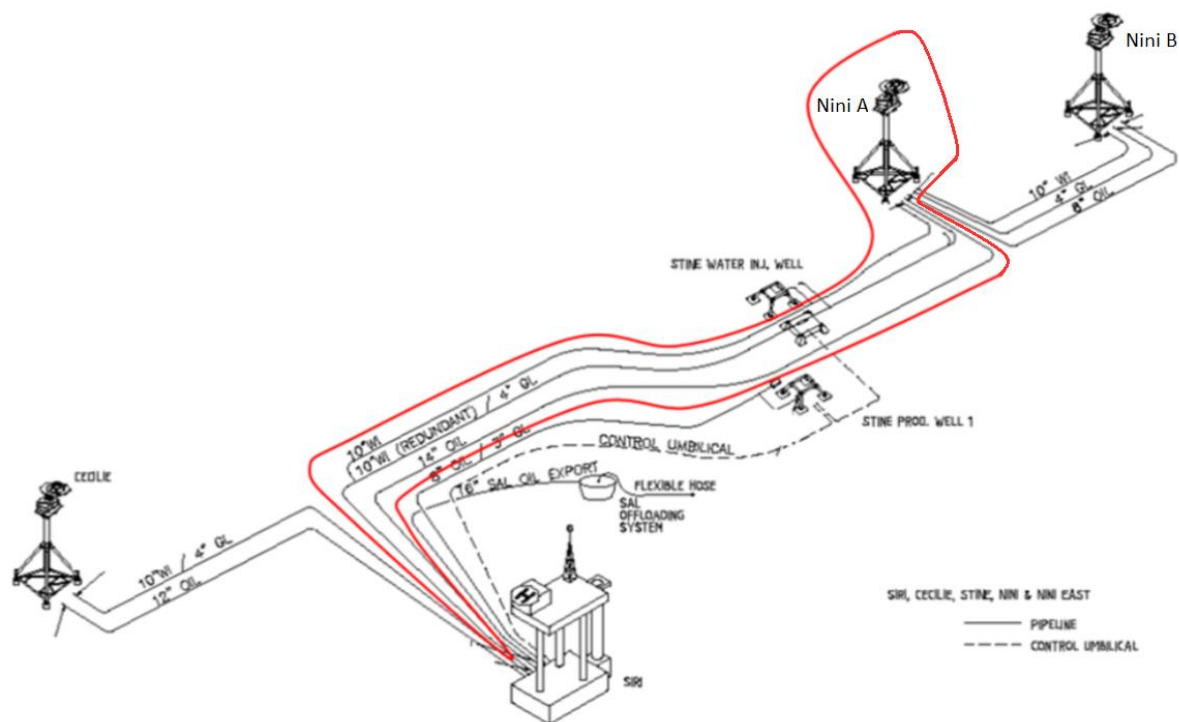
Kun udpegede arter og bilag IV-arter er vurderet i dette kapitel og anses for at være potentielt påvirket af dette projekt. Der er imidlertid ikke konstateret nogen påvirkning på havpattedyr, herunder bilag IV-arter, eller havfugle, der kan forårsage negative virkninger på populationsniveau for nogen af de udpegede arter i noget Natura 2000-område. Dette indebærer, at bevaringsmålsætningerne for Natura 2000-områder ikke berøres af projektet. Væsentlige påvirkninger på Natura 2000-områder som følge af *Projekt Greensand Future* er derfor udelukket.

## 18. AFVIKLING

### 18.1 Introduktion

Den generelle lovgivningsmæssige kontekst for afvikling er beskrevet i afsnittet 7.4. En fremtidig VVM for afvikling vil vurdere aktiviteterne nærmere og blive fremlagt som led i myndighedens godkendelse af afviklingsplanerne. Afviklingsaktiviteter og påvirkningerne er beskrevet overordnet i dette kapitel.

Når injektionen af CO<sub>2</sub> er afsluttet, vil Nini A-installationen blive nedlagt. Faciliteterne, der er en del af afviklingsomfanget, er illustreret med den røde linje i Figur 18-1. Derudover er CO<sub>2</sub>-offloadingsystemet, der er installeret til *Project Greensand Future*, også en del af afviklingsomfanget. Grænsen mellem afvikling af Nini A/Nini B- og Siri-platformen er ved de rørsamlinger, der er tættest på Siri-platformen. Rørsamlingstykker og beskyttelsesstrukturer på Siri-Nini A-rørledningerne (beton/GRP-elementer og betonmadrasser) vil blive fjernet i Nini A-enden. Rørsamlingstykker og beskyttelsesstrukturer (beton/GRP-elementer og betonmadrasser) i Siri-enden vil muligvis blive efterladt indtil Siri-platformen fjernes på grund af dens beliggenhed tæt på andre operationelle rørledninger. Alle rørledninger vil blive skåret over, og de åbne ender vil enten blive gravet ned eller få stenbeskyttelse.



Figur 18-1 Afviklingsomfanget for Nini A er skitseret med den røde linje (ændret efter (COWI, 2023b)).

Aktiviteterne for afvikling ved Nini A omfatter:

- Undersøgelse af havbunden for affald og andre fremmedlegemer, for at sikre en sikker installation af jackup riggen, som skal anvendes til cementering og nedlukning (P&A) af brønde,
- P&A af ti Nini A-brønde.

- Skylning, rensning og rengøring af platform og rørledninger.
- Fjernelse af Nini A-platform og jacket-struktur inklusive sænkekasse til stigrør.
- Fjernelse af brøndramme og dele af funderingspæle.
- Afvikling af rørledninger
- Fjernelse af tilbageførte-rørtilkoblinger.
- Fjernelse af funktioner til rørledningsstabilisering.
- Stenbeskyttelse vil blive efterladt på stedet.
- Fjernelse af betonbeskyttelsesstrukturer og glasfiberforstærkede plastdæksler.
- Afvikling af CO<sub>2</sub>-offloadingsystemet omfatter fjernelse af:
  - Den 6"-undersøiske rørledning forbundet til Nini A.
  - Betonmadrasser, der dækker en undersøiske rørledning.
  - Fleksible stigrør med opdriftselementer og slangeendeventil.
  - To ankerblokke, som understøtter stabiliteten af rørledningens ende.
- Undersøgelse af havbunden efter afvikling og eventuel fjernelse af affald.

Afmontering af platformen på land vil kun blive beskrevet kort, da dette vil være omfattet af miljøtilladelserne og andre tilladelser hos den konkrete virksomhed.

## 18.2 Installationer til afvikling

### Platform

Nini A er en normalt ubemandet satellitplatform (NUI). Monopæl platformen blev installeret i 2003, som inkluderer en topside med få faciliteter. Stigrør og undersøiske strukturer (brøndramme og funderingspæle) indgår som dele af platformen. Da Nini B-platformen blev installeret, blev der foretaget mindre ændringer på Nini A-platformen for at sikre forbindelsen mellem de to platforme. Der vil ikke være nogen større ændringer på platformen som en del af *Projekt Greensand Future*. Detaljerede tekniske oplysninger om de Nina som dækkes af afviklingsprojektet, findes i Tabel 18-1.

**Tabel 18-1 Tekniske oplysninger om Nini A** (COWI, 2023b).

Tekniske oplysninger	Enhed	Nini A
Dato for installation	År	2003
Vanddybde (LAT)	M	57,5-62
Platform (topside)	Ton	779
Jacket struktur	Ton	1.973
Antal ben	Nr.	3
Vægt af funderingspæle (i alt)	Tonsvis	522
Antal funderingspæle	Nr.	3
Længden af de fire Nini A til Siri-rørledninger	Km	31,7
Spoler/Rørtilkoblinger på 4"-14"-rørledninger, længde	M	35-71
Brøndrammens dimensioner	M x M x M	7,8 x 5,0 x 1,5
Brøndrammens vægt	Ton	18
Brøndramme antal	Nr.	1
Antal brønde	Nr.	10

Nini A-platformsstrukturen (topside) består af fem niveauer og et helikopterdæk som vist i Figur 18-2:

- Kælderdæk: forgreningsrør, diesellager, generatorer og redningsbåde
- Adgangsdæk: juletræsventiler og forgreningsrør
- Brugsdæk: modul for ophold, luftkompressorer og pigrampe og modtagere, måling og testforgreningsrør
- Hoveddæk: platformskraner og wireline-enhed
- Helikopterdæk



Figur 18-2 Nini A-plattformen.

De mekaniske og elektriske komponenter på installationerne ved Nini A omfatter en række forskellige materialer, herunder forskellige metaller, plast, kabler og andre materialer. En generel opgørelse er givet i Tabel 18-2.

Tabel 18-2 Opgørelse af platformens komponenter (over vand).

Materiale	Tørvægt (ton)	Brøkdeler (%)
Hovedstruktur (stål)	258	33,2
Sekundær struktur (lavlegering stål)	271	34,8
Mekanisk	79,0	10,2
Rørsystemer	120	15,4
Elektrisk- og kontroludstyr	29,8	3,8
Kabler	20,5	2,6
<b>Total</b>	<b>779</b>	<b>100</b>

Nini A-plattformen (topside) understøttes af et fast trebenet 'jacket-struktur' med en central monopæl (star jacket design), se Figur 18-3.



Figur 18-3 Jacket strukturen under installation.

Komponenterne vist i Tabel 18-3 er alle en del af den samlede jacket-struktur. Vægten inkluderer ikke marin begroning. Jacket-strukturen vil enten blive løftet fra stedet som en samlet enhed eller i mindre dele afhængigt af det valgte løfteudstyr.

Tabel 18-3 Jacket komponenter og -vægt (ekskl. funderingspæle) Nini A.

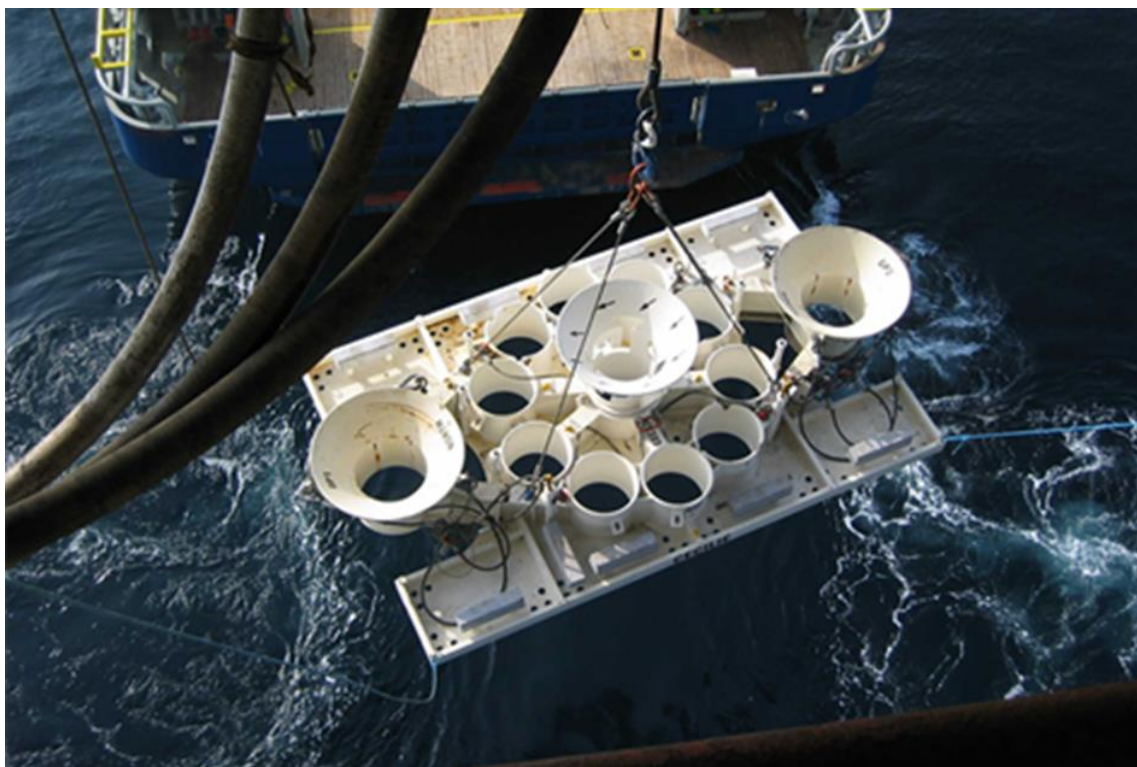
Vigtige komponenter	Tørvægt (ton)	Fraktion (%)
Jacket bundstruktur (Mudmat Top plate + Stiffs + Skirts)	64	3,3
Forerørguides (Conductor Guides)	31	1,5
Øvre padeye	21	1,1
Anoder	61	3,1
Stigrør	62	3,1
Stigerør caissons (forerør)	52	2,7
Jacket-ben ekskl. komponenter	1.606	81,4
Forskellige mindre elementer	77	3,9
<b>Total</b>	<b>1.973</b>	<b>100</b>

Jacket-strukturen er fastgjort af tre funderingspæle med en samlet vægt på 522 tons inkl. beton. Beton mørtelens vægt er blevet anslået til at være 30 tons. Mørtelen og en del af funderingspælene vil blive løftet sammen med jacket, hvilket vil øge løftevægten.

#### *Undersøiske strukturer*

Stål brøndrammen placeret på havbunden under Nini A-plattformen har dimensionerne: 10,9 m x 9,9 m x 6,1 m og en vægt på 18 tons.

Rammen er fastgjort med to funderingspæle. Den samlede vægt af funderingspælene er ca. 90 tons, mens ca. 24 tons fjernes sammen med rammen. Et eksempel på en brøndramme er vist i Figur 18-4.



**Figur 18-4** Eksempel på brøndrammestruktur under installationen.

#### *Brønde*

Der er i øjeblikket ti brønde i drift i forbindelse med Nini A, se Tabel 18-4. Som en del af afviklingen vil brøndrørene blive skåret under havbundsoverfladen, og brøndene vil blive forseglet afhængigt af den besluttede strategi, hvorfor størstedelen af brøndkonstruktionen, dvs. foringsrør og cement, forbliver i undergrunden.

Det forventes, at omkring 2.000 tons stål vil blive fjernet fra de ti Nini A-brønde, og cirka 4.000 tons stål vil forblive in-situ i undergrunden. Det forventes, at ~250 tons cement vil blive fjernet sammen med brøndrørene, og op til ~1.200 tons cement vil blive forblive in-situ i undergrunden. ~160 tons overskydende cement vil blive udledt til havet.

Tabel 18-4 De ti Nini A-brønde.

Brøndnavn	Funktion	Brønddybde [m]	13 3/8" skodybde [m]	Rørstørrelse [in]	9 5/8" skodybde [m]	Status
NA-1	Olieproducent	3.296	821	5,5	2.315	I drift
NA-2B	Vandinjektor	2.621	819	5,5	2.614	Plug installeret
NA-3B	Olieproducent	4.638	825	5,5	3.550	I drift
NA-4B	Vandinjektor	3.219	890	5,5	2.911	I drift
NA-5	Vandinjektor	4.560	835	5,5	4.272	I drift
NA-6C	Vandinjektor	3.437	838	5,5	3.142	I drift
NA-7D	Olieproducent	2.797	966	4,5	2.318	I drift *
NA-8	Olieproducent	3.486	856	4,5	2.439	I drift
NA 9C	Vandinjektor	2.555	929	5,5	2.318	I drift
NA 10	Olieproducent	3.570	861	4,5	2.218	I drift

\*= Frigg reservoir tilsluttet af genanvendelig plug

#### Rørledninger og rørledningsinstallationer

Nini A er forbundet til Siri via fire rørledninger; en 14" flerfaset rørledning, en 10" vandinjektionsrørledning, en 4" gasløft-rørledning koblet på nedlagt 10" vandinjektionsrørledningen. Den anslåede vægt af rørledninger fra Siri til Nini A er 12.716 tons. Se mere information i Tabel 18-5.

Tabel 18-5. Rørledninger mellem Siri og Nini A, 31,7 km linjeføring.

Diameter (tommer)	OD	WT	Belægning	Anoder
14" flerfaset	355,6 mm	12,7 mm	Polypropylen (PP) og beton	Aluminium og zink
10" vandinjektion	273,1 mm	18,3 mm	Fusionsbundet epoxy (FBE) og polypropylen	
10" vandinjektion (standby)	273,1 mm	18,3 mm		
4" gasløft (koblet til 10" vandinjektionsrør som er taget ud af drift)	114,3 mm	11,1 mm		-

Alle rørledninger er forbundet til stigrørene på platformene via rørtilkoblinger, og på Siri-enden har alle rørledninger desuden et tilkoblingsrørstykke hver.

Grænsen mellem Nini A- og Siri-afvikling er ved rørsamlingstykket tættest på Siri-platformen. Rørsamlingstykket og beskyttelseskonstruktionerne på Siri-Nini A-rørledningerne (beton/GRP-elementer og betonmadrasser) vil blive fjernet i Nini A-enden, og rørtilkoblinger og beskyttelsesstrukturer (beton/glasfiberelementer og betonmadrasser) i Siri-enden vil potentielt blive efterladt, indtil Siri-platformen fjernes.

#### Krydsning af telekommunikationskabler

Tre telekommunikationskabler krydser rørledningerne, der går fra Siri til Nini A-platformen. Kablerne er installeret under havbunden. 14", 10" og 10"/4" rørledningerne er ved krydsning af telekommunikationskablerne placeret over havbunden. De er dækket af betonmadrasser og

yderligere beskyttet af stenbeskyttelse. Da afvikling af kabelkrydsninger først foretages ved afvikling af Siri-platformen, er betonmadrasserne ikke medtaget i den samlede materialeoversigt, der hører til afvikling i denne VVM.

#### *Beskyttelse af rørledninger*

På Nini A-platformen er 10"/4" (koblede) rørledninger beskyttet af fem betontunnelementer, og cirka vægten er 83,4 tons. På Siri-platformen er 10"/4" (koblede) rørledninger beskyttet af 11 betontunnelementer, og cirka vægten er 157,2 tons. Afvikling af elementerne foretages først, når Siri tages ud af drift.

Ved Nini A er 10" og 10"/4" (koblede) rørledninger beskyttet af glasfiberforstærket plastdæksler (GRP-dæksler). Elementerne dækker rørtilkoblingerne og stabiliseres af stenbeskyttelse. Ved Siri er der også installeret GRP-elementer. Afvikling af elementerne foretages først, når Siri tages ud af drift.

Derudover beskytter betonmadrasser 14" tilkoblingen ved Nini A-platformen. Et løst skøn er, at der er installeret ca. ti betonmadrasser ved Nini A-platformen. Hvis man antager, at hver betonmadras har en vægt på 15 tons, vil der være ~150 tons beton, der skal afvikles ved Nini A. På Siri-platformen er der blevet installeret betonmadrasser under flere installationsprocesser.

Som en del af Nini A-platformens installation blev der udført stenbeskyttelsesarbejde. Stenbeskyttelse er udført på de tre krydsninger af telekommunikationskabler for at forhindre landhævningsspændinger og for at beskytte tilkoblingerne. Yderligere stenbeskyttelse blev udført for at fylde to spud-can huller tæt ved Nini A-platformen. Under installationen af Nini A-platformen i 2003 blev der tilført ca. 4.700 tons 2-8" stenbeskyttelse ved rørtilkoblingerne. Rørledningerne er dækket af ~200 m stenbeskyttelse. Ved Nini A-platformen (mod Nini B-platformen) er der udført stenbeskyttelse, der dækker ~200 m stenbeskyttelse.

#### *Offloadingsystem*

De vigtigste øvrige komponenter, der er installeret ved Nini A som en del af *Greensand Future*, er offloadingsystemet, som består af et ca. 200 meter langt rørstykket som er fikseret med ankerblokke ved overgangen til en fleksibel offloadingslange. CO<sub>2</sub>-injektionen er planlagt til at være afsluttet efter otte år, og herefter skal offloadingsystemet tages ud af drift sammen med de øvrige Nini A-faciliteter. Offloadingfaciliteterne (rørledning, betonmadrasser, ankre og fleksibel slange) er illustreret i Figur 18-5.



**Figur 18-5. Illustration af offloadingsystemet og betonmadrasser.**

Hovedkomponenterne som en del af offloadingsystemet er nærmere beskrevet i Tabel 18-6.

**Tabel 18-6. Komponenter i offloadingsystemet.**

Beskrivelse	Målinger
Rørledning (6")	100-300 meter / 10-30 tons (i alt)
Ankerblokke	2 blokke / 50 tons (i alt)
Fleksible stigrør med opdriftselement	120 meter / 6 tons
Slangeendeventil	1 ton
Beton madras	45 enheder / 135 tons (i alt)

Offloadingsystemet består af en række forskellige materialer, herunder beton, forskellige metaller og polymerer. En oversigt, der dækker andre elementer i offloadingsystemet, findes i Tabel 18-7. Den præcise sammensætning af komponenterne vil blive defineret som en del af den senere detaljerede konstruktion.

**Tabel 18-7 Generelle vægtfraktioner.**

Materialer	Vægt (tons)	Fraktion (%)
Stål	31	14.0
Beton	185	83.3
Polymer	6	2.7
<b>Total</b>	<b>222</b>	<b>100</b>

### 18.3 Afviklingsplaner

Tidslinjen og scenariet for nedlukningen af Nini-feltet vil afhænge af fremtidige planer for de omkringliggende faciliteter. I denne VVM antages det, at Nini A-området afvikles umiddelbart efter Projekt Greensand Future injektion er afsluttet, og at dette først sker om +10 år. De skitserede planer forventes at blive ændret, når selve afviklingsplanlægningen vil blive igangsat. En fremtidig VVM for afvikling vil indeholde en nærmere vurdering af aktiviteterne og vil blive fremlagt som led i myndighedsgodkendelsen af afviklingsplanerne, som nævnt i indledningen.

Rørtilkoblinger og beskyttelsesstrukturer på Siri-Nini A-rørledningerne (beton/GRP-elementer og betonmadrasser) vil blive fjernet i Nini A-enden, mens de i Siri-enden muligvis vil blive efterladt, indtil Siri-plattformen fjernes. Alle rørledninger vil blive skåret over, og de åbne ender vil enten blive nedgravet eller tildækket med sten.

Efter den endelige beslutning om nedlukning af feltet vil platformen blive lukket, helt eller delvist. Afhængigt af nedlukningsplanen vil platformen fortsætte i en tilstand med minimumsdrift, hvor kun nødvendige sikkerheds- og støttesystemer vil være i kraft. Ellers vil platformen blive sikret til en ubemandet platformstilstand.

Det er planen, at ikke-faste installationer såsom palletanke vil blive fjernet separat før demontering og returneret til passende håndtering og genbrug. Tilsvarende forventes det at redningsbådene vil blive fjernet for genbrug/reserve på de andre platforme.

Rørledningen og topsiden skylles og rengøres samtidigt. Væsken vil blive behandlet på Siri-platformen. Oprensningsniveauet, der kræves på et anlæg, afhænger af fjernelsesmetoden, da der kan være muligheder for at udføre en stor del af rengøringen og dekontamineringen som en del af bortskaffelsen på land.

Når olieproduktionen ophører på Nini A (forventes at ske inden udgangen af 2026), vil topsiden blive rensat og gjort fri for kulbrinter. Som en del af afviklingen forventes der at være farlige materialer, der skal håndteres, enten som en del af oprensningen offshore eller under nedrivningen onshore:

- Brændstoffer og smøremidler: Vil blive drænet onshore til genbrug/bortskaffelse.
- Kemikaliebeholdere: Eventuelle resterende mængder af kemikalier vil blive returneret til kemikalieleverandøren til genbrug eller destruktion.
- Andre farlige materialer: NORM-skala, batterier osv. vil blive genbrugt/bortskaffet ved passende metoder under nedrivningen onshore.
- Oprindelig malingsbelægning: Malede genstande vil blive bortskaffet onshore med hensyntagen til eventuelle giftige komponenter, medmindre genstandene kan genbruges.
- AFFF-skumslukker og udstyr: Leveres tilbage til leverandøren, hvis det er acceptabelt, eller håndteres i overensstemmelse med håndtering af farligt affald.
- Asbest og keramiske fibre: Efter INEOS' bedste viden findes der ingen asbest eller andre keramiske fibre på Nini A.

### **18.3.1 Brøndaflukning og -nedlukning (P&A)**

Brønd-afvikling er den permanente isolering af enhver underjordisk formation med kulbrinter og/eller strømningspotentiale, isolering af farlige stoffer samt genopretning af havbunden til dens tidligere tilstand.

De brønde, der skal nedlukkes, vil blive aflukket med cementprop i brønden og skåret under havbunden i overensstemmelse med gældende lovkrav og virksomhedens reference-standard, OEUK.

Nedlukningen af brøndene vil blive udført ved at fjerne kompletteringsstrengen, de øvre dele af det ydre foringsrør samt placere cementpropper som barrierer i brøndene.

Der vil være minimum to barrierer mellem overfladen og eventuelle kulbrinteførende lag eller formationer. Brøndbarriererne er designet til at sikre brøndenes langsigtede integritet og modstå eventuelle påvirkninger. Det faktiske antal cementpropper og dybden for deres placering vil afhænge af de specifikke krav til brøndbarrierer.

#### ***Teknisk beskrivelse af P&A-aktiviteterne***

De offshore P&A-aktiviteter (plugging & abandonment) vil blive udført med en jack-up-rig. Riggen vil blive trukket til Nini A-platformen og hævet til en position over havets overflade ved hjælp af støtteben. Benene er udstyret med spud cans for at stabilisere riggen på havbunden. Spud cans dækker et område på omkring 200 m<sup>2</sup>, og de kan synke flere meter ned i havbunden.

Kompletteringsstrengen og det ydre foringsrør vil blive skåret og hentet i en sekventiel rækkefølge. Dette vil blive gjort ved hjælp af en højtryksvand-cutter (abrasive water jet cutter), der anvendes

fra midten af foringsrørene (dvs. fra indersiden af brønden) 3 m under havbunden. Derfor er der ikke behov for dræning eller udgravning.

De afskårne rør, der hentes op til overfladen, vil blive kontrolleret for NORM, og hvis der opdages NORM, vil de blive sendt direkte til land for rengøring og opbevaring af NORM-materialet på et godkendt opbevaringssted.

Annulusvæskerne kan være fyldt med vandbaseret mudder (WBM) eller oliebaseret mudder (OBM). Alt OBM vil blive genvundet på riggen og sendt til bortskaffelse på land. WBM forventes at blive udledt til havs, medmindre der forventes at indeholde skadelige kemikalier, hvor det i så fald vil blive sendt til bortskaffelse på land.

Integriteten af produktionsforingsrøret og annuluscementkolonnen vil blive logget som validering som en brøndbarriere. Hvis cementkolonnen er kompromitteret, kan det være nødvendigt at etablere adgang til foringsrørernes annuli for at sætte en cementprop som brøndbarriere.

Når alle rør er blevet afskåret og hentet, og alle cementpropper er blevet placeret og valideret, vil lederøret blive afskåret under havbunden og trukket op. Dette gøres, før den sidste cementprop nær overfladen sættes. Denne havbunds cementprop er ikke en brøndbarriere, men en "miljøbarriere" og sættes for at forhindre fremtidige udslip af bore- eller kompletteringsvæsker.

### Anvendelse og udledning af kemikalier

Under P&A (plugging & abandonment) af brønde vil flere processer inkludere brugen af kemikalier. Brøndene vil blive fyldt med enten vandbaseret mudder (WBM) eller oliebaseret mudder (OBM) for at etablere brøndbarrierer. WBM og cementeringskemikalier vil delvist blive efterladt i brønden, mens resten vil blive udledt til havet. OBM vil blive cirkuleret op til overfladen og sendt til land til yderligere behandling og bortskaffelse.

Et begrænset antal kemikalier vil blive anvendt på riggen (rigvask, jackingfedt, rørfedt og BOP-væske). Det antages, at kemikalierne fra riggen vil blive udledt til havet, undtagen BOP-væske, som holdes i et lukket system. 'Rigvask' vil blive brugt til rengøring af rigudstyr. 'Jackingfedt' vil blive brugt, når riggen hæves og sænkes. 'Rørfedt' vil blive brugt på udstyr i brøndene. Den estimerede anvendelse og udledning af kemikalier under P&A af brønde kan ses i Tabel 18-8. Desuden antages det, at et par tons primært rigvaskkemikalier vil blive udledt (gule kemikalier), se Tabel 18-9.

**Tabel 18-8 Estimeret anvendelse og udledning af kemikalier relateret til P&A aktiviteter på Nini A (10 brønde).**

P&A aktiviteter	Funktion	Planlagt anvendelse [ton]	Planlagt udledning [ton]	Sendt til kysten [ton]	Efterladt i brønd [ton]	Farvekode
WBM kemikalier	Saltopløsning	187	146	0	41	Grøn
	pH	6	5	0	1	Grøn
	Viskositet	25	19	0	6	Grøn
	Vejet materiale	3.433	2.677	0	757	Grøn
OBM kemikalier	Vejet materiale	3.800	0	3.800	0	Grøn
	Baseolie	2.123	0	2.123	0	Gul
	Salinitet	700	0	700	0	G

P&A aktiviteter	Funktion	Planlagt anvendelse [ton]	Planlagt udledning [ton]	Sendt til kysten [ton]	Efterladt i brønd [ton]	Farvekode
	Alkalinitet	127	0	127	0	Gul
	Emulsion	127	0	127	0	Gul
	Viskositet	50	0	50	0	Gul
	Viskositet	4	0	4	0	Rød
	Væsketab	35	0	35	0	Rød
	Vådemiddel	25	0	25	0	Gul
Spacer	Cement indhold	227	227	0	0	Grøn
	pH	227	227	0	0	Grøn
Rensekæde	Baseolie	243	243	0	0	Gul
	Viskositet	8	8	0	0	Grøn
	Overfladeaktivt stof	88	88	0	0	Gul
	Løsemiddel	100	100	0	0	Gul
Spildkemikalier	pH	13	13	0	0	Grøn
	H <sub>2</sub> S-fjerner	13	13	0	0	Gul
	Biocid	13	13	0	0	Gul
	pH	6	6	0	0	Grøn
Cementkemikalier	Antisedimentering	90	20	0	70	Grøn
	Dispersionsmiddel	25	10	0	15	Grøn
	Viskositetsforøger	3	3	0	0	Grøn
	Dispersionsmiddel	14	5	0	9	Gul
	Anti-foam	4	3	0	1	Gul
	Forlængelsesmiddel	11	4	0	7	Grøn
	Accelerator	6	3	0	3	Grøn
	Væsketabskontrol	27	7	0	19	Gul
	Klasse G cement	833	217	0	617	Grøn
	Weighting Agent	301	301	0	0	Grøn
<b>Total (ekskl. vand)</b>		<b>12.894</b>	<b>4.356</b>	<b>6.991</b>	<b>1.547</b>	
<b>Total Rød</b>		<b>39</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	
<b>Total Gul</b>		<b>2.953</b>	<b>472</b>	<b>2.452</b>	<b>29</b>	
<b>Total Grøn</b>		<b>9.902</b>	<b>3.884</b>	<b>4.500</b>	<b>1.517</b>	

Tabel 18-9 Estimeret anvendelse og udledning af brugskemikalier relateret til P&amp;A-aktiviteter.

Brugskemikalier	Planlagt anvendelse [ton]	Planlagt udledning [ton]	Farvekode
BOP-væske	8,0	0,0	Gul
Rørfedt	0,8	0,08	Gul
Rigvask	20	20	Gul
Jacking grease / skid grease	2,0	1,0	Gul

**Emissioner til luften under brønd-P&A**

Emissioner til luft i forbindelse med P&A-aktiviteter på Nini A er relateret til:

- Rigaktiviteter (primært generator)
- Transport af rig (rigflytning)
- Besætningstransportaktiviteter med helikopter og standby-båd
- Transport af varer med forsyningskibe

Det estimerede brændstofforbrug og emissioner relateret til P&A af brønde på Nini A er listet i Tabel 18-10.

**Tabel 18-10 P&A af brønde på Nini A – Estimering af brændstofforbrug og emissioner.**

Summen er baseret på rådata, der inkluderer alle decimaler.

Fartøj	Antal	Dage	Brændstof [m <sup>3</sup> ]	CO <sub>2</sub> e [ton]	Nox [ton]	SO <sub>2</sub> [ton]	nmVOC [ton]
Jack-up rig	1	367	6.768	18.225	307	5,4	0,9
Forsyningsskib	1	107	749	2.018	34	0,6	0,1
Standby-båd	1	367	1.100	2.965	50,0	1	0,1
Bugserbåde	3	20	1.200	3.233	54	1,0	0,1
Helikoptere	1	161	184	499	1,0	0,6	0,0
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10.001</b>	<b>26.940</b>	<b>446</b>	<b>8,6</b>	<b>1,2</b>

### 18.3.2 Platform inkl. offloadingsystem

Valget af fjernelsesmetode for platform (topside) vil generelt være baseret på den valgte entreprenørs forslag, selvom operatører bør fastlægge en strategi, der optimerer arbejdsrutiner og økonomiske aspekter.

Topsidemodulerne blev installeret med et enkelt kranløft. I princippet kan en lignende metode (i omvendt rækkefølge) anvendes til nedtagningen. Fjernelsesmetoderne inkluderer et enkelt løft ved brug af et stort løftefartøj til at fjerne topside som en samlet enhed og transportere det til affaldshåndtering på land. Beslutningen om metodevalg er også afhængig af relateret til tilgængeligheden af forskellige fartøjer og de tilbudte løsninger fra entreprenørerne.

Jacket blev installeret som et dobbelt kranløft, løftet horisontalt fra en pram ved at bruge begge kraner og sænket på plads. Det samme fartøj installerede også topside. I princippet kan en lignende metode (i omvendt rækkefølge) anvendes til nedtagningen. I bunden af jacket vil stigerør (risers), herunder det nye stigerør installeret som en del af Project Greensand Future, blive frakoblet og løftet sammen med jacket.

På nuværende tidspunkt er der to hovedmetoder til fjernelse af jacket: enten ved at udføre dette ved et enkelt løft ved at bruge et stort løftefartøj til at fjerne jacket som en samlet enhed og transportere den til land for håndtering. Den anden mulighed er fjerne installationen i mindre enheder ved at adskille jacket i mindre dele offshore.

Det skal besluttes, om jacket skal rengøres for marin vækst inden fjernelsen, eller om det skal udføres på land. Ved andre projekter med jacket nedtagning, og hvor der er blevet fjernet marin begroning, er der rapporteret om lugtproblemer på land. Det bør vurderes, om sådanne problemer skal håndteres i prækvalifikationen, og de ekstra omkostninger ved rengøring af jacket offshore skal tages i betragtning.

Emissionerne til luften er blevet beregnet for en gennemførbare afviklingsmetode. I scenariet er alle afviklingsaktiviteter undtagen P&A af brønde inkluderet, dvs. fjernelse af topsiden, jacket boretemplate, funderingspæle, offloadingsystemet samt aktiviteter relateret til afvikling af rørledninger, rørforbindelser mv. På nuværende tidspunkt er den kommercielt foretrukne metode at lade rørledninger blive på stedet, mens andre metoder fremgår af afsnit 18.3.3.

I Tabel 18-11 er der listet et brændstofforbrug per fartøj/aktivitet, og de resulterende emissioner til luft kan ses i Tabel 18-12.

**Tabel 18-11 Brændstofforbrug pr. fartøj, der kræves til nedtagning af Nini A-plattformen inkl. offloadingssystem (ikke inklusiv P&A af brønde).**

Dekommissioneringsaktivitet	Fartøj	Antal fartøjer	Dage	Brændstofforbrug [m <sup>3</sup> /dag]
Nini A afvikling inkl. arbejder på havbunden	Tungløftsfartøj (HLV)	1	34	47
	Offshore konstruktionsfartøj (OCV)	1	120	20
	Transportpram 400	1	20	0
	30t bollard Pull Tug	1	20	5,5
	100t bollard Pull Tug	1	28	20
	Forsyningsfartøj	1	11	7
	Undersøgelsesfartøj	1	42	4
	Fartøj (rock dumping)	1	3	27
	Pipe Trench	1	10	30
Afvikling af offloadingssystem	Støttefartøj	1	7	20
	Standbyfartøj	1	7	3
	Helikoptere	1	7	1,0

**Tabel 18-12 Emissioner til luften for afvikling af Nini A-plattformen inkl. offloadingssystem (ikke inklusiv P&A af brønde).**

Nini afvikling	Brændstofforbrug	Emissioner				
	Total [m <sup>3</sup> ]	CO <sub>2</sub> [ton]	NO <sub>x</sub> [ton]	SO <sub>x</sub> [ton]	CH <sub>4</sub> [ton]	nmVOC [ton]
Tungløftsfartøjer – Rørledninger efterladt in-situ	5.295	14.300	240	4	1	22
Fjernelse af offloadingssystem	308	853	18	0.47	-	0,55

Der er flere muligheder for fjernelse af boretemplate og funderingspæle, ligesom beskrevet i afsnittet ovenfor. Den primære metode inkluderer et enkelt løft ved at bruge et kranfartøj til at fjerne template og pæle som en samlet enhed og transportere dem til land til videre håndtering.

En endelig beslutning om afviklingsmetoden vil blive fastlagt efter en kommerciel udbudsproces.

### 18.3.3 Rørledning og rørledningsinstallationer

En sammenlignende vurdering er foretaget for potentielle afviklingsmuligheder for multifase-, vandinjektions- og gas lift-rørledningerne. De afviklingsmuligheder, der skal overvejes for rørledningerne, inkluderer følgende:

- Efterlade in-situ: Rørledningerne efterlades på stedet uden yderligere håndtering. Stabiliseringsfunktioner for rørledninger ved telekommunikationskrydsninger og Siri-platformen vil blive nedtaget senere.
- Fjernelse ved omvendt oprulning: Processen, hvorved rørledninger kan hentes op fra havbunden ved at oprulle dem fra havbunden ved hjælp af et specialiseret oprulningsfartøj, kaldes "omvendt oprulning." Disse fartøjer bruges normalt til installationsaktiviteter, men kan tilpasses til at hente rørledninger som en del af et afviklingsprojekt.
- Fjernelse ved skæring og løft: Rørledningerne skæres ned i passende længder og løftes op på et fartøj til transport til land. Kræver fjernelse af stenafdækning og åbning af rørgraven, hvor rørledningen er nedgravet.

Sammenfattet er disse metoder vurderet som de mest gennemførlige:

- Betontunnelbeskyttelse/GRP-strukturer vil blive fjernet og returneret til land.
- Rørsammenkoblingsforbindelser (Spoler) vil blive fjernet og returneret til land.
- Rørledningen vil blive efterladt in-situ og stabiliseret ved stenafdækning, hvis nødvendigt (250 tons pr. rørlednings ende), eller ved udgravning i/under havbundens overflade.
- Installeret stenmaterialer vil blive efterladt in-situ, og dette vil også inkludere stenafdækning fjernet under udgravning af rørledningens ender og spoler.

#### **18.3.4 Havbundsundersøgelser**

##### *Undersøgelse før afvikling*

Før installationen af jack-up til P&A udføres undersøgelser af havbunden med ROV for at sikre, at der ikke er fremmedlegemer på havbunden, som er uønsket i forbindelse med installationen af spudcans (fødderne på riggen). Undersøgelsesområdet vil være lokalt ved Nini A.

##### *Undersøgelse efter nedtagning*

Efter afslutningen af afviklingsarbejdet vil der blive udført en undersøgelse af området ved den tidligere placering af platformen samt af rørledningskorridoren. Dette sker for at verificere, at fjernelsen er blevet udført i overensstemmelse med de aftalte planer, både med hensyn til miljømæssige aspekter og som basisundersøgelse af de in-situ efterladte rørledninger. Undersøgelsen vil inkludere identificering og oprydning af affald inden for platformens 500 m zone og en 200 m bred korridor langs hver rørledningsrute.

Baseret på oplysningerne fra disse undersøgelser vil der blive oprettet et overvågningsprogram for at følge udviklingen af eventuelle fund fra basisundersøgelsen. Overvågningsprogrammet skal aftales med de relevante myndigheder.

I Tabel 18-13 er det estimerede brændstofforbrug og emissioner til luften relateret til de 2 planlagte havbundsundersøgelser angivet.

**Tabel 18-13 Brændstofforbrug og emissioner til luften, hvilket dækker 2 havbundsundersøgelser (før og efter afvikling).**

Undersøgelser	Brændstofforbrug	Emissioner				
	Total [m³]	CO <sub>2</sub> [ton]	NO <sub>x</sub> [ton]	SO <sub>x</sub> [ton]	CH <sub>4</sub> [ton]	nmVOC [ton]
Støttefartøj 2 dage inkl. ROV	24	67	1,5	0,04	-	0,04

### 18.3.5 Transport til land

Der er adskillige faciliteter med de nødvendige tilladelser og erfaring med håndtering af olie & gas strukturer i nærheden, beliggende f.eks. i Norge, Storbritannien, Holland og Danmark. Under transporten fra stedet i Nordsøen og indtil ankomst til landanlægget vil INEOS være ansvarlig for platformen. Platformen vil blive overdraget til modtageranlægget ved ankomsten til havnen. INEOS vil sikre, at transporten af platformen sker i overensstemmelse med lovgivningen og vil levere de nødvendige data til de relevante myndigheder. Transportemissionerne er inkluderet i Tabel 18-13.

### 18.3.6 Landbaserede modtagefacilitet

Den valgte modtagefacilitet skal have den nødvendig kajplads, aflæsningsfaciliteter og områder til håndtering og nedrivning af strukturer, herunder lager- og kontorfaciliteter. Kajen skal være konstrueret til at understøtte håndtering af tunge offshore strukturer.

Arbejdsarealet hvor der håndteres de modtagne strukturer, skal have faciliteter til håndtering af spild af miljøfarlige væsker, områder til håndtering af skrot, affaldssortering og opbevaring, kraner installationer samt sikre adgangsveje til transport- og logistikoperationer. Området skal være sikkert indhegnet og beskyttet mod uønsket trafik og personbevægelse.

Operatøren af anlægget skal have de relevante miljøtilladelser og overholde eventuelle licenser fra lokale og statslige myndigheder for at drive virksomheden, samt licenser til enhver form for affaldshåndtering, opbevaring, håndtering og transport, herunder håndtering af skrot.

## 18.4 Vurdering af påvirkningerne

Aktiviteterne ved afvikling vil være relativt lig 0-scenariet, som beskrives i et særskilt udkast til VVM'en (COWI, 2023b). Sammenlignet med 0-scenariet vil afviklingen af strukturer og rørledninger blive gennemført senere og efter *Projekt Greensand Future* om +10 år.

En oversigt over de planlagte aktiviteter ved afvikling og relaterede potentielle påvirkningsmekanismer findes i Tabel 18-14. Det er dog ikke en endelig vurdering, da en fremtidig VVM for afvikling vil dække alle potentielle påvirkninger og aktiviteter mere detaljeret. Potentielle utilsigtede hændelser er beskrevet i kapitel 13.

**Tabel 18-14 Oversigt over potentielle miljøpåvirkninger fra Nini A-nedlukning og effekter på miljøreceptorer. "X" markerer relevansen for konsekvensvurderingen.**

Potentiel påvirkningsmekanisme i forbindelse med afvikling	Brønd P&A	Platform inkl. offloadingsystem	Rørledning	Affaldsundersøgelser
<b>Emissioner</b>	X	X	X	
<b>Kemisk udledning</b>	X			
<b>Undervandsstøj</b>	X	X	X	X
<b>Forstyrrelser fra fartøjer</b>	X	X	X	X
<b>Fysisk forstyrrelse af havbunden</b>	X	X	X	
<b>Lysemissioner</b>	X	X		
<b>Fast affald</b>	X	X	X	

De relevante receptorer, der er blevet vurderet ud fra dette kapitel, er opsummeret i Tabel 18-15.

**Tabel 18-15 Potentielle påvirkningsmekanismer og relevante miljøreceptorer. "X" markerer relevansen for konsekvensanalysen. Fast affald vurderes ikke i forhold til en receptor.**

Potentiel påvirkning på miljøreceptorer	Undervandsstøj	Forstyrrelser fra fartøjer	Fysisk forstyrrelse af havbunden	Kemiske udledninger	Emissioner	Lysemissioner	Fast affald
<b>Klima og luftkvalitet</b>					X		
<b>Vandkvalitet</b>				X			
<b>Sedimentforhold</b>			X				
<b>Plankton</b>				X			
<b>Bentisk fauna</b>			X	X			
<b>Fisk</b>	X		X				
<b>Havpattedyr</b>	X	X					
<b>Havfugle</b>		X				X	

Som tidligere nævnt dækker denne VVM, aktiviteterne ved afvikling på et overordnet niveau, mens der i fremtiden vil blive udarbejdet en detaljeret VVM for afvikling. De væsentligste påvirkninger af aktiviteterne ved afvikling vurderes i de følgende afsnit. Der er yderligere receptorer, som ikke er omfattet af de nedenstående afsnit, men som anbefales at tage fat på i den fremtidige VVM for afvikling, såsom transport til land og demontering på land, sociale påvirkninger, utilsigtede hændelser ulykker og påvirkninger på internationale direktiver (Vandrammedirektivet, Havstrategirammedirektivet, Natura 2000 m.fl.).

#### 18.4.1 Brøndcementering og nedlukning (P&A)

Det vurderes, at P&A-aktiviteter resulterer i miljøpåvirkninger svarende til boreaktiviteterne. Vurderingen i dette afsnit er i høj grad baseret på vurderingen af de relevante receptorer i kapitel 11.

Under P&A-aktiviteter vil der være emissioner til luft i forbindelse med boreplatformsdrift. Emissionsrelaterede aktiviteter omfatter primært energiproduktion på jackup-boreplatformen og transport af besætning og materialer med forsyningsbåd og helikopter. De estimerede emissioner fra P&A-aktiviteterne omfatter et klimaaftryk på ca. 26.950 tons CO<sub>2</sub>e og en udledning på 450 tons NO<sub>x</sub> og 9 tons SO<sub>x</sub>. Estimatet for klimaaftryk inkluderer ikke emissioner fra materialeproduktion.

##### *Klima*

Klimasystemets sårbarhed er **høj**. Udledningen af drivhusgasser vil påvirke klimaet på **nationalt/internationalt** plan. Intensiteten af klimapåvirkningen under P&A-aktiviteterne er **medium**. P&A-arbejdets varighed er ~330 dage (~33 dage pr. brønd) og vurderes derefter til at have **mellemlang** eller **lang** varighed. Aktiviteten kan deles op i flere kampagner over flere år. Påvirkningen fra emissioner af drivhusgasser vurderes at være irreversibel. Den samlede påvirkning af P&A vurderes at have **moderate** konsekvenser på grund af den relativt lave intensitet.

##### *Luftkvalitet*

Luftkvalitetssårbarheden over for emissioner af gasser og partikler i projektområdet vurderes **lav**. Den geografiske udstrækning af påvirkningen af luftkvaliteten er **umiddelbar nærhed/lokal**, da størstedelen af aktiviteterne vil være inden for projektområdet. Intensiteten af påvirkningen på luftkvaliteten vurderes som **lav**. Aktiviteterne vurderes på **mellemlang** eller **lang** varighed. Emissioner af gasser og partikler til luften vil forårsage reversible påvirkninger. Påvirkningen forventes at have **ubetydelige** eller **begrænsede** konsekvenser for luftkvaliteten.

##### *Kemisk udledning*

Udledninger fra aktiviteterne ved afvikling vil primært være relateret til cementering og nedlukning (P&A) af brønde. Dette vil blive udført fra en boreplatform (jack-up rig) og dermed bestå af boreplatformskemikalier og udledninger fra brønd P&A (afsnit 18.3.1). Et begrænset antal kemikalier vil blive på selve boreplatformen under P&A af Nini A-brøndene. Det antages, at 100 % af kemikalier brugt til platforms vask, 50 % af smørremiddel til jack-up systemet og 10 % af smørremiddel til borerør vil blive udledt til søs.

Der er udført modellering på lignende kortvarrige, gruppevis udledninger for én P&A-aktivitet (COWI, 2023b). Modelleringen har kun omfattet de gule anvendte kemikalier, ikke grønne kemikalier (røde kemikalier udledes ikke). Beregningerne inkluderer en vurderingsfaktor på 1000, dvs. de afstande, hvor PEC/PNEC-forholdet overstiger 1, skal betragtes som konservative. Enkelte kemikalier vil potentielt overstige PEC/PNEC-forholdet på længere afstande (op til 5.000 m) over en kort periode. Udledningen af kemikalier vil potentielt påvirke pelagiske arter bestående af fisk, fiskelarver, dyreplankton og fytoplankton i det berørte område. Da påvirkningens varighed er **kortvarig** (inden for få timer), og påvirkningens intensitet er **middel**, vurderes det, at udledningens påvirkning på pelagiske organismer er **begrænset**. Effekten af P&A kan kun vurderes foreløbigt, da aktiviteterne og de anvendte kemikalier kan ændre sig, når det konkrete afviklingssprogram er afsluttet.

### *Undervandsstøj*

Undervandsstøj i forhold til P&A-arbejdet fra en boreplatform kan sammenlignes med støj fra installation og drift af jackup-boreplatformen under boreaktiviteter, hvilket er vurderet i afsnit 4.4.1.

Undervandsstøjkarakteristika er målt for en diamantskæretrådsaktivitet under gennemskæringen af et forerør med en diameter på 0,76 m på en olie- og gasplatform i Nordsøen (Pangerc et al., 2016). Forerøret blev gennemskåret ca. 10 m over havbunden ved hjælp af en "36-tommer" (0,91 m) diamantskæretrådsmaskine i en vanddybde på ca. 80 m. Analysen viste, at lyden, der blev udsendt fra diamantskæretråden i forbindelse med skæring af forerøret, ikke var let at skelne over baggrundsstøjen, som var til stede under gennemskæringen (fartøjsaktivitet). Stigninger på mellem ca. 4 dB og op til 15 dB kunne påvises for spektrale niveauer på en tredjedel oktavbånd ved nogle frekvenser, hvor de højere frekvenser viste større stigning (over 5 kHz). Det faktum, at den slibende vandstråleskærer arbejder tre meter under havbundens overflade, vil reducere støjemissionerne yderligere.

Fisks og havpattedyrs samlede sårbarhed over for undervandsstøj vurderes som **medium**. Alle påvirkninger fra undervandsstøj vurderes at ske i **umiddelbar nærhed** til platformkonstruktionerne. Påvirkningen fra undervandsstøj vurderes til primært at resultere i reversible effekter, og intensiteten af påvirkningen vurderes som **medium**. Varigheden af påvirkningen forventes at være **kortsigtet**. Sandsynligheden for påvirkning vurderes som høj for fisk og meget høj for havpattedyr. Konsekvensen af støj fra afvikling vurderes at være **ubetydelig**.

### *Fysisk forstyrrelse af havbunden*

De potentielle påvirkninger af sedimentforholdene fra P&A-arbejdet er relateret til:

- Arealpåvirkning, dvs. det område, der optages af spud-cans og ben fra jackup-platformen, udgør et tab af substrat.
- Sedimentspild, dvs. forhøjet koncentration af suspenderet sediment i vandsøjlen og efterfølgende aflejring. Sedimentspild opstår fra udledning af mudder fra borer.
- Kemiske udledninger, dvs. fra boremudder og kemikalier.

Havbundens sårbarhed over for arealpåvirkning fra ovennævnte aktiviteter vurderes at være **medium**. Arealpåvirkningen fra tab af substrat under strukturerne betragtes som **lokalt**. På baggrund af den midlertidige placering og at der ikke forventes ændringer i sedimentets fysiske eller kemiske egenskaber, vurderes den fysiske påvirkning af de dækkede sedimenter og intensiteten derfor som **lav**. Arealpåvirkningen fra spud-cans og boreplatformsbenene kan dog vare i mere end 300 dage om året og vurderes som en **mellemlang** eller **langsigtet** påvirkning. Sandsynligheden for en påvirkning vurderes som meget stor, da placeringen af strukturer på havbunden uundgåeligt vil føre til enten midlertidigt eller permanent tab af substrat. Der forventes ingen ændringer i sedimentets fysiske eller kemiske sammensætning. Arealpåvirkningen er kun midlertidigt og forventes ikke at påvirke de fysiske eller kemiske forhold, efter P&A er gennemført. Påvirkningen fra arealpåvirkningen vurderes at have **ubetydelige** konsekvenser for sedimentforholdene i projektområdet.

### *Forstyrrelser fra fartøjer*

Under P&A-arbejdet kan der forekomme en vis forstyrrelse fra fartøjer på havpattedyr og havfugle. Sårbarheden af disse receptorer vurderes som **lav**, da det er vist, at marsvin undgår fartøjer i en afstand af 200-400 m (Bas et al., 2017), Andre hvaler og sæler vurderes at have omtrent samme undvigelsesafstand fra fartøjer. Påvirkningen er reversibel, da havpattedyrene og havfuglene forventes at vende tilbage til området, når fartøjerne forlader området, og forstyrrelsen ophører.

Den geografiske udstrækning vurderes at forekomme i **umiddelbar nærhed** af fartøjer og platformen. Intensiteten af forstyrrelserne vurderes som **lav**, og varigheden af påvirkningen er **kortsigtet** (fartøjer) til **mellemlang** til **lang** varighed for boreplatformsaktiviteten. Samlet set vurderes påvirkningen af forstyrrelser fra fartøjer og boreplatforme på havpattedyr og havfugle som **ubetydelig**.

#### *Lysemissioner*

Lys fra fartøjer og jack-up platforme kan potentielt påvirke fugle. Lysets indflydelse på havfugle er ikke velkendt, og fuglenes sårbarhed over for lysemissioner vurderes derfor konservativt som **medium**. Disse Lyskilderne forventes kun at påvirke **lokalt**. Intensiteten af lysets påvirkning på havfugle vurderes derfor til **lav**. Lysets påvirkning på havfugle vurderes som **mellemlangt** til **langsigtet**. Sandsynligheden for påvirkning vurderes som middel. Påvirkninger fra lys vurderes at have **ubetydelige** konsekvenser uden påvirkning på bestandsniveau for havfugle.

#### *Fast affald*

Affald er relateret til borerør, der trækkes ud af brøndene. Rørerne vil blive kontrolleret for naturligt forekommende radioaktive materialer (NORM) og hvis nødvendigt sendt til land for korrekt håndtering og opbevaring. NORM-affaldsfraktionen vil blive opbevaret på et godkendt NORM-lager. Det vurderes derfor, at der ikke er nogen påvirkning af miljøet i forhold til affald.

### **18.4.2 Platform inkl. offloadingsystem**

Der vurderes to metoder til fjernelse af platform og jacket:

- Enkelt-løft-fjernelse, hvor platformen og jacket løftes i et enkelt løft.
- Flere-løft-fjernelse, hvor jackup skæres i mindre stykker, og platformen og jackup løftes i flere løft.

Offloadingsystemet forventes at blive fjernet som en omvendt installationsproces fra skib.

Påvirkningen i forbindelse med fjernelse af platformkonstruktionerne ved skæring og løft er ukendt, da fartøj og metoder, der skal anvendes (om +10 år), vil blive afklaret på et senere tidspunkt. Konsekvensanalysen på overordnet niveau i det følgende er en kvalitativ vurdering baseret på vurderinger af receptorer i kapitel 10 og VVM for afvikling (COWI, 2023b).

#### *Klima*

Klimasystemet er sårbart over for udledning af drivhusgasser og vurderes derfor **høj**, og luften vurderes at have **lav** sårbarhed over for emissioner af luftkvalitetsparametre. Intensiteten af påvirkningen af klimaet under fjernelse og transport af perronkonstruktioner vurderes **mellem** og **lav** med hensyn til luftkvaliteten. Aktiviteterne vurderes med **mellemlang varighed**. Sandsynligheden for påvirkning af klimasystemet vurderes at være høj og lav med hensyn til luftkvalitet. Den samlede påvirkning fra fjernelse af platformstrukturene vurderes at have **begrænsede** konsekvenser for klimasystemet.

#### *Luftkvalitet*

Luftkvalitetssårbarheden over for emissioner af gasser og partikler i projektområdet vurderes **lav**. Den geografiske udstrækning af påvirkningen af luftkvaliteten er **umiddelbar nærhed/lokal**, da størstedelen af aktiviteterne vil være inden for projektområdet. Intensiteten af påvirkningen på luftkvaliteten vurderes som **lav**. Aktiviteterne vurderes på **mellemlang** varighed. Emissioner af gasser og partikler til luften vil forårsage reversible påvirkninger. Påvirkningen forventes at have **ubetydelige** eller **begrænsede** konsekvenser for luftkvaliteten.

### *Undervandsstøj*

Fjernelse af platformens installationer kan kræve ROV- og dykkeraktiviteter. Støjpåvirkninger i forbindelse med ROV- og dykkeraktiviteter er beskrevet i afsnit 5.5.3.

Desuden kan aktiviteten kræve brug af hydraulisk saks og en diamantwiresav til at adskille sektionen af platformsbæn og platformen (over vand). Dette udstyr vil blive betjent ved lave støjniveauer og forventes ikke at resultere i fysisk skade eller adfærdsmæssig påvirkning af havpattedyr.

Fisk og havpattedyrs samlede sårbarhed over for undervandsstøj vurderes som **medium**. Alle påvirkninger fra undervandsstøj vurderes at ske i **umiddelbar nærhed** af platformstrukturene. Påvirkningen fra undervandsstøj vurderes, primært at resultere i reversible effekter, intensiteten af påvirkningen vurderes som **medium**. Varigheden af påvirkningen forventes at være **kortsigtet**. Sandsynligheden for påvirkning vurderes som høj for fisk og meget høj for havpattedyr. Konsekvensen af støj fra afvikling vurderes at være **ubetydelig**.

### *Forstyrrelser fra fartøjer*

Under fjernelse af platformkonstruktionerne kan der forekomme en vis forstyrrelse fra fartøjer til havpattedyr og havfugle. Sårbarheden af disse receptorer vurderes som **lav/medium** som vist, at marsvin undgår fartøjer i en afstand af 200-400 m (Bas et al., 2017), mens andre hvaler og sæler vurderes at have omtrent samme undgåelsesafstand fra fartøjer. Påvirkningen er reversibel, da havpattedyrene og havfuglene forventes at vende tilbage til området, når fartøjerne har forladt området, og forstyrrelsen ophører. Den geografiske udstrækning vurderes at forekomme i **umiddelbar nærhed** af fartøjerne. Intensiteten af forstyrrelser fra fartøjer vurderes til at være **lav**, da der kun forventes få fartøjer i forbindelse med fjernelse af platformkonstruktionerne, og varigheden af påvirkningen er **mellemlangsigtet**. Samlet set vurderes virkningen af forstyrrelser fra fartøjer på havpattedyr og havfugle som **lav/ubetydelig**.

### *Fysisk forstyrrelse af havbunden*

Fjernelse af platformstrukturene vil medføre forstyrrelser af havbunden og resultere i fjernelse af hårdt substrat og tilhørende fauna fra området. Receptorens sårbarhed vurderes **medium**, og arealpåvirkningen fra tab af substrat under strukturerne betragtes som **lokalt**. Intensiteten vurderes til at være **middel** i nedlukningsfasen. Aktiviteterne vurderes af **mellemlang** varighed. Sandsynligheden for en påvirkning vurderes at være meget høj. I betragtning af den lave intensitet og lokale påvirkning fra skæring af pæle, ben og lossesystem vurderes påvirkningen fra arealpåvirkningen i nedlukningsfasen at have **ubetydelige** konsekvenser for sedimentforholdene i projektområdet.

### *Lette emissioner*

Lys fra fartøjer kan potentielt påvirke fugle. Lysets indflydelse på havfugle er ikke velkendt, og fuglenes sårbarhed over for lysemissioner vurderes derfor konservativt som **medium**. Disse lyskilder forventes kun at påvirke **lokalt**. Intensiteten af lysets påvirkning af havfugle vurderes derfor til **lav**. Lysets påvirkning af havfugle vurderes som **mellemlang** og vil sandsynligvis ske kontinuerligt. Sandsynligheden for virkningen vurderes som middel. Påvirkninger fra lys vurderes at have **ubetydelige** konsekvenser uden påvirkning på bestandsniveau for havfugle.

### *Fast affald*

Affald relateret til platform og jacket er hovedsageligt forskellige metaller, plast, kabler og andre materialer. Dette vil blive returneret på land for neddeling og genanvendelse.

### 18.4.3 Rørledninger og rørledningsinstallationer

Sammenlignet med 0-scenariet vil rørledningerne fra Siri til Nini A blive efterladt, hvor de på nuværende tidspunkt er placeret, og bevaret indtil afvikling efter *Projekt Greensand Future*.

In-situ-/”efterladt på stedet”-valgmuligheden antages at være den bedste mulige metode og er almindelig praksis i branchen for lignende rørledninger. Fremtidige vurderinger og teknologier kan åbne for andre afviklingsmetoder.

I forhold til fjernelse af platformen er fartøj og anvendte metoder (om +10 år) til afvikling af rørledninger ikke blevet valgt. Den overordnede miljøvurdering i det følgende er en kvalitativ vurdering baseret på vurderinger af receptorer i kapitel 10 og VVM for afvikling (COWI, 2023b).

#### *Klima/luftkvalitet*

Sårbarheden over for emissioner af drivhusgasser vurderes **høj** og **lav** over for emissioner af luftkvalitetsparametre. Intensiteten af påvirkningen på klimaet og luftkvaliteten under afvikling af in-situ-rørledningen vurderes **lav**. Aktiviteterne vurderes af **kort** varighed. Sandsynligheden for påvirkning af klimaet vurderes at være høj og lav med hensyn til luftkvalitet. Den kombinerede effekt af in-situ afvikling af rørledninger vurderes at have **begrænsede** konsekvenser for klimasystemet og **ubetydelige** konsekvenser for luftkvaliteten.

#### *Undervandsstøj*

Fjernelse af dele af rørledningen og relaterede installationer under havbunden kan kræve ROV- og dykkeroperationer. Støjpåvirkninger i forbindelse med ROV-operationer og dykkeroperationer er beskrevet i afsnit 5.4.2 eller 5.5.3.

Desuden kan aktiviteten kræve brug af hydraulisk saks og en diamantwiresav til at adskille dele af boreplatformsben og platformen (over vand). Udstyret vil blive betjent ved lave støjniveauer og forventes ikke at resultere i fysisk skade eller adfærdsmæssig påvirkning på havpattedyr.

Fisks og havpattedyrs samlede sårbarhed over for undervandsstøj vurderes som **medium**. Alle påvirkninger fra undervandsstøj vurderes at ske i **umiddelbar nærhed** til platformkonstruktionerne. Påvirkningen fra undervandsstøj vurderes til primært at resultere i reversible effekter, og intensiteten af påvirkningen vurderes som **medium**. Varigheden af påvirkningen forventes at være **kortsigtet**. Sandsynligheden for påvirkning vurderes som høj for fisk og meget høj for havpattedyr. Konsekvensen af støj fra nedlukning vurderes at være **ubetydelig**.

#### *Forstyrrelser fra fartøjer*

Under fjernelse af alle installationer, der er placeret over havbunden, dvs. rørstykker og rørledningsstabiliseringsselementer, kan der forekomme visse forstyrrelser fra fartøjer for havpattedyr og havfugle. Sårbarheden af disse receptorer vurderes som **lav/medium**, og virkningen er reversibel, da havpattedyr og havfugle forventes at vende tilbage til området, når fartøjerne har forladt området, og forstyrrelsen ophører. Den geografiske udstrækning vurderes at forekomme i **umiddelbar nærhed** af fartøjerne. Intensiteten af forstyrrelser fra fartøjer vurderes til at være **lav**, da der kun forventes få fartøjer i forbindelse med afskaffelsen af offloadingsystemet, og varigheden af påvirkningen er **kortvarig**. Samlet set vurderes virkningen af forstyrrelser fra fartøjer på havpattedyr og havfugle som **ubetydelig**.

*Fysisk forstyrrelse af havbunden*

At lade rørledningerne være vil ikke medføre nogen forstyrrelse af havbunden, udover ved de lokale områder der kræver stenbeskyttelse. Receptorens sårbarhed vurderes **medium**, og arealpåvirkningen fra tab af substrat under stenbeskyttelsen betragtes som **lokal**. Intensiteten vurderes som **lav**. Aktiviteterne vurderes af **kort** varighed. Sandsynligheden for en påvirkning vurderes at være meget høj. I betragtning af den meget lave intensitet og lokale påvirkning fra placering af stenbeskyttelse vurderes påvirkningen fra in-situ afvikling at have **ubetydelige** konsekvenser for sedimentforholdene i projektområdet.

*Fast affald*

Affald relateret til rørledninger er hovedsageligt stålrør, betontunnelelementer i enderne, spolebøjningers glasfiberforstærkede plastdæksler og rørledningsbelægningen. Mængden af affald vurderes at være lille i det efterladte in-situ-scenarie.

**18.4.4 Havbundsundersøgelser***Undervandsstøj*

Undervandsstøj forventes fra fartøjer og ROV-udstyr. Havpattedyr forventes at undgå området, og de vurderes at være upåvirkede af dette. Der er ingen adfærdsmæssige tærskelværdier for vågehval og hvidnæser, og begge arter forventes at undgå området. Med den indledende forstyrrelse fra fartøjer vil der være en meget begrænset risiko for skader fra undervandsstøj på havpattedyr i forbindelse med brug af højfrekvent ROV-udstyr. Støjpåvirkninger i forbindelse med ROV-operationer er beskrevet i afsnit 5.5.3.

Fisks og havpattedyrs samlede sårbarhed over for undervandsstøj vurderes som **medium**. Alle påvirkninger fra undervandsstøj vurderes at ske i **umiddelbar nærhed** til stenbeskyttelsesområderne. Påvirkningen fra undervandsstøj vurderes til primært at resultere i reversible effekter, og intensiteten af påvirkningen vurderes som **lav**. Varigheden af påvirkningen forventes at være **kortsigtet**. Sandsynligheden for påvirkning vurderes som høj for fisk og meget høj for havpattedyr. Konsekvensen af genereret støj vurderes som **ubetydelig**.

*Forstyrrelser fra fartøjer*

Under undersøgelserne kan der forekomme en vis forstyrrelse fra fartøjer på havpattedyr og havfugle. Sårbarheden af disse receptorer vurderes som **lav/medium**, og virkningen er reversibel, da havpattedyr og havfugle forventes at vende tilbage til området, når fartøjerne har forladt området, og forstyrrelsen ophører. Den geografiske udstrækning vurderes at forekomme i **umiddelbar nærhed** af fartøjerne. Intensiteten af forstyrrelser fra fartøjer vurderes til **lav**, da der kun forventes at blive brugt få fartøjer, og varigheden af påvirkningen er **kortvarig**. Samlet set vurderes virkningen af forstyrrelser fra fartøjer på havpattedyr og havfugle som **ubetydelig**.

## 19. OVERVÅGNING

Da *Projekt Greensand Future* er det første CO<sub>2</sub>-lagringsprojekt (>100 kt) i Danmark, er overvågning af reservoiret og lækageovervågning planlagt, som beskrevet i afsnit 5.5.4 og 5.5.5, og er desuden vurderet som en integreret del af projektet. Desuden er en plan for overvågning, måling og verifikation (MMV) udarbejdet. Dette er i overensstemmelse med CCS-direktivet (2009/31/EF om geologisk lagring af kuldioxid) og §10 i bekendtgørelse nr. 845 af 26/06/2024 om geologisk lagring af CO<sub>2</sub>, hvoraf det fremgår, at overvågning af injektionsbrønden og reservoiret er påkrævet for at vurdere CO<sub>2</sub>-migration eller lækage fra reservoiret samt sociale eller miljømæssige påvirkninger. Som anført i §11 i bekendtgørelse nr. 845 skal der desuden godkendes et overvågningsprogram, der dækker ovennævnte emner. Programmet vedligeholdes og ajourføres hvert femte år for at tage hensyn til eventuelle ændringer i den vurderede risiko for lækage, ændringer i de vurderede risici for miljøet og menneskers sundhed, ny videnskabelig viden og forbedringer af den bedst tilgængelige teknologi.

Siden større ulykker, såsom lækager af CO<sub>2</sub> fra havbunden (afsnit 13.2) kan have påvirkning på bundfaunaen, kan regelmæssig overvågning af bundfauna og sedimentkemi i projektets levetid overvejes, også selvom påvirkningen ikke er signifikant. Et regelmæssigt overvågningsprogram vil give en forståelse af mulige påvirkninger af havbundssamfundene, herunder mikrober, som følge af CO<sub>2</sub>-lækage til havbundens overflade. Derfor foreslås et overvågningsprogram svarende til baselineundersøgelsen med et 5-årigt interval startende fra den første injektion (DHI and Rambøll, 2023a).

Som beskrevet i kapitel 18 vil der blive udført en undersøgelse efter dekommissionering for at kontrollere, at fjernelsen af alle bygninger og elementer fra offloadingsystemet er gennemført. Undersøgelsen vil omfatte identifikation og bjærgning af vragester inden for 500 m zonen

Som beskrevet i kapitel 11 og 12 er der ingen af de planlagte aktiviteter som fører til væsentlige negative påvirkninger på de miljømæssige eller sociale receptorer, og der er derfor ikke behov for yderligere overvågning.

## 20. AFVÆRGE TILTAG

Ingen af de identificerede påvirkningsmekanismer fra planlagte aktiviteter er blevet vurderet til at resultere i signifikant negativ påvirkning på hverken de miljømæssige eller sociale receptorer. Der er således ikke fundet nogle nødvendige afværgetiltag for *Projekt Greensand Future*.

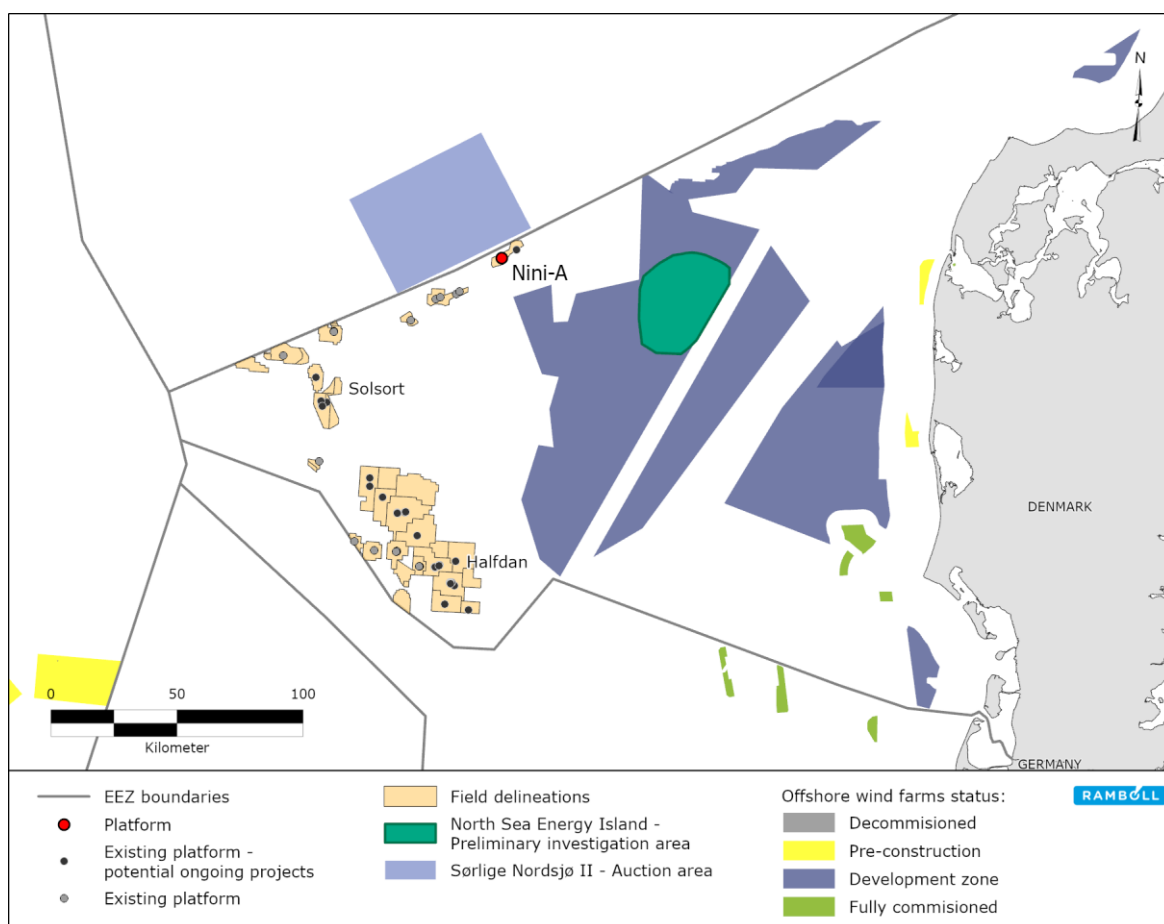
Affald og udledning af kemikalier til havet bør håndteres i overensstemmelse med Den Internationale Søfartsorganisations (IMO) konvention, MARPOL-konventionen, ballastvandskommissionen, OSPAR-konventionen og miljøbeskyttelsesloven (alle beskrevet i kapitel 7).

Tiltag som softstart-proceduren for at minimere skader på havpattedyr under seismiske undersøgelser i driftsfasen betragtes som standardprocedurer og beskrives som en del af projektbeskrivelsen, se afsnit 5.5. Med standardprocedurer, er det vurderet, at der ikke er behov for yderligere afværgetiltag for havpattedyr, se afsnit 11.8.3. Som led i ansøgningen om overvågningsprogrammet skal behovet for yderligere afværgetiltag drøftes med Energistyrelsen.

I tilfælde af olie- eller CO<sub>2</sub>-udslip fra reservoiret, skal den beredsskabsstrategi, der er beskrevet i afsnittet 13, henholdsvis, følges.

## 21. KUMULATIVE EFFEKTER

I dette kapitel er alle eksisterende projekter og planer samt fremtidige projekter og planer, som der enten er ansøgt om eller givet tilladelse til, og som potentielt kan resultere i kumulative effekter med det nuværende projekt, listet og vist i Figur 21-1.



**Figur 21-1 Eksisterende og potentielle igangværende projekter for olie- og gasplatforme og eksisterende OWFs og udviklingszoner for OWF i Nordsøen.**

### 21.1 Nye produktionsbrønde i Halfdan-feltet

Energistyrelsen har besluttet, at etableringen af fire nye produktionsbrønde i Halfdan-feltet kan finde sted. Anlægsarbejdet forventes at starte i marts 2023, borerne i Tor-reservoiret forventes at blive sat i drift i slutningen af 2023 og borerne i Ekofisk-reservoiret forventes at blive sat i drift i 2024 og 2025. På grund af afstanden på >100 km mellem Nini-feltet og Halfdan-feltet forventes der ingen kumulative effekter.

### 21.2 Eksisterende olie og gas aktiviteter i Nordsøen

Eksisterende olie- og gasaktiviteter i Nordsøen forventes ikke at resultere i kumulative effekter med *Projekt Greensand Future* på grund af afstanden til projektområdet og karakteristika for potentielle påvirkninger fra det nuværende projekt og fra andre olie- og gasaktiviteter (Olie & Gas Danmark, 2017).

### 21.3 Udviklingszoner for havvindmølleparker

Desuden er der andre projekter og planer i støbeskeen i Nordsøen som f.eks:

- Det norske auktionsområde, Sørlige Nordsø
- Andre OWF-udviklingszoner

Eftersom der ikke er ansøgt om eller godkendt sådanne projekter, tages de ikke i betragtning i denne VVM med hensyn til kumulative virkninger. Samlet set forventes *Project Greensand Future* ikke at forårsage nogen kumulative virkninger i forhold til eksisterende eller planlagte projekter. Desuden overlapper påvirkningerne fra andre planlagte projekter i nærheden ikke tidsmæssigt eller geografisk med *Project Greensand Future*.

Sørlige Nordsjø II er en udviklingszone for havvindmølleparker, der skal levere vedvarende energi til Norge og potentielt Europa. Auktionen for området blev afsluttet i marts 2024. Målet er at have den første vindmøllepark i produktion i 2030. Der er ingen detaljeret planlægning på plads på nuværende tidspunkt. Der er en potentiel risiko for overlappende aktiviteter fra det nuværende projekt og OWF-udviklingszonen »Sørlige Nordsjø II«, hvilket kan resultere i kumulative effekter. Der er ingen detaljeret planlægning på plads på nuværende tidspunkt for OWF-udviklingszonen, og der kan derfor ikke identificeres nogen kumulative effekter på dette tidspunkt. Det skal tages i betragtning i forbindelse med den fremtidige udvikling af OWF-udviklingsområdet »Sørlige Nordsjø II«.

### 21.4 Baseline overvågning

Baseline overvågningsaktiviteter (seismicitet og CO<sub>2</sub> lækage) udføres i Q1-Q4 2025 og afsluttes før den første CO<sub>2</sub>-injektion. Disse aktiviteter er omfattet af en separat ansøgning/tilladelse. Baseline aktiviteterne slutter i Q4 2025 og konstruktions fasen starter i Q3 2025, hvilket medfører et midlertidigt overlap.

I Q1 2025 udlægges havbundsstationer (OBS) til indsamling af baseline seismicitets data og CO<sub>2</sub>-lækage-overvågningssystemet (lander) til baselineovervågning. Både OBS'er og landeren vil blive hentet op i Q4 2025. Indsamling af baseline OBS'er vil kræve en ROV-operation, hvor alle 8 OBS'er vil blive indsamlet indenfor 3 dage. Indsamling af baseline OBS'er falder sammen med nedsættelsen af OBS'er til den kontinuerlige overvågning i driftsfasen. Yderligere offshore-aktiviteter i Q3/Q4 2025 omfatter installation af flowline på Nini A-plattformen (1 måned), installation af CO<sub>2</sub>-offloading-system (7 dage + 1,5 dage) og wireline-arbejde på CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden på Nini A-plattformen (1 måned), hvilket fører til en overlapning i aktiviteterne med baseline overvågningsaktiviteterne.

Seismiske undersøgelser og indsamling af baseline OBS'er (seismicitet) er ikke planlagt til at finde sted på samme tid og i umiddelbar nærhed af hinanden. Påvirkninger fra baseline overvågningsaktiviteterne er lokale, kortsigtede og midlertidige, og det vurderes, at der ikke er en væsentlig risiko for påvirkning af bilag IV-arter og integriteten af Natura 2000-lokaliteternes. Desuden er den periode, hvor baselineundersøgelserne potentielt falder samtidig med andre aktiviteter, meget kort (nogle få timer på den nærmeste station), og virkningen vurderes at være ubetydelig. På baggrund af ovenstående konkluderes det, at der ikke er risiko for kumulative effekter af aktiviteterne.

## 22. MANGLENDE VIDEN OG USIKKERHEDER

Dette kapitel er en sammenfatning af de væsentligste usikkerheder i vurderingerne af de planlagte aktiviteter og receptorer, hvor der er begrænset viden. Detaljer om usikkerhederne er beskrevet i vurderingen af hver receptor i kapitel 11 og 12. De receptorer, der er anført i dette kapitel, er dem, hvor der er identificeret manglende viden eller usikkerheder omkring påvirkning fra de planlagte aktiviteter, mens der ikke er identificeret nogle usikkerheder i vurderingen af de resterende receptorer.

### Eksisterende forhold og potentielle påvirkninger

Grundlaget for beskrivelsen af de eksisterende forhold vurderes at være tilstrækkeligt, da Nordsøen er ganske velundersøgt. Der findes data fra årtiers overvågning, mens sedimentforhold og bundfauna blev undersøgt i 2022 i forbindelse med baselineundersøgelserne til *Projekt Greensand Future*, hvilket giver et rigtig godt grundlag for at vurdere mulige påvirkninger af bundmiljøet.

De potentielle påvirkninger er velkendte, da aktiviteterne i projektet ligner dem, der foregår i olie- og gasindustrien, og derfor kan erfaringer fra årtiers arbejde med olie og gas overføres til *Projekt Greensand Future*. Omfanget af mulige påvirkninger er derfor velkendt, og ud fra et miljømæssigt perspektiv betragtes den planlagte del af projektet og påvirkningerne heraf som forholdsvis simple. Påvirkninger fra utilsigtede hændelser eller ikke-planlagte aktiviteter har altid en vis grad af usikkerhed, men potentielle påvirkninger er modelleret (olieudslip og CO<sub>2</sub>-frigivelse fra blowout), se kapitel 13. Grundlaget for vurderingen anses for tilstrækkeligt til at fastslå konsekvensen af en påvirkning med høj grad af sikkerhed.

### Klima og luftkvalitet

Estimeringen af gas- og partikelemissioner og vurderingen af påvirkningen på klima og luftkvalitet indeholder flere usikkerheder, da emissionsfaktorer hentes fra en database over standardemissioner. Der er også en vis usikkerhed i denne tidlige fase af projektet med hensyn til anvendelse af materialer og maskiner. De anvendte skøn er konservative og dækker alle de primære emissionskilder. Usikkerhederne for estimering af emissioner anses derfor for at være begrænsede. Den samlede vurdering anses for at være holdbar da den er baseret på den bedst tilgængelige viden og omfatter de primære kilder til udledning.

### Vandkvalitet

Vandkvaliteten omkring oliefelterne i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt, da den har været et centralt fokus i årene med offshore olie- og gasudvinding. Udledning af spildevand og andre udledninger fra fartøjer og påvirkningen herfra på vandkvaliteten i den pelagiske zone er ikke velundersøgt, og mængden og hyppigheden af udledningen kendes ikke på nuværende tidspunkt. Påvirkningen på vandkvaliteten med hensyn til næringsstoftilsætning og forurenende stoffer, som udgør hovedkomponenterne i den udledning, der forventes fra dette projekt, er imidlertid kendt på et generelt niveau, og datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for tilstrækkeligt.

### Biodiversitet

Faunaens udbredelse og biologi i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt, og videnskabelig forskning samt tidligere konsekvensanalyser af lignende projektaktiviteter på plankton og bundfauna er veldokumenteret i litteraturen. Datagrundlaget for denne vurdering anses derfor for at være tilstrækkeligt.

Fiskenes udbredelse og biologi i den centrale del af Nordsøen er relativt velkendt, og effekten af undervandsstøj på fisk er også relativt velkendt. Selv om TTS-tærsklen for fisk er baseret på ferskvandsarter, gælder den viden, der er hentet fra andre arter, til en vis grad, og i betragtning af den midlertidige varighed af påvirkningen anses konklusionen af denne vurdering for at være holdbar. Effekten af lysemissioner på fisk i pelagiske zoner, dvs. sikkerhedslys fra platforme og fartøjer, er ikke velstuderet. Effekten af kunstigt lys på fisk i kystnære byområder er til gengæld velundersøgt og kan fungere som en proxy for vurdering af effekten af sikkerhedslys på fisk. Samlet set anses konklusionen af denne vurdering vedrørende fisk for at være holdbar.

Viden om påvirkninger af havpattedyr og bilag IV-arter (hvaler) er velkendt, da de er blevet overvåget fra olie- og gasanlæg i årtier, og retningslinjer for støjpåvirkninger opdateres regelmæssigt, senest i 2022 (Energistyrelsen, 2022b). Der findes ingen retningslinjer for fortrængning af vågehval og hvidnæser fra undervandsstøj, men den værdi (Tougaard, 2016) fremsætter (145 dB re1UPa), er i vid udstrækning accepteret af Energistyrelsen til at gælde for alle havpattedyr, som lever i den danske Nordsø.

Havfugles udbredelse og biologi i tilknytning til Nordsøen er relativt velkendt. Der er dog stor usikkerhed forbundet med effekten af kunstigt lys på havfugle. Skøn over havfugles dødelighed som følge af lysemissioner er ofte upræcise og vanskelige at omsætte til betydning på populationsniveau. Desuden mangler der generelt viden om trækadfærd om natten samt forståelse for de underliggende faktorer, der styrer de årlige variationer i mængden af trækfugle. Da kilderne til kunstigt lys er begrænsede og midlertidige, anses konklusionen af denne vurdering for at være holdbar.

### **Kulturarv**

Havbunden i projektområdet er blevet undersøgt ved flere lejligheder under geofysiske undersøgelser og vragundersøgelser. En arkivkontrol fra Moesgaard Museum vil blive udført som et første skridt for at sikre en marinarkæologisk fortolkning af potentialet for fund i projektområdet.

### **Fiskeri**

Fordelingen af aktiviteten fra de forskellige erhvervsfiskerier er undersøgt for perioden 2015 til 2018. Datasættet om fiskeriintensitet i EU's farvande blev oprettet i 2020 af COGEA for EMODNET (EMODnet, 2021d). Fiskeriindsatsen vises kun for fartøjer >12 m, der har VMS, hvilket ikke giver anledning til usikkerheder da mindre fartøjer ikke forventes at fiske kommercielt i området så langt fra kysten. Samlet set vurderes datagrundlaget for vurderingen at være tilstrækkeligt.

### **Samlet vurdering af manglende viden og usikkerheder**

Samlet set anses manglende viden og usikkerheder i vurderingen af påvirkningerne fra *Projekt Greensand Future* for at være begrænsede. Den samlede vurdering anses for at være velfunderet, da den er baseret på den bedst tilgængelige viden og inkluderer alle relevante virkninger.

## **23. GRÆNSEOVERSKRIDENDE EFFEKTER**

### **23.1 Planlagte aktiviteter**

I vurderingen af planlagte aktiviteter (kapitel 11 og 12), er seismisk undersøgelse, ROV-aktiviteter og dykkeraktiviteter identificeret til at kunne forårsage potentielt grænseoverskridende effekter.

Der forventes ingen grænseoverskridende effekter for planlagte aktiviteter i Natura 2000-områder (kapitel 17), selv om der er en potentiel risiko for påvirkning af danske Natura 2000-områder fra større ulykker (afsnit 17.4). Grænseoverskridende effekter fra den seismiske undersøgelse er beskrevet nedenfor.

### **Fisk**

Det norske SVO-område "tobisfelt" ligger relativt tæt på den dansk-norske EØS-grænse ca. 11 km fra projektområdet og 4,6 km til overvågende OBS (seismicitet). Undervandsstøj (seismisk) er den eneste påvirkningsmekanisme, der potentielt kan forårsage grænseoverskridende effekter.

Undervandsstøj fra seismik med brug af soft-start-procedure reducerer i driftsfasen PTS-afstanden til 0 m. Anvendelse af soft-start-procedure fjerner ikke risikoen for dødelig skade på larver i en afstand af 0,9 km (SPLcum) fra kilden. Det vil dog næppe få konsekvenser for reproduktion og bestandsoprustning. De norske tobisfelter påvirkes derfor ikke i en afstand af 11 km.

### **Havpattedyr og bilag IV-arter**

Påvirkninger relateret til brugen af ROV- og dykkeraktivitetsudstyr ved hjælp af højfrekvent lyd kan resultere i påvirkninger på havpattedyrs adfærd op til 4,2 km fra Nini A-plattformen. Derfor kan der forekomme fortrængning af dyr i norske farvande, fordi afstanden fra Nini A-plattformen til EØS er ca. 4 km. Da påvirkningen imidlertid er kortvarig, reversibel og kun påvirker et meget begrænset antal dyr, vurderes det at have ubetydelige grænseoverskridende effekter.

I driftsfasen foregår reservoirets overvågning (seismisk) i et undersøgelsesområde, hvor den nærmeste afstand er ca. 1.000 m fra den norske EØS. Da de airguns, der anvendes under undersøgelsen, kan forårsage fortrængning af hvaler i en afstand på op til 36,8 km, kan der ske en fortrængning af dyr ind i norske farvande (afsnit 11.8.3). Da påvirkningen er meget kortvarig (5 dage), reversibel og kun påvirker et meget begrænset antal dyr, vurderes det at have ubetydelige grænseoverskridende effekter. Ligeledes kan den seismiske undersøgelsen fortrænge sæler i en radius af 28,9 km, men da afstanden til den norske kyst, hvor hvilepladser kan forekomme, er mere end 100 km væk, og få sæler bruger projektområdet, vurderes det ikke at påvirke norske sælbestande.

## **23.2 Utsigtede hændelser – oliespild fra blowout**

En konsekvensanalyse af utilsigtede hændelser eller ikke-planlagte aktiviteter er beskrevet i afsnit 13. Baseret på en oliespredningsmodellering fra et blowout uden afværgetiltag er påvirkning på receptorer blevet evalueret og opsummeret i Tabel 13-1. Det modellerede scenarie (udslip 26.280 m<sup>3</sup> olie over 90 dage) repræsenterer et meget konservativt estimat af den påvirkning, der kan opstå i tilfælde af blowout, da frigivelseshastigheden er mindst 3 gange højere end det værste tænkelige scenarie for CO<sub>2</sub>-injektionsbrønden ved Nini A-plattformen. Sandsynligheden for, at en sådan hændelse indtræffer, er meget lav.

Resultaterne i modellen indikerer en risiko for grænseoverskridende effekter ind i norske og svenske farvande. De berørte receptorer omfatter:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| • Luftkvalitet    | • Fisk                                    |
| • Vandkvalitet    | • Havpattedyr                             |
| • Sedimentforhold | • Havfugle                                |
| • Plankton        | • Kystlinjer                              |
| • Bentisk fauna   | • Natura 2000 og andre beskyttede områder |

De potentielle påvirkninger er opsummeret nedenfor. Yderligere oplysninger findes i afsnit 13.1.

### **Luftkvalitet**

Udslippet kan resultere i dampe, der indeholder olieforurenende stoffer, som kan udgøre en sikkerhedsrisiko. Nini A ligger dog langt fra kystområder, og bemandede platforme er mere end 10 km væk. Det vindeksponerede område vil også resultere i, at luftkvaliteten bliver mindre sårbar over for fordampning af oliekomponenter. Det berørte område forventes at være regionalt, da størstedelen af fordampningen vil finde sted umiddelbart efter frigivelsen af olien til havet. Påvirkningen vil være begrænset til danske og norske farvande.

### **Vandkvalitet og plankton**

Den samlede koncentration af olie ved overfladen forventes ikke at overstige 250 ppb undtagen ved frigivelsesstedet. På 30 m dybde er vandsøjlepåvirkningen begrænset til Danmark og Norge og er overvejende mindre end 50 ppb, undtagen omkring frigivelsesstedet. På 60 m dybde er vandsøjlepåvirkningen begrænset til et område, der er under 30 km fra frigivelsesstedet og ikke større end 50 ppb. Effekten på vandkvalitet og plankton vurderes derfor at være begrænset til danske og norske farvande.

### **Sedimenter og bundfauna**

Havbundshabitater, flora og fauna påvirkes afhængigt af omfanget af oliesedimentering i området og følsomheden af den tilknyttede flora og fauna. Oliesedimentering kan forekomme i danske, svenske og norske farvande. Olieforureningerne vil blive blandet med sedimentet over tid, og en naturlig biologisk nedbrydningsproces vil finde sted. Påvirkningens reversibilitet er uklar og vil være meget områdespecifik og meget afhængig af udslippets omfang.

### **Havfugle**

Havfugle er oftest meget sårbare over for olieudslip, da de regelmæssigt er i kontakt med overfladevand. I tilfælde af et blowout ved Nini A vil olien højst sandsynligt blive ført mod nordøst med de fremherskende strømme og passere de internationalt vigtige fugleområder i den nordøstlige del af Nordsøen. Emulsionstykkelsen ved overfladen forventes at være mindre end 5  $\mu\text{m}$  i det meste af det potentielt påvirkede område, mens emulsionstykkelsen over 5  $\mu\text{m}$  vil være begrænset til områder tættere på blowoutstedet. Det påvirkede område kan omfatte danske, svenske og norske farvande.

### **Havpattedyr**

Olie fra et blowout kan ramme områder, hvor marsvin, vågehval, hvidnæse, gråsæl eller spættet sæl kan forekomme. Hvaler og sæler er generelt mindre sårbare over for olieudslip end fugle (dvs. tærsklen for sæler anslås til en olieemulsionstykkelse på 10  $\mu\text{m}$ , mens tærsklen for hvaler er 100  $\mu\text{m}$ ). Emulsionstykkelse over 100  $\mu\text{m}$  forventes kun inden for umiddelbar nærhed af blowoutstedet. Det kan ikke udelukkes, at sæler i den centrale del af Nordsøen kan blive påvirket, men det område, der er berørt af emulsionstykkelse over 10  $\mu\text{m}$ , er begrænset til området i nærheden af blowoutet. Påvirkningen vil være begrænset til danske og norske farvande.

### **Fisk**

Fiskeæg og larver betragtes som de mest følsomme livsstadier for fisk med hensyn til akutte påvirkninger fra olieudslip. Den norske olieindustriforening bruger 25 ppb som den koncentration, hvor fiskeæg, larver og andre følsomme marine organismer begynder at blive påvirket af oliekomponenter. Risikoen for at støde på overfladeoliekoncentrationer over 25 ppb, der kan påvirke fisk, æg og larver, vil være til stede i overfladevandet i det meste af den danske Nordsø og langs

Norges sydkyst. Vigtige gydepladser for tobis findes i Norge ved det udpegede SVO-område Vikingebanken, der ligger 11 km fra Nini A-plattformen. Det er næsten sikkert, at området vil blive påvirket i tilfælde af det modellerede blowout-scenarie. Påvirkningen vil være begrænset til danske og norske farvande.

### **Kyststrækninger**

Modelleringen viste, at i tilfælde af et blowout med overfladeudslip om sommeren kan olie strande på strande langs vestkysten af Vendsyssel og Thy (sandsynlighed 1-25 %) (Figur 13-3). Olie kan også strande på Norges sydkyst (sandsynlig 1-50 %) og i et meget lille område i den nordlige del af den svenske Skagerrakkyst (sandsynlig mindre end 1 %). Den samlede sandsynlighed for kystlinjepåvirkning af et blowout uden implementering af afværgetiltag spænder mellem 80-98 % for henholdsvis vinter- og sommerudslip. Oliering langs kystlinjen vil sandsynligvis variere mellem meget let og moderat påvirkning, som defineret af ITOPF's anerkendelse af "shoreline oiling" retningslinjer. Under worst-case metocean-forhold vil den hurtigste påvirkning på kysten i Danmark ske i løbet af to til tre uger. Kystlinjepåvirkning kan også forekomme i Norge (efter tre uger) og Sverige (efter fire uger). Der vil ikke være nogen kystlinjepåvirkning i Storbritannien, Tyskland eller Holland.

### **Natura 2000 og beskyttede områder**

Det er meget sandsynligt (75-95 %), at norske SVO'er nord for Nini A-plattformen kan blive påvirket af et blowout uden implementering af afværgetiltag. SVO'erne "Vikingebanken" og "Tobisfelt" er gydeområder for makrel og tobis fra maj til juli. Koncentrationen af olie i disse områder kan være over 25 ppb, hvilket er over de koncentrationer, der er skadelige for fiskeæg og larver. Gydningen i dette område er derfor i fare.

I tilfælde af et blowout er der mindre sandsynlighed for, at de tyske og nederlandske Natura 2000-områder syd-sydvest for Nini A vil blive påvirket af udslippet (1-5 %). Den tyske DE-1003301, Doggerbank, ville have en eksponeringstid på mindre end en dag, mens de maksimale oliekoncentrationer ved overfladen ville nå 25-50 ppm. Det er også mindre sandsynligt, at den hollandske NL2008-001, Doggerbank, vil blive ramt.

## 24. RESUMÉ AF MILJØKONSEKVENSVURDERINGEN

### 24.1 Miljømæssige og sociale receptorer

Påvirkningerne fra *Projekt Greensand Future* på miljømæssige og sociale receptorer er opsummeret i Tabel 24-1. For de receptorer, hvor der er flere påvirkningsmekanismer og dermed varierende vurderinger af hvert vurderingskriterium (dvs. sårbarhed, geografisk udbredelse, intensitet og varighed), er der angivet et interval i tabellen. Den samlede konsekvens for hver receptor er baseret på den mest ugunstige vurdering for hver påvirkningsmekanisme (dvs. worst-case, f.eks. hvis konsekvensen for fisk med hensyn til undervandsstøj vurderes som *begrænset* og for lys vurderes som *ubetydelig* noteres *begrænset* i tabellen). Den samlede påvirkning af klimaet vurderes at have moderate konsekvenser i både anlægs- og driftsfasen. Påvirkningen fra hele CCS-kredsløbet vurderes dog at have betydelige positive konsekvenser for klimasystemet.

**Tabel 24-1. Sammenfatning af påvirkningerne fra *Projekt Greensand Future* på miljømæssige og sociale receptorer opdelt i anlægs- og driftsfasen.**

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Samlet konsekvens
Anlægsfasen					
Klima	Høj	Global	Medium	Medium	Moderat
Luftkvalitet	Lav	Umiddelbar nærhed til lokal	Lav	Medium	Begrænset / ubetydelig
Hydrografiske forhold	Lav	Umiddelbar nærhed	Ubetydelig	Permanent	Ubetydelig
Vandkvalitet	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Meget kort	Ubetydelig
Sedimentforhold	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav til høj	Kort til permanent	Ubetydelig
Plankton	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Meget kort	Ubetydelig
Bentisk fauna	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav til høj	Meget kort til permanent	Ubetydelig
Fisk	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav til medium	Kort til permanent	Begrænset / ubetydelig
Havpattedyr	Lav til medium	Umiddelbar nærhed til lokal	Lav til medium	Medium	Begrænset / ubetydelig
Havfugle	Lav til medium	Umiddelbar nærhed til lokal	Lav	Medium	Ubetydelig
Bilag IV	Lav til medium	Umiddelbar nærhed til lokal	Lav til medium	Medium	Begrænset / ubetydelig
Beskyttet natur	-	-	-	-	Ingen
Materielle goder	-	-	-	-	Ingen
Kulturarv	Høj	Umiddelbar nærhed	Lav til meget høj	Kort til permanent	Begrænset
Fiskeri	-	-	-	-	Ingen

Påvirkning	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Samlet konsekvens
Driftsfasen					
Klima	Høj	Global	Medium	Permanent	Moderat
Luftkvalitet	Lav til medium	Regional / international	Lav	Meget kort	Begrænset / ubetydelig
Hydrografiske forhold	Lav	Umiddelbar nærhed	Ubetydelig	Permanent	Ubetydelig
Vandkvalitet	-	-	-	-	Ingen
Sedimentforhold	Lav	Umiddelbar nærhed	Høj	Permanent	Ubetydelig
Plankton	-	-	-	-	Ingen
Bentisk fauna	Lav	Umiddelbar nærhed	Høj	Permanent	Ubetydelig
Fisk	Lav	Umiddelbar nærhed til lokal	Lav til medium	Kort til permanent	Begrænset / ubetydelig
Havpattedyr	Lav til medium	Umiddelbar nærhed til regional	Lav til medium	Kort til permanent	Begrænset / ubetydelig
Havfugle	Lav til medium	Umiddelbar nærhed til lokal	Lav	Kort til permanent	Ubetydelig
Bilag IV	Lav til medium	Umiddelbar nærhed til regional	Lav til medium	Kort til permanent	Begrænset / ubetydelig
Beskyttet natur	-	-	-	-	Ingen
Materielle goder	Lav	Umiddelbar nærhed	Medium	Permanent	Ubetydelig
Kulturarv	Høj	Umiddelbar nærhed	Meget høj	Permanent	Begrænset
Fiskeri	Lav	Umiddelbar nærhed	Lav	Permanent	Ubetydelig

## 24.2 Risiko for større ulykker

I tilfælde af større ulykker kan der ske olieudslip fra blowout af injektionsbrønden, CO<sub>2</sub>-lækage i tilfælde af blowout fra injektionsbrønd og skibskollisioner som alle er vurderet. Potentielle påvirkningerne fra større ulykker fra *Projekt Greensand Future* er opsummeret i Tabel 24-2. For de receptorer, hvor der er flere påvirkningsmekanismer og dermed varierende vurderinger af hvert vurderingskriterium (dvs. sårbarhed, geografisk udbredelse, intensitet og varighed), er der angivet et interval i tabellen.

Tabel 24-2. Sammenfatning af påvirkningerne fra *Projekt Greensand Future* i tilfælde af større ulykker.

Receptor	Sårbarhed	Geografisk udbredelse	Intensitet	Varighed	Konsekvens
Luftkvalitet	Lav	Regional	Medium	Kort	Moderat
Vandkvalitet	Medium	International	Høj	Kort	Moderat
Sedimentforhold	Medium	International	Høj	Medium	Høj
Plankton	Lav	International	Høj	Medium	Moderat
Bentisk fauna	Medium	International	Høj	Medium	Høj
Fisk	Medium	International	Høj	Medium	Høj
Havpattedyr	Lav	International	Høj	Medium	Moderat
Havfugle	Høj	International	Høj	Medium	Høj
Natura 2000 / beskyttede områder	-	-	-	-	Ubetydelig til begrænset risiko

CO<sub>2</sub>-lækage fra reservoiret er vurderet at være højst usandsynligt grundet de omfattende forundersøgelser af de geologiske lag, og kun lækage fra gamle brønde vurderes at udgøre en risiko. Sandsynligheden for en lækage vurderes at være meget lav. Da påvirkningen vil ske i den umiddelbare nærhed, forventes der ingen påvirkning længere oppe i fødekæden (fisk og havpattedyr). Varigheden af en lækage forventes at være permanent eller langvarig, afhængigt af hvor længe injektionen har været og dens geologiske oprindelse. Den samlede konsekvens af virkningen vurderes at være begrænset.

Under offloading proceduren fra transportskibet til brønden er der en række potentielle ulykkesscenarier, der kan føre til udledning af CO<sub>2</sub> til miljøet. Varigheden vil være kortvarig, og påvirkningen på planktonarter og pelagiske arter i nærheden vil være ubetydelig, da de frigivne mængder kun forventes at have en kortsigtet påvirkning på vandkvaliteten, før der etableres ligevægt. Sandsynligheden for en sådan ulykke er lav, og den samlede konsekvens af påvirkningen vurderes begrænset i forhold til klimaet og ubetydelig i forhold til miljøreceptorer.

Den generelle sikkerhed for skibsfarten sikres gennem koordinering mellem offshore-projekter og Søfartsstyrelsen. For transport af CO<sub>2</sub> antages det derfor, at transportskibet følger de definerede skibskorridorer, hvor det er relevant, og bruges lods efter behov. Transporten af CO<sub>2</sub> skal koordineres med potentielle igangværende anlægsprojekter og navigere efter opdaterede søkort for at interagere korrekt med offshore-konstruktioner. I betragtning af brugen af lods, hvor det er nødvendigt, og i overensstemmelse med almindelige COLREG-regler for sikker sejlads, vurderes den ekstra kollisionsrisiko, som transportskibet pålægger at være lav.

### 24.3 Vandrammedirektivet

Det vurderes, at *Projekt Greensand Future* ikke vil forsinke eller hindre vandrammedirektivets målsætninger om at opnå god økologisk og god kemisk tilstand i danske kystvande.

### 24.4 Havstrategirammedirektivet

Det vurderes, at *Projekt Greensand Future* ikke vil forsinke eller hindre havstrategirammedirektivets mål om at opnå god økologisk tilstand for deskriptorerne.

#### **24.5 Havplan**

Den samlede påvirkning på havplanen fra *Projekt Greensand Future* vurderes at være uden betydning.

#### **24.6 Natura 2000**

Der er ikke konstateret påvirkninger på havpattedyr eller havfugle, der kan forårsage negative påvirkninger på populationsniveau for nogen af de udpegede arter i Natura 2000-områder. Afstanden til lokaliteter med udpegede beskyttede naturtyper og påvirkningernes karakter udelukker også eventuelle påvirkninger af udpegede naturtyper. Dette indebærer, at bevaringsmålsætningerne for Natura 2000-områder ikke berøres af projektet. Det kan derfor udelukkes, at Natura 2000-området vil få væsentlige konsekvenser for *Projekt Greensand Future*.

#### **24.7 Afvikling**

Påvirkningerne fra afvikling af *Projekt Greensand Future* er baseret på vurderingerne af projektets aktiviteter. Konsekvensen af undervandsstøj på fisk og havpattedyr vurderes som begrænset. Påvirkningen af forstyrrelser fra fartøjer på havpattedyr og havfugle vurderes som ubetydelig. Den samlede konsekvens af fysiske forstyrrelser af havbunden på sedimentforhold og bundfauna vurderes som ubetydelig. Den kombinerede påvirkning fra fjernelsen af offloadingsystemet vurderes at have begrænsede til moderate konsekvenser for klimasystemet og ubetydelige til begrænsede konsekvenser for luftkvaliteten på grund af den relative lave intensitet. Mængden af affald vurderes at være relativt begrænset og have begrænsede miljømæssige konsekvenser.

## 25. REFERENCER

- Alstrup, A. K. O., Kinze, C. Chr., Kristensen, N. M., Jensen, T. H., Thøstesen, C. B., Larsen, H. L., Sønnichsen, K. A., Kyhn, L. A., Holm, T. E., Sigsgaard, J. J., & Pagh, S. (2024). Further Evidence for Breeding White-Beaked Dolphin (*Lagenorhynchus albirostris*) in Inner Danish Waters. *Coasts*, 4, 226–234. <https://doi.org/10.3390/coasts4020013>
- Amir Rashidi, M. R., Dabbi, E. P., Abu Bakar, Z. A., Shahir Misnan, M., Pedersen, C., Wong, K. Y., Sallehud-Din, T. T. M., Azim Shamsudin, M., & Wo, S. (2020a). A field case study of modelling the environmental fate of leaked CO<sub>2</sub> gas in the marine environment for carbon capture and storage CCS. *Society of Petroleum Engineers - SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition 2020, APOG 2020*. <https://doi.org/10.2118/202394-MS>
- Amir Rashidi, M. R., Dabbi, E. P., Abu Bakar, Z. A., Shahir Misnan, M., Pedersen, C., Wong, K. Y., Sallehud-Din, T. T. M., Azim Shamsudin, M., & Wo, S. (2020b). A field case study of modelling the environmental fate of leaked CO<sub>2</sub> gas in the marine environment for carbon capture and storage CCS. *Society of Petroleum Engineers - SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition 2020, APOG 2020*. <https://doi.org/10.2118/202394-MS>
- Amir Rashidi, M. R., Peter Dabbi, E., Azahree, A. I., Abu Bakar, Z. A., Tan Jen Huang, D., Pedersen, C., K. Tiwari, P., M Sallehud-Din, M. T., Shamsudin, M. A., Hamid, M. K., Tewari, R., & A. Patil, P. (2022, March 18). *CO<sub>2</sub> Leakage Marine Dispersion Modelling for an Offshore Depleted Gas Field for CO<sub>2</sub> Storage*. <https://doi.org/10.4043/31447-ms>
- Amoser, S., Wysocki, L. E., & Ladich, F. (2004). Noise emission during the first powerboat race in an Alpine lake and potential impact on fish communities. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116(6), 3789–3797. <https://doi.org/10.1121/1.1808219>
- Anderson, H. B., Evans, P. G. H., Potts, J. M., Harris, M. P., & Wanless, S. (2014). The diet of Common Guillemot *Uria aalge* chicks provides evidence of changing prey communities in the North Sea. *Ibis*, 156(1), 23–34. <https://doi.org/10.1111/IBI.12099>
- Bach, S. S., & Robson, M. (2008). Using Past Experience to Optimize Environmental Monitoring in the North Sea. In *Paper presented at the SPE International Conference on Health, Safety, and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Nice, France, April 2008*. <https://onepetro.org/SPEHSE/proceedings-abstract/08HSE/All-08HSE/SPE-111737-MS/145309>
- Bach, S. S., Skov, H., & Piper, W. (2010). Acoustic Monitoring of Marine Mammals around Offshore Platforms in the North Sea and Impact Assessment of Noise from Drilling Activities. In *Paper presented at the SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Rio de Janeiro, Brazil*. <https://onepetro.org/SPEHSE/proceedings-abstract/10HSE/All-10HSE/SPE-126651-MS/106456>
- Bailey, H. ;, Senior, B. ;, Simmons, D. ;, Rusin, J. ;, Picken, G. ;, & Thompson, P. (2010). Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 888–897.
- Bakke, T., Klungsøyr, J., & Sanni, S. (2013). Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research*, 92, 154–169. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.09.012>
- Balle, J. D., Clausen, K. T., Mikkelsen, L., Wisniewska, D. M., & Teilmann, J. (2014). Harbour porpoises and noise around an operating oil and gas production platform in the North Sea. *Status Report. DCE*.
- Barlow, J. (1998). Harbor porpoise, *Phocoena phocoena*, abundance estimation for California, Oregon, and Washington: I. Ship surveys. *Fishery Bulletin*, 86(3), 417–432.
- Bas, A. A., Christiansen, F., Öztürk, A. A., Öztürk, B., & McIntosh, C. (2017). The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey. *PLoS ONE*, 12(3), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172970>

- Beauchard, O., Amour, A. B., Schratzberger, M., Laffargue, P., Hintzen, N. T., Somerfield, P. J., & Piet, G. (2021). A generic approach to develop a trait-based indicator of trawling-induced disturbance. *Marine Ecology Progress Series*, 675, 35–52.
- Birdlife International. (2022). *Species factsheet: Larus fuscus*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/lesser-black-backed-gull-larus-fuscus/text>
- Bohnsack, J. (1989). Are High Densities of Fishes at Artificial Reefs the Result of Habitat Limitation or Behavioral Preference? *Bulletin of Marine Science*, 44, 631–645.
- Boisseau, G. O., Stephenson, S., Compton, R., & McGarry, T. (2017). *Offshore Renewables Joint Industry Programme (ORJIP) Project 4, Phase 2 Carbon Trust Offshore Renewables Joint Industry Programme (ORJIP) Project 4, Phase 2 Understanding the Effectiveness of Acoustic Deterrent Devices (ADDs) on Minke Whale (Balaenoptera*. December.
- Bokalis Offshore AS. (2003). *As-Built Report Doc. No. c081-DONG-SUKL-Y-PR-1911*.
- Bolding, K. (2016). *Scoping report on the potential impact of on-board desulphurisation on the water quality in SOx Emission Control Physical and biological impacts on the organic carbon pump View project The Coccolithophores: Actors and Recorders of CLIMate change (CARCLIM)*. <https://doi.org/10.2788/336630>
- Botes, W. A. M. (1994). *Dilution Studies on Large Offshore Pipelines*. WRC Report No. 365/1/94. ISBN 1 86845 127 5.
- Brandt, C. (2024). *CO2 release rate estimation*. <file:///C:/Users/CMEH/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/HYEMBX01/REN2023N01602-RAM-ME-00001.pdf>
- Bravo, E. L., van Mastrigt, R. A., Didderen, K., & Mulder, S. (2019). Doeluitwerking Doggersbank. In *Doeluitwerking Doggersbank*. [https://www.rwsnatura2000.nl/gebieden/eez/eez\\_documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1415365](https://www.rwsnatura2000.nl/gebieden/eez/eez_documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1415365)
- Buckingham, L., Bogdanova, M. I., Green, J. A., Dunn, R. E., Wanless, S., Bennett, S., Bevan, R. M., Call, A., Canham, M., Corse, C. J., Harris, M. P., Heward, C. J., Jardine, D. C., Lennon, J., Parnaby, D., Redfern, C. P. F., Scott, L., Swann, R. L., Ward, R. M., ... Daunt, F. (2022). Interspecific variation in non-breeding aggregation: a multi-colony tracking study of two sympatric seabirds. *Marine Ecology Progress Series*, 684, 181–197. <https://doi.org/10.3354/meps13960>
- Budisa, N., & Schulze-Makuch, D. (2014). Supercritical carbon dioxide and its potential as a life-sustaining solvent in a planetary environment. *Life*, 4(3), 331–340. <https://doi.org/10.3390/life4030331>
- Buis, A. (2019). *The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide*. <https://climate.nasa.gov/news/2915/the-atmosphere-getting-a-handle-on-carbon-dioxide/>
- Burger, C., Schubert, A., Heinänen, S., Dorsch, M., Kleinschmidt, B., Žydelis, R., Morkunas, J., Quillfeldt, P., & Nehls, G. (2019). A novel approach for assessing effects of ship traffic on distributions and movements of seabirds. *Journal of Environmental Management*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109511>
- California Department of Transportation. (2001). *San Francisco - Oakland Bay Bridge, East Span Seismic Safety Project, Pile Installation Demonstration Project, Fisheries Impact Assessment*. August.
- Canning, S., Santos, M., Reid, R., Evans, P., Sabin, R., Bailey, N., & Pierce, G. (2008a). Seasonal distribution of white-beaked dolphins ( *Lagenorhynchus albirostris*) in UK waters with new information on diet and habitat use. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88, 1159–1166. <https://doi.org/10.1017/S0025315408000076>
- Canning, S., Santos, M., Reid, R., Evans, P., Sabin, R., Bailey, N., & Pierce, G. (2008b). Seasonal distribution of white-beaked dolphins ( *Lagenorhynchus albirostris*) in UK waters with new information on diet and habitat use. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88, 1159–1166. <https://doi.org/10.1017/S0025315408000076>

- Carl, H., Christiansen, S. D., & Møller, P. R. (2019). Atlas over danske saltvandsfisk: Håising (Hippoglossoides platessoides). In *Atlas over danske saltvandsfisk*. [https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/H\\_ising\\_Fiskeatlas.pdf](https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/H_ising_Fiskeatlas.pdf)
- Carl, H., & Munk, P. (2019). *Artstekster - Atlas over danske saltvandsfisk*. <https://fiskeatlas.ku.dk/artstekster/>
- Carney, K. M., & Sydeman, W. J. (1999). A Review of Human Disturbance Effects on Nesting Colonial Waterbirds. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*, 22(1), 68–79. <https://doi.org/10.2307/1521995>
- Carroll, A. G., 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/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.038>
- Carstensen, J. ;, Henriksen, O. D. ;, & Teilmann, J. ; (2006). Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). *Marine Ecology - Progress Series*, 321, 295–308. <https://doi.org/10.3354/meps321295>
- Center for Environmental Visualizations. (2014). *Ocean Acidification Chemistry*. [http://www.cev.washington.edu/file/Ocean\\_Acidification\\_Chemistry.html](http://www.cev.washington.edu/file/Ocean_Acidification_Chemistry.html).
- Center for Marine Acoustics. (2023). *Sound source list: a description of sounds commonly produced during ocean exploration and industrial activity*. Sterling (VA): U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. 69 p. Report No.: BOEM OCS 2023-016.
- Chapman, C. J., & Hawkins, A. D. (1973). A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. *Journal of Comparative Physiology* 1973 85:2, 85(2), 147–167. <https://doi.org/10.1007/BF00696473>
- Christiansen, F., Víkingsson, G. A., Rasmussen, M. H., & Lusseau, D. (2014). Female body condition affects foetal growth in a capital breeding mysticete. *Functional Ecology*, 28(3), 579–588. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12200>
- Clausen, K. T., Teilmann, J., Wisniewska, D. M., Balle, J. D., Delefosse, M., & van Beest, F. M. (2021). Echolocation activity of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, shows seasonal artificial reef attraction despite elevated noise levels close to oil and gas platforms. *Ecological Solutions and Evidence*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12055>
- CONCITO. (2023). *The potential for carbon capture and storage in Denmark*. 1–19.
- COWI. (2022). *Miljøkonsekvensrapport for Solsort West Lobe*.
- COWI. (2023a). *Environmental Impact Assessment report - Nini and Nini East Decommissioning*, Doc. no. A246054-EIA-001, rev. B.
- COWI. (2023b). *Environmental Impact Assessment report - Nini and Nini East Decommissioning*, Doc. no. A246054-EIA-001, rev. B.
- Cunningham, L., Baxter, J. M., Boyd, I. L., Duck, C. D., Lonergan, M., Moss, S. E., & McConnell, B. (2009). Harbour seal movements and haul-out patterns: implications for monitoring and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19(4), 398–407. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/aqc.983>
- Danmarks Miljøportal. (2023). *Miljødata.dk*. <https://miljoedata.miljoportal.dk/>
- Danmarks Statistik. (2022). *Drivhusgasregnskab (i CO2-ækvivalenter) efter branche og emissionstype*. <https://www.statistikbanken.dk/DRIVHUS>
- De Boer, M. N. (2010a). Spring distribution and density of minke whale *Balaenoptera acutorostrata* along an offshore Bank in the central North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 408(February), 265–274. <https://doi.org/10.3354/meps08598>
- De Boer, M. N. (2010b). Spring distribution and density of minke whale *Balaenoptera acutorostrata* along an offshore Bank in the central North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 408(February), 265–274. <https://doi.org/10.3354/meps08598>
- Den Europæiske Unions Tidende. (2017). *KOMMISSIONENS AFGØRELSE (EU) 2017/848 af 17. maj 2017 om fastlæggelse af kriterier og metodiske standarder for god miljøtilstand i havområder samt*

- specifikationer og standardmetoder for overvågning og vurdering og om ophævelse af afgørelse 2010/477/EU (Vol. L125, Issue 44).
- DHI. (2023). *Greensand Phase 2-WP\_ 1 Storage Site Endorsement and Data Acquisition Impact of gas leakage at the seabed - Numerical modelling*.
- DHI and Rambøll. (2023a). *Project Greensand Baseline Survey Report - Benthic Fauna and Sediments*.
- DHI and Rambøll. (2023b). *Project Greensand Baseline Survey Report - Benthic Fauna and Sediments*.
- Dickson, A. G. (2010). Part 1: Seawater carbonate chemistry The carbon dioxide system in seawater: equilibrium chemistry and measurements. *Guide to Best Practices for Ocean Acidification Research and Data Reporting, January 2010*, 1–40.
- Dinesen, G. E., McLaverty, C., Tendal, O. S., Eigaard, O. R., Pedersen, E. M., & Gislason, H. (2020). *Development of sustainable fisheries management and monitoring for sensitive soft-bottom habitats and species in the Kattegat*. DTU Aqua.
- DNV GL. (2019). *ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS AND STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL MONITORING-EQUINOR Miljørisiko for EL001, Northern Lights, mottak og permanent lagring av CO2*.
- DONG. (2005). *Nini Platform Seabed Debris Survey*.
- DONG. (2017). *GRP protection covers on Siri-Nini, C081-DONG-Y-XD-0093-001*.
- DTI. (2023). *Baseline study of bacterial sediment communities in the Greensand project area*.
- Dyndo, M., Wiśniewska, D. M., Rojano-Doñate, L., & Madsen, P. T. (2015). Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific Reports*, 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/srep11083>
- ECO2. (2016a). *ECO2 (265847) Final Publishable Summary Report*.
- ECO2. (2016b). *Executive summary Best Practice Guidance for Environmental Risk Assessment for offshore CO2 geological storage*.
- Edrén, S. M. C. ;, Andersen, S. M. ;, Teilmann, J. ;, Carstensen, J., Harders, P. B. ;, Dietz, R., & Miller, L. A. ; (2010). The effect of a large Danish offshore wind farm on harbor and gray seal haul-out behavior. *Marine Mammal Science*, 26(3), 614–634. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2009.00364.x>
- EMODnet. (2021a). *Broad-scale seabed habitat map*. <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/about/euseamap-broad-scale-maps/>
- EMODnet. (2021b). *Broad-scale seabed habitat map*. <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/about/euseamap-broad-scale-maps/>
- EMODnet. (2021c). *EMODnet - Human Activities*. <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>
- EMODnet. (2021d). *EMODnet - Human Activities*. <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>
- Energinet. (2019). *Miljøkonsekvensrapport Baltic Pipe, Gasrørledning i Nordsøen*.
- Energistyrelsen. (2018a). *Standardvilkår for forundersøgelser til havs. August*. [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/standardvilkaar\\_for\\_forundersogelser.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/standardvilkaar_for_forundersogelser.pdf)
- Energistyrelsen. (2018b). *Standardvilkår for forundersøgelser til havs. August*.
- Energistyrelsen. (2022a). *Guideline for underwater noise. Installation of impact or vibratory driven piles* (Issue May).
- Energistyrelsen. (2022b). *Guidelines for underwater noise, Prognosis for EIA and SEA assessments* (Issue May).
- Energistyrelsen. (2022c). *Guidelines for underwater noise, Prognosis for EIA and SEA assessments* (Issue May). [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines\\_for\\_underwater\\_noise.\\_prognosis\\_for\\_eia\\_and\\_sea\\_assessments\\_energistyrelsen\\_maj\\_2022.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines_for_underwater_noise._prognosis_for_eia_and_sea_assessments_energistyrelsen_maj_2022.pdf)
- Energistyrelsen. (2022d). *Klimastatus og -fremskrivning 2022*.
- Energistyrelsen. (2022e). *Om olie og gas*. <https://ens.dk/en/our-responsibilities/oil-gas/about-oil-and-gas>

- Energistyrelsen. (2023a). *El-emissionsfaktoren (2022-2035), Metodenotat bag Energistyrelsens fremskrivning af el-emissionsfaktoren (2022- 2035)*. [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/el-emissionsfaktorer\\_ens.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/el-emissionsfaktorer_ens.pdf)
- Energistyrelsen. (2023b). *Klimastatus og -fremskrivning 2023*. [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23\\_hovedrapport.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_hovedrapport.pdf)
- Enger, P. S. (1967). Hearing in herring. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 22(2), 527–538. [https://doi.org/10.1016/0010-406X\(67\)90615-9](https://doi.org/10.1016/0010-406X(67)90615-9)
- Engineering ToolBox. (n.d.). *Carbon Dioxide - Thermophysical Properties*. [https://www.engineeringtoolbox.com/CO2-carbon-dioxide-properties-d\\_2017.html](https://www.engineeringtoolbox.com/CO2-carbon-dioxide-properties-d_2017.html)
- Erbe, C., & McPherson, C. (2017). Underwater noise from geotechnical drilling and standard penetration testing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 142(3), EL281–EL285. <https://doi.org/10.1121/1.5003328>
- Europa-Parlamentet og Rådet. (2008). Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2008/50/EF af 21. maj 2008 om luftkvaliteten og renere luft i Europa. *Den Europæiske Unions Tidende*.
- European Commission. (2022). *North Sea | The European Maritime Spatial Planning Platform*. <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sea-basins/north-sea-0>
- European Environment Agency. (2018). *Contaminants in Europe 's seas: Moving towards a clean, non-toxic marine environment (EEA Report) (Issue 25)*.
- European Environment Agency. (2023a). *1.A.3.a Aviation 2023*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation-2023/view>
- European Environment Agency. (2023b). *1.A.3.d Navigation (shipping) 2023*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-d-navigation/view>
- European Environmental Agency. (2013). *What progress is being made in reducing emissions of SO2?* <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/eea-32-sulphur-dioxide-so2-emissions-1/what-progress-is-being-made>
- European Environmental Agency. (2021). *Air pollutant emissions data viewer (Gothenburg Protocol, LRTAP Convention) 1990-2020*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-4>
- Evans, P. G. H. (1992). Status review of cetaceans in British and Irish waters. Oxford. *UK Mammal Society Cetacean Group*.
- Fauchald, K., & Jumars, P. A. (1979). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*.
- Fauchald, P., Anker-Nilssen, T., Barrett, R. T., Bustnes, J. O., Bårdsen, B.-J., Christensen-Dalsgaard, S., Descamps, S., Engen, S., Erikstad, K. E., Hanssen, S. A., Lorentsen, S.-H., Moe, B., Reiertsen, T. K., Strøm, H., & Systad, G. H. (2015). *The status and trends of seabirds breeding in Norway and Svalbard*.
- Frankish, C. K. ;, von Benda-Beckmann, A. M. ;, Teilmann, J., Tougaard, J., Dietz, R., Sveegaard, S., Binnerts, B., de Jong, C. A. F. ;, & Nabe-Nielsen, J. (2023). Ship noise causes tagged harbour porpoises to change direction or dive deeper. *Marine Pollution Bulletin*, 197. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X23011906>
- Fraser, S., Shelmerdine, R. L., & Mouat, B. (2018). *Razor clam biology, ecology, stock assessment, and exploitation: a review of Ensis spp. in Wales*.
- Fredshavn, J., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Therkildsen, O. R., Elmeros, M., Wind, P., Johansson, L. S., Alnøe, A. B., Dahl, K., Nielsen, E. H., Pedersen, H. B., Sveegaard, S., Galatius, A., & Teilmann, J. (2019). Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. In *Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 340 (Vol. 340, Issue 340)*.

- Fredshavn, J., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Therkildsen, O. R., Elmeros, M., Wind, P., Sander, L. J., Alnøe, A. B., Dahl, K., Nielsen, E. H., Pedersen, H. B., Sveegaard, S., Galatius, A., & Teilmann, J. (2019). Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. *Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø Og Energi*, 340, 52.
- French-McCay, D. (2009). State-of-the-art and research needs for oil spill impact assessment modeling. *Proceedings of the 32nd Amop Technical Seminar on Environmental Contamination and Response*, 601–653.
- Frid, A., & Dill, L. A. (2002). Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, 6. [https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(86\)80016-9](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(86)80016-9)
- Galatius, A. (2017a). Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. *DCE - Nationalt Center for Miljø Og Energi*, 27 pp.
- Galatius, A. (2017b). Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark. *DCE - Nationalt Center for Miljø Og Energi*, 27 pp. [https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater\\_2017/Baggrund\\_om\\_spættet\\_sael\\_og\\_graasael.pdf](https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2017/Baggrund_om_spættet_sael_og_graasael.pdf)
- Galatius, A., Jansen, O., & Kinze, C. (2013). Parameters of growth and reproduction of white-beaked dolphins (*Lagenorhynchus albirostris*) from the North Sea. *Marine Mammal Science*, 29, 348. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2012.00568.x>
- Galatius, A., & Kinze, C. C. (2016). *Lagenorhynchus albirostris* (Cetacea: Delphinidae) . *Mammalian Species*, 48(933), 35–47. <https://doi.org/10.1093/mspecies/sew003>
- Gasol, J. M., del Giorgio, P. A., & Durate, C. M. (1997). Biomass distribution of marine planktonic communities. *Limnol. Oceanogr.*
- Geneva: World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1>
- Gerken, S., Meland, K., & Glenner, H. (2022). First multigene phylogeny of Cumacea (crustacea: Peracarida). *Zoologica Scripta*, 51(4), 460–477.
- Gilles, A., Authier, M., Ramirez-Martinez, N. C., Araújo, H., Blanchard, A., Carlström, J., Eira, C., Dorémus, G., Fernández-Maldonado, C., Geelhoed, S., Kyhn, L., Laran, S., Nachtsheim, D., Panigada, S., Pigeault, R., Sequeira, M., Sveegaard, S., Taylor, N. L., Owen, K., ... Hammond, P. (2023). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-IV aerial and shipboard surveys. *Sea Mammal Research Unite, University of St Andrews, UK*. [https://www.tiho-hannover.de/fileadmin/57\\_79\\_terr\\_aqua\\_Wildtierforschung/79\\_Buesum/downloads/Berichte/2023\\_0928\\_SCANS-IV\\_Report\\_FINAL.pdf](https://www.tiho-hannover.de/fileadmin/57_79_terr_aqua_Wildtierforschung/79_Buesum/downloads/Berichte/2023_0928_SCANS-IV_Report_FINAL.pdf)
- Gilles, A., Viquerat, S., Becker, E. A., Forney, K. A., Geelhoed, S. C. V., Haelters, J., Nabe-Nielsen, J., Scheidat, M., Siebert, U., Sveegaard, S., Van Beest, F. M., 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), 1–22. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1367>
- Gjerdrum, C., Ronconi, R. A., Turner, K. L., Hamer, T. E., Gjerdrum, C., Ronconi, R. A., Turner, K. L., & Hamer, T. E. (2021). Bird strandings and bright lights at coastal and offshore industrial sites in Atlantic Canada. *Avian Conservation and Ecology, Published Online: Jun 16, 2021 | Doi:10.5751/ACE-01860-160122*, 16(1). <https://doi.org/10.5751/ACE-01860-160122>
- Government of South Australia. (2012). *Department of Planning, Transport and Infrastructure: Underwater piling noise guidelines*.
- Graham, I. M. ;, Pirodda, E., Merchant, N. D. ;, Farcas, A., Barton, T. R. ;, Cheney, B., Haste, G. D. ;, & Thompson, P. M. (2017). Responses of bottlenose dolphins and harbor porpoises to impact and vibration piling noise during harbor construction. *Ecosphere*, 8(5). <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ecs2.1793>

- Halvorsen, M. B., Casper, B. M., Matthews, F., Carlson, T. J., & Popper, A. N. (2012). Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1748), 4705–4714. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2012.1544>
- Halvorsen, M. B., Casper, B. M., Woodley, C. M., Carlson, T. J., & Popper, A. N. (2012). Threshold for Onset of Injury in Chinook Salmon from Exposure to Impulsive Pile Driving Sounds. *PLOS ONE*, 7(6), e38968. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0038968>
- Halvorsen, M. B., Zeddies, D. G., Chicoine, D., & Popper, A. N. (2013). Effects of low-frequency naval sonar exposure on three species of fish. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(2), EL205. <https://doi.org/10.1121/1.4812818>
- Hammond, P. S., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Boerjesson, P., Herr, H., Macleod, K., Ridoux, V., Santos, M., Scheidat, M., Teilmann, J., Vingada, J., & Oeien, N. (2017). *Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys*.
- Hammond, P. S., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Börjesson, P., Herr, H., Macleod, K., Ridoux, V., Santos, M. B., Scheidat, M., Tellmann, J., Vingada, J., Olen, N., Aznar, F. J., Hernández-Orts, J., Suárez, A. A., García-Varela, M., Raga, J. A., Cappozzo, H. L., ... Olen, N. (2021a). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. *Sea Mammal Research Unite, University of St Andrews, UK*, 7(June), 1–42. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2019.03.004%0A>
- Hammond, P. S., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Börjesson, P., Herr, H., Macleod, K., Ridoux, V., Santos, M. B., Scheidat, M., Tellmann, J., Vingada, J., Olen, N., Aznar, F. J., Hernández-Orts, J., Suárez, A. A., García-Varela, M., Raga, J. A., Cappozzo, H. L., ... Olen, N. (2021b). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. *Sea Mammal Research Unite, University of St Andrews, UK*, 7(June), 1–42.
- Hansen, J. W., & Høgslund, S. (2023). *Marine områder 2021*. NOVANA (Issue 529). <http://dce2.au.dk/pub/SR529.pdf>.
- Hansen J.W., & Høgslund, S. (2021). *Marine områder 2020*. NOVANA (Issue 475).
- Harris, M. P., & Wanless, S. (1989). The breeding biology of razorbills alca torda on the isle of may. *Bird Study*, 36(2), 105–114. <https://doi.org/10.1080/00063658909477012>
- Hassel, a, Knutsen, T., Dalen, J., Løkkeborg, S., Skaar, K., Østensen, Ø., Haugland, E., Fonn, M., Høines, Å., & Misund, O. (2002). *Reaction of sandeel to seismic shooting: A field experiment and fishery statistics study*. 1–62.
- Hasselmeier, I., Abt, K., Adelung, D., & Siebert, U. (2004). *Stranding patterns of harbour porpoises (Phocoena phocoena) in the German North and Baltic Seas: When does the birth period occur?* <https://porpoise.org/library/stranding-patterns-harbour-porpoises-phocoena-phocoena-german-north-baltic-seas-birth-period-occur/>
- Havforskningsinstituttet. (2017). <https://www.imr.no/geodata/geodataHI.html>
- Helm, R. C., Costa, D. P., DeBruyn, T. D., O'Shea, T. J., Wells, R. S., & Williams, T. M. (2015). Overview of Effects of Oil Spills on Marine Mammals. In *Handbook of Oil Spill Science and Technology* (pp. 455–475). wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118989982.ch18>
- Hestem, M. (2019). Should I stay or should I go? Geolocators reveal different winter home ranges and activity patterns in sympatrically breeding razorbills (Alca torda). *Norwegian University of Life Sciences*, 56.
- Hiscock, K., & Tyler-walters, H. (2006). Assessing the sensitivity of seabed species and biotopes – the Marine Life Information Network (MarLIN). *Marine Biodiversity*, February 2006. <https://doi.org/10.1007/1-4020-4697-9>
- Hixon, M., & Beets, J. (1989). Shelter Characteristics and Caribbean Fish Assemblages: Experiments with Artificial Reefs. *Bulletin of Marine Science*, 44, 666–680.
- Holmslykke, H. D., Weibel, R., & Schovsbo, N. H. (2021a). *Response of the Paleocene sand reservoir and seal of the Nini Field to CO<sub>2</sub>– results of batch experiments*.

- Holmslykke, H. D., Weibel, R., & Schovsbo, N. H. (2021b). *Response of the Paleocene sand reservoir and seal of the Nini Field to CO<sub>2</sub> – results of batch experiments*.
- Hovem, J., Tronstad, T. V, Karlsen, H., & Lokkeborg, S. (2012). Modeling Propagation of Seismic Airgun Sounds and the Effects on Fish Behavior. *Oceanic Engineering, IEEE Journal Of*, 37, 576–588. <https://doi.org/10.1109/JOE.2012.2206189>
- Hu, M. Y., Casties, I., Stumpp, M., Ortega-Martinez, O., & Dupont, S. (2014). Energy metabolism and regeneration are impaired by seawater acidification in the infaunal brittlestar *Amphiura filiformis*. *Journal of Experimental Biology*, 217(13), 2411–2421. <https://doi.org/10.1242/jeb.100024>
- Humborstad, O. B., Jørgensen, T., & Grotmol, S. (2006). Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: An experimental study of the impact of bottom trawling. *Marine Ecology Progress Series*, 309, 247–254. <https://doi.org/10.3354/meps309247>
- Hvingel, C., Godiksen, J. A., Moy, F., Albert, O. T., Sagen, H., Stiansen, J. E., Slotte, A., Gundersen, K., Godkjent, & Skern-Mauritzen, M. (2021). *Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder - Miljøverdi*.
- Ibanez, J. G. G. ;, Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., & Singh, M. M. (2007). *Environmental Chemistry: Fundamentals*.
- ICES. (2023). *Stock assessment graphs*. <https://standardgraphs.ices.dk/stockList.aspx>
- ICES. (2024). *ICES latest advice*. <https://www.ices.dk/advice/Pages/Latest-Advice.aspx>
- IMARES. (2005). *ICES-FishMap*. Icesciem. <https://www.ices.dk/about-ICES/projects/EU-RFP/Pages/ICES-FishMap.aspx>
- IMO. (2020). *IMO 2020 – cutting sulphur oxide emissions*. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>
- INEOS. (2013). *Technical report. Dong pipeline inspection of multiphase pipeline between Nini A and Siri platform*.
- INEOS. (2022). *North Sea Seabed Monitoring 2021 Siri Platform Macrofauna and Sediment Chemistry*.
- INEOS Energy. (2023). *Leakage rate estimates through a legacy well: Nini West full field injection project*.
- INEOS Oil & Gas Denmark. (2023a). *Initial Predictive Maintenance Plan Nini West, version 5*.
- INEOS Oil & Gas Denmark. (2023b). *Natura 2000 and MSFD Impact Assessment – Seismic Monitoring, C081-INEO-S-RA-00004, version 2*. [https://ramboll.sharepoint.com/:w:/r/sites/REH2023N03969/\\_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B66633E74-45BE-47C2-9E0B-BF56E294B8AE%7D&file=DRAFT\\_V2\\_Greensand\\_Future\\_Project\\_Natura\\_2000\\_and\\_MSFD\\_Impact\\_Assessment\\_%25u2013Seismic\\_Monitoring\\_20231206.docx&wdLO](https://ramboll.sharepoint.com/:w:/r/sites/REH2023N03969/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B66633E74-45BE-47C2-9E0B-BF56E294B8AE%7D&file=DRAFT_V2_Greensand_Future_Project_Natura_2000_and_MSFD_Impact_Assessment_%25u2013Seismic_Monitoring_20231206.docx&wdLO)
- IOGP. (2019). *RISK ASSESSMENT DATA DIRECTORY - Process Release Frequencies: Responsible Equipment. September*.
- IPCC. (2023). *Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6) Summary for policymakers*.
- ITOPF. (2002). *Fate of Marine Oil Spills. Technical Information , 2*.
- ITOPF. (2019). *ITOPF Handbook 2019/20*.
- IUCN. (2022). *IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/>
- Ivanova, S. V, Kessel, S. T., Espinoza, M., McLean, M. F., O'Neill, C., Landry, J., Hussey, N. E., Williams, R., Vagle, S., & Fisk, A. T. (2020). Shipping alters the movement and behavior of Arctic cod (*Boreogadus saida*), a keystone fish in Arctic marine ecosystems. *Ecological Applications*, 30(3), e02050. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/eap.2050>
- Jensen, F. B., Kuperman, W. A., Porter, M. B., & Schmidt, H. (2011). *Computational Ocean Acoustics* (2nd ed.). Springer-Verlag New Yorkv. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8678-8>
- Jia, M. et al. (2022). *Quantifying the Nord Stream methane leak*. *Environmental Science & Ecotechnology*. <https://www.journals.elsevier.com/environmental-science-and-ecotechnology/highlighted-articles/quantifying-the-nord-stream-methane-leak>
- JNCC. (2021). *Guillemot (Uria aalge)*. <https://jncc.gov.uk/our-work/guillemot-uria-aalge/>
- JNCC. (2022a). *MPA-mapper*. <https://jncc.gov.uk/mpa-mapper/>

- JNCC. (2022b). *Our work A-Z | JNCC - Adviser to Government on Nature Conservation*. <https://jncc.gov.uk/our-work/our-work-a-z/>
- Johnsen, S. ;, Frost, T. K. ;, Hjelsvold, M. ;, & Røe Utvik, T. I. (2000). *The Environmental Impact Factor - a proposed tool for produced water impact reduction, management and regulation*. SPE-paper 61178, presented at the SPE Conference in Stavanger, Norway 26-28th June 2000.
- Joint Nature Conservation Committee. (2017). JNCC guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys: We can do better. *Marine Pollution Bulletin*, 100(1), 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.08.045>
- Keen, K. A., Beltran, R. S., Pirotta, E., & Costa, D. P. (2021). Emerging themes in Population Consequences of Disturbance models. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1957). <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0325>
- Keenan, S. F., Benfield, M. C., & Blackburn, J. K. (2007). Importance of the artificial light field around offshore petroleum platforms for the associated fish community. *Marine Ecology Progress Series*, 331, 219–231. <https://doi.org/10.3354/MEPS331219>
- Kramer, M., Bennecke, S., Schuchardt, B., Schückel, S., Huber, A., Bleich, S., Bildstein, T., Kopetsch, D., Scholle, J., Dierschke, V., Koschinski, S., Ganriel, A., Gellermann, M., Czybulka, D., Francesconi, P., Ellwanger, G., Flatter, H., Hauswirth, M., Heinicke, K., ... Steitz, M. (2020). *Managementplan für das Naturschutzgebiet "Doggerbank."* 1–97. [www.bundesanzeiger.de](http://www.bundesanzeiger.de)
- Kruse, I., Strasser, M., & Thiermann, F. (2004). The role of ecological divergence in speciation between intertidal and subtidal *Scoloplos armiger* (Polychaeta, Orbiniidae). *Journal of Sea Research*, 51(1), 53–62.
- Ladich, F., & Fay, R. R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2013 23:3, 23(3), 317–364. <https://doi.org/10.1007/S11160-012-9297-Z>
- Lien, J., Nelson, D., & Dong, J. H. (2001). Status of the white-beaked dolphin, *Lagenorhynchus albirostris*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 115, 118–126.
- Lockyer, C. (1984). Review of Baleen Whale (Mysticeti) Reproduction and Implications for Management. *Reproduction in Whales, Dolphins and Porpoises. Proc. Conference, La Jolla, CA, 1981*, 6, 27–50.
- Logemann, A., Reininghaus, M., Schmidt, M., Ebeling, A., Zimmermann, T., Wolschke, H., Friedrich, J., Brockmeyer, B., Prüfrock, D., & Witt, G. (2022). Assessing the chemical anthropocene-- Development of the legacy pollution fingerprint in the North Sea during the last century. *Environmental Pollution*, 302, 119040.
- Lohse, L., EHG, E., & Helder, W. (1996). Oxygen pore water profiles in continental shelf sediments of the North Sea: turbulent versus molecular diffusion . *Marine Ecology Progress Series*, 145, 63–75.
- Mærsk Olie og Gas. (2003). *Registrering af fiskesamfund og fiskeæg omkring Halfdan-Feltet. Hovedrapport. Udarbejdet af Carl Bro, Bio/consult og Simråd*.
- Malishov, G. G. (1992). The reaction of bottom-fish larvae to airgun pulses in the context of the vulnerable Barents Sea ecosystem. *Fishery and Offshore Petroleum Exploitation 2nd International Conference*.
- Mann, D. A. ;, Higgs, D. M. ;, Tavalga, W. N. ;, Souza, M. J. ;, & Popper, A. N. ; (2001). Ultrasound detection by clupeiform fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(6), 3048–3054. <https://doi.org/10.1121/1.1368406>
- Mann, D. A. ;, Lu, Z., & Popper, A. N. ; (1997). A clupeid fish can detect ultrasound. *Nature*, 389(341). <https://www.nature.com/articles/38636>
- Mann, D. A. ;, Popper, A. N. ;, & Wilson, B. (2005). Pacific herring hearing does not include ultrasound. *Biology Letters*, 1(2), 158–161. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2004.0241>
- Marappan, S., Stokke, R., Malinovsky, M. P., & Taylor, A. (2022). *Assessment of the impacts of the offshore oil and gas industry on the marine environment*.
- McCauley, R. D. (1998). *Radiated Underwater noise measured from the drilling rig Ocean General, rig tenders Pacific Ariki and Pacific Frontier, Fishing vessel Reef Venture and natural sources in the Timor Sea, Northern Australia*. Shell Australia.

- McCauley, R. D., Fewtrell, J., & Popper, A. N. (2003). High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(1), 638–642. <https://doi.org/10.1121/1.1527962>
- McConnell, B. J., Fedak, M. A., Lovell, P., & Hammond, P. S. (1999). Movements and foraging areas of grey seals in the North Sea. *Journal of Applied Ecology*, 36(4), 573–590. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1999.00429.x>
- McConnell, B. J., Fedak, M. A., Lovell, P., & Hammond, P. S. (1999). Movements and foraging areas of grey seals in the North Sea. *Journal of Applied Ecology*, 36(4), 573–590. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1999.00429.x>
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019a). *Danmarks Havstrategi II, første del*.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019b). Danmarks Havstrategi II, første del. God miljøtilstand, basisanalyse og miljømål. In *Miljø- og fødevareministeriet*. [https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/5ecfd397-7cd3-432a-a8f5-5590674cb003/Udkast til Danmarks Havstrategi II.pdf](https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/5ecfd397-7cd3-432a-a8f5-5590674cb003/Udkast%20til%20Danmarks%20Havstrategi%20II.pdf)
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019c). *Danmarks Havstrategi II, første del. God miljøtilstand, basisanalyse og miljømål*.
- Miljø- og Fødevareministeriet / Miljøstyrelsen. (2017, December 12). *Bekendtgørelse om vurdering og styring af luftkvaliteten*. Retsinformation; Miljø- og Fødevareministeriet. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/1472>
- Miljøministeriet. (2017). *Forslag til paradigme for rapportering af RBA beregninger (endelig udkast 260617) J.nr. MST-412-00004*.
- Miljøministeriet. (2021). *Miljørapport Nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm*.
- Miljøministeriet. (2023). *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. BEK nr 796 af 13/06/2023*. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/796>
- Miljøstyrelsen. (2020a). *Forvaltningsplan for sæler*.
- Miljøstyrelsen. (2020b). *Forvaltningsplan for sæler*.
- Miljøstyrelsen. (2020c). *Natura 2000-basisanalyse 2022-2027, Jyske Rev, Lillefiskerbanke, Natura 2000-område nr. 248, Habitatområde H257*.
- Miljøstyrelsen. (2020d). *Natura 2000-basisanalyse 2022-2027, Sydlige Nordsø, Natura 2000-område nr. 246, Habitatområde H255, Fuglebeskyttelsesområde F113*.
- Miljøstyrelsen. (2021a). *Natura 2000 plan, 2022-27. Jyske Rev, Lillefiskerbanke, Natura 2000-område nr. 248, Habitatområde H257*.
- Miljøstyrelsen. (2021b). *Udkast til Natura 2000 plan 2022-2027. Sydlige Nordsø, Natura 2000-område nr. 246, Habitatområde H255, Fuglebeskyttelsesområde F113*.
- Miljøstyrelsen. (2023a). *MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2021-2027*. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>
- Miljøstyrelsen. (2023b). *Natura 2000-plan 2022-2027, N1 Skagens Gren og Skagerrak*. <https://mst.dk/media/258229/n1-natura2000-plan-2022-27-skagens-gren-og-skagerrak.pdf>
- Miljøstyrelsen. (2023c). *Natura 2000-plan 2022-2027. Thyborøn Stenvolde. Natura 2000-område nr. 247. Habitatområde H256*. <https://mst.dk/media/ecnnaocv/n247-natura-2000-plan-2022-27-thyboroen-stenvolde.pdf>
- MMO. (2015). *Modelled Mapping of Continuous Underwater Noise Generated by Activities. A report produced for the Marine Management Organisation, Technical Annex, pp 43. MMO Project No: 1097. ISBN: 978-1-909452-87-9*.
- Molari, M., Guilini, K., Lott, C., Weber, M., De Beer, D., Meyer, S., Ramette, A., Wegener, G., Wenzhöfer, F., Martin, D., Cibic, T., De Vittor, C., Vanreusel, A., & Boetius, A. (2018). CO2 leakage alters biogeochemical and ecological functions of submarine sands. *Science Advances*, 4(2). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao2040>

- Moreau, S., Péron, C., Pitt, K. A., Connolly, R. M., Lee, S. Y., & Meziane, T. (2008). Opportunistic predation by small fishes on epibiota of jetty pilings in urban waterways. *Journal of Fish Biology*, 72(1), 205–217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01705.x>
- Mosegaard, H., Bekkevold, D., Berg, C., Christensen, A., Davies, J., Hansen, J., Mena, B., Lund, H., Mortensen, L., Nielsen, A., Pedersen, S., Rindorf, A., Sparrevohn, C., van Deurs, M., Vinther, M., & Clausen, L. (2019). *Fremadrettet forvaltning af tobis i Nordsøen. Slutrapport. DTU Aqua-rapport nr. 346-2019.*
- Neff, J. (2010). Fate and effects of water based drilling muds and cuttings in cold water environments. *Houston (TX): Report to Shell Exploration and Production Company.*
- Nielsen, N. H., Hansen, R. G., Teilmann, J., & Peter Heide-Jørgensen, M. (2013). *Extensive offshore movements of harbour porpoises (Phocoena phocoena). November.*
- Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkerne, S., Hjorth Mikkelsen, M., Albrechtsen, R., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H. G., Levin, G., Callisen, L. W., Andersen, T. A., Kvist Johannsen, V., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Stupak, I., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., ... Gunnleivsdóttir Hansen, M. (2023). *Denmark's National Inventory Report 2023. Emission Inventories 1990-2021 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Scientific DCE Report No. 541 (Issue 541).* <https://dce2.au.dk/pub/SR541.pdf>
- NOAA. (2018). 2018 Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0). *NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, April*, 167.
- NORCE. (2021). *Risk Based Approach to Produced Water Management, EIF Calculations INEOS Energy 2021 – Siri field Rapport 39-2022 NORCE Climate & Environment.*
- Norsk Olje og gass. (2003). *084 – NORWEGIAN OIL AND GAS RECOMMENDED GUIDELINES. A Manual for Standardised Modelling and Determination of the Environmental Impact Factor (EIF).*
- Northridge, S. P., Tasker, M. L., Webb, A., & Williams, J. M. (1995). Distribution and relative abundance of harbour porpoise (*Phocoenaphocoena* L.), white-beaked dolphins (*Lagenorhynchus albirostris* Gray) and minke whales (*Balaenoptera acutorostrata* Lacepede) around the British Isles. *ICES Journal of Marine Science*, 52, 55–66.
- Oil & Gas Denmark. (2017). *Descriptor-based review of 25 years of seabed monitoring data collected around Danish offshore oil and gas platforms.*
- Oil Spill Response Ltd. (2018). *Oil Spill Modelling Report: Siri Complex, Denmark INEOS Oil & Gas Denmark.*
- Okabe, S., Nielsen, P. H., Jones, W. L., & Characklis, W. G. (1995). Sulfide product inhibition of desulfovibrio desulfuricans in batch and continuous cultures. *Wat. Res., Vol. 29,(No.2)*, 571–578.
- OLF. (2003). *OLF recommended guidelines - EIF Computational Guidelines - A Manual for Standardised Modelling and Determination of the Environmental Impact Factor (EIF). The Norwegian Oil Industry Association. OLF report No. 084, date effective 10 June 2003.* <http://olf.no/no/Publikasjoner/Retningslinjer>
- OOW. (2013). *The probability of an offshore accident.* <https://officerofthewatch.com/2013/08/06/the-probability-of-an-offshore-accident/>
- OSPAR. (2010). *OSPAR Recommendation 2010/4 on a Harmonised Pre-screening Scheme for Offshore Chemicals.*
- OSPAR. (2017). *Status and Trends in the Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Shellfish.*
- OSPAR Agreement. (2012). *OSPAR Guidelines in support of Recommendation 2012/5 for a Risk-based Approach to the Management of Produced Water Discharges from Offshore Installations.*
- OSPAR Commission. (2000). *Quality Status Report 2000, Region II - Greater North Sea.*
- OSPAR Commission. (2017). *Third Integrated Report on the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area.* 165.

- Palka, D. L. ;, & Hammond, P. S. (2001). Accounting for responsive movement in line transect estimates of abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58. <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/f01-024>
- Pangerc, T., Robinson, S., & Theobald, P. (2016). Underwater sound measurement data during diamond wire cutting: First description of radiated noise. *Proceedings of Meetings on Acoustics. Proceedings of Meetings on Acoustics*, 27. <https://doi.org/10.1121/2.0000322>
- Peña, H., Handegard, N. O., & Ona, E. (2013). Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys. *ICES Journal of Marine Science*, 70(6), 1174–1180. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst079>
- Petersen, H. I., Springer, N., Weibel, R., & Schovsbo, N. H. (2022). Sealing capability of the Eocene–Miocene Horda and Lark formations of the Nini West depleted oil field – implications for safe CO2 storage in the North Sea. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 118(May). <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2022.103675>
- Pirotta, E., Brookes, K. L., Graham, I. M., & Thompson, P. M. (2014). Variation in harbour porpoise activity in response to seismic survey noise. *Biology Letters*, 10(5). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.1090>
- Popper, A. N., Gross, J. A., Carlson, T. J., Skalski, J., Young, J. V., Hawkins, A. D., & Zeddies, D. (2016). Effects of Exposure to the Sound from Seismic Airguns on Pallid Sturgeon and Paddlefish. *PLOS ONE*, 11(8), e0159486. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0159486>
- Popper, A. N., Halvorsen, M. B., Kane, A., Miller, D. L., Smith, M. E., Song, J., Stein, P., & Wysocki, L. E. (2007). The effects of high-intensity, low-frequency active sonar on rainbow trout. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(1), 623–635. <https://doi.org/10.1121/1.2735115>
- Popper, A. N., & Hawkins, A. D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Journal of Fish Biology*, 94(5), 692–713. <https://doi.org/10.1111/jfb.13948>
- Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., Coombs, S., Ellison, W. T., Gentry, R. L., Halvorsen, M. B., Løkkeborg, S., Rogers, P. H., Southall, B. L., Zeddies, D. G., & Tavalga, W. N. (2014). Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. In *Springer* (Issue July 2015). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06659-2>
- Popper, A. N. ;, Hawkins, A. D. ;, Sand, O., & Sisneros, J. A. ; (2019). Examining the hearing abilities of fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(2), 948–955. <https://doi.org/10.1121/1.5120185>
- Popper, A. N., Smith, M. E., Cott, P. A., Hanna, B. W., MacGillivray, A. O., Austin, M. E., & Mann, D. A. (2005). Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(6), 3958–3971. <https://doi.org/10.1121/1.1904386>
- Popper A.N. and Hastings M.C. (2009). REVIEW PAPER The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75, 455–489.
- Queirós, A. M., Norling, K., Amaro, T., Nunes, J., Cummings, D., Yakushev, E., Sorensen, K., Harris, C., Woodward, M., Danovaro, R., Rastelli, E., Alve, E., De Vittor, C., Karuza, A., Cibic, T., Monti, M., Ingrosso, G., Fornasaro, D., Beaubien, S. E., ... Widdicombe, S. (2014). *ECO2 Deliverable 4.1: Report on marine communities Potential impact of CCS leakage on marine communities*.
- Rambøll. (2015). *Maersk Oil Esia-16 Redegørelse for Miljømåssige Og Sociale Virkninger - Tyra*. [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/tyra\\_vvm\\_redegoerelse.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/tyra_vvm_redegoerelse.pdf)
- Rambøll. (2022). *Project Greensand - Baseline survey report - Benthic fauna and sediments*.
- Rambøll. (2023). *HAZID Report – Facilities*. [file:///C:/Users/CMEH/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/HYEMBX01/REN2023N01602-RAM-RP-00002 - HAZID report Facilities Greensand Future \(1\) \(2\).pdf](file:///C:/Users/CMEH/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/HYEMBX01/REN2023N01602-RAM-RP-00002 - HAZID report Facilities Greensand Future (1) (2).pdf)
- Read, A. J., & Westgate, A. J. (1997). Monitoring the movements of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) with satellite telemetry. *Marine Biology*, 130(2), 315–322. <https://doi.org/10.1007/s002270050251>

- Redfern, J., Schakner, Z. A., Furness, B., Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., & Garthe, S. (2019). *A Ship Traffic Disturbance Vulnerability Index for Northwest European Seabirds as a Tool for Marine Spatial Planning*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192>
- Redford, M., Rouse, S., Hayes, P., & Wilding, T. A. (2021). Benthic and Fish Interactions With Pipeline Protective Structures in the North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 8, 417. <https://doi.org/10.3389/FMARS.2021.652630/BIBTEX>
- Richardson, W. J. ;, Greene, C. R. G. ;, Malme, C. I. ;, & Thomson, D. H. (1995). *Marine Mammals and Noise*. Academic Press.
- Ronconi, R. A., Allard, K. A., & Taylor, P. D. (2015). Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques. *Journal of Environmental Management*, 147(January), 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.031>
- Ronconi, R., & St. Clair, C. (2002). Management options to reduce boat disturbance on foraging black guillemots (*Cepphus grylle*) in the Bay of Fundy. *Biological Conservation*, 108, 265–271. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00126-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00126-X)
- Russell, D. J. F. (2016). *Activity Budgets: Analysis of seal behaviour at sea. Report for the Department for Business, Energy and Industrial Strategy (OESEA-15-66)*. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7f82de40f0b62305b8796a/SMRU\\_2016\\_Activity\\_budgets-analysis\\_of\\_seal\\_behaviour\\_at\\_sea.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7f82de40f0b62305b8796a/SMRU_2016_Activity_budgets-analysis_of_seal_behaviour_at_sea.pdf)
- Russell, D. J. F., Hastie, G. D., Thompson, D., Janik, V. M., Hammond, P. S., Scott-Hayward, L. A. S., Matthiopoulos, J., Jones, E. L., & McConnell, B. J. (2016). Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology*, 53(6), 1642–1652. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12678>
- Rye, H. ;, Frost, T. K. ;, Ditlevsen, M. K. ;, & Sørstrøm, S. E. (2013). *The «DREAM Charter» Project Towards a Unified Approach for Evaluation and Reduction of Potential Environmental Impact Caused by Regular Dischargers to Sea. SPE paper 164944, presented at the SPE Conference in London, UK 16-18th April 2013*.
- Skjellerup, P., Maxon, C. M., Tarpgaard, E., Thomsen, F., Schack, H. B., Tougaard, J., Teilmann, J., Madsen, K. N., Michaelsen, M. A., & Heilskov, N. F. (2015). *Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving - Working Group 2014. Report to the Danish Energy Authority*. [https://www.researchgate.net/publication/279884643\\_Marine\\_mammals\\_and\\_underwater\\_noise\\_in\\_relation\\_to\\_pile\\_driving\\_-\\_Working\\_Group\\_2014\\_Report\\_to\\_the\\_Danish\\_Energy\\_Authority](https://www.researchgate.net/publication/279884643_Marine_mammals_and_underwater_noise_in_relation_to_pile_driving_-_Working_Group_2014_Report_to_the_Danish_Energy_Authority)
- Skov, H., Durinck, J., Leopold, M. F., & Tasker, M. L. (2007). A quantitative method for evaluating the importance of marine areas for conservation of birds. *Biological Conservation*, 136(3), 362–371. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.12.016>
- Skov, H., Durinck, J., Leopold, M., & Tasker, M. L. (1995). *Important Bird Areas in the North Sea including the Channel and the Kattegat*.
- 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 and Evolution*, 25(7), 419–427. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005>
- Slots- og Kulturstyrelsen. (2022). *Fund og Fortidsminder - den nationale fortidsmindedatabase*. <https://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/>
- Smith, M. E., Coffin, A. B., Miller, D. L., & Popper, A. N. (2006). Anatomical and functional recovery of the goldfish (*Carassius auratus*) ear following noise exposure. *The Journal of Experimental Biology*, 209(Pt 21), 4193–4202. <https://doi.org/10.1242/JEB.02490>
- Smith, M. E., & Monroe, J. D. (2016). Causes and Consequences of Sensory Hair Cell Damage and Recovery in Fishes. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 877, 393–417. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-21059-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21059-9_17)
- Søfartsstyrelsen. (2021). *Danmarks Havplan*. <https://havplan.dk/da/page/info>

- Solvang, HK, Skaug, H., & Oien, N. (2021). Abundance of common minke whales in the Northeast Atlantic based on survey data collected over the period 2014-2019. *Paper SC/68C/ASI04 Presented to the Scientific Committee of the International Whaling Commission*.
- Sonntag, R. P., Benke, H., Hiby, A. R., Lick, R., & Adelung, D. (1999). Identification of the first harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) calving ground in the North Sea. *Journal of Sea Research*, 41(3), 225–232. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(98\)00050-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1385-1101(98)00050-1)
- Sørensen, K. B., & Svenningsen, N. B. (2023). *Baseline study of bacterial sediment communities in the Greensand project area* (Issue February).
- Sørensen, T. B., & Kinze, C. C. (1994). Reproduction and reproductive seasonality in Danish harbour porpoises, *Phocoena Phocoena*. *Ophelia*, 39(3), 159–176. <https://doi.org/10.1080/00785326.1994.10429541>
- Soudijn, F. H., Van Kooten, T., Slabbekoorn, H., & De Roos, A. M. (2020). Population-level effects of acoustic disturbance in Atlantic cod: a size-structured analysis based on energy budgets. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1929). <https://doi.org/10.1098/RSPB.2020.0490>
- Southall, B. L., BOWLES, A. E., ELLISON, W. T., Finneran, J. J., GENTRY, R. L., Greene, C. R., KASTAK, D., Ketten, D. R., MILLER, J. H., Nachtigall, P. E., RICHARDSON, W. J., THOMAS, J. A., & TYACK, P. L. (2008). MARINE MAMMAL NOISE-EXPOSURE CRITERIA: INITIAL SCIENTIFIC RECOMMENDATIONS. *Bioacoustics*, 17(1–3), 273–275. <https://doi.org/10.1080/09524622.2008.9753846>
- Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Jr., C. R. G., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Nachtigall, P. E., Richardson, W., Thomas, J., & Tyack, P. L. (2007). Aquatic Mammals- Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. *Aquatic Mammals*, 33(4), 411–521.
- Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- Stanley, J. A., Van Parijs, S. M., & Hatch, L. T. (2017). Underwater sound from vessel traffic reduces the effective communication range in Atlantic cod and haddock. *Scientific Reports*, 7(1), 14633. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14743-9>
- Stone, C. J., & Tasker, M. L. (2006). The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *J. Cetacean Res. Manage.*, 8(3), 255–263.
- Sundby, S., Kristiansen, T., Nash, R. D. M., & Johannesen, T. (2017). Dynamic Mapping of North Sea Spawning: Report of the “KINO” Project. Fisker og Havet no. 2-2017. *Institute of Marine Research, Bergen*, 2.
- Sveegaard, S., Teilmann, J., Tougaard, J., Dietz, R., Mouritsen, K. N., Desportes, G., & Siebert, U. (2011). High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking. *Marine Mammal Science*, 27(1), 230–246. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00379.x>
- Systad, G. H. R., Fauchald, P., Descamps, S., Christensen-Dalsgaard, S., Strøm, H., & Tarroux, A. (2019). *Identifisering av viktige områder for sjøfugl i norske havområder – innspill til forvaltningsplanarbeidet 2018*.
- Talisman Energy (UK) Ltd. (2006). *Noise impact assessment for Beatrice Demonstration Wind Farm*.
- Teknisk rapport fra DCE. (2019). *Optællinger af vandfugle i den danske del af Nordsøen og Skagerrak, april og maj 2019. Revideret:(158)*. <https://dce2.au.dk/pub/TR158.pdf>

- Thaxter, C. B., Lascelles, B., Sugar, K., Cook, A. S. C. P., Roos, S., Bolton, M., Langston, R. H. W., & Burton, N. H. K. (2012). Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. *Biological Conservation*, 156, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.009>
- Thompson, P. M. ;, Lusseau, D. ;, Barton, T. ;, Simmons, D. ;, Rusin, J. ;, & Bailey, H. (2010). Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1200–1208.
- Thompson, P. M., Mackay, A., Tollit, D. J., Enderby, S., & Hammond, P. S. (1998). The influence of body size and sex on the characteristics of harbour seal foraging trips. <https://doi.org/10.1139/Z98-035>, 76(6), 1044–1053. <https://doi.org/10.1139/Z98-035>
- Tillin, H. M. (2016). *Cumaceans and Chaetozoa setosa in infralittoral gravelly sand*.
- Todd, V. L. G. ;, Todd, I. B. ;, Lepper, P. A. ;, & Tregenza, N. (2009). Echolocation activity of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) around an offshore gas-production platform drilling rig complex. *Fifth International Conference on Bioacoustics 2009*.
- Todd, V.L.G., Lepper, P. A. ;, & Todd, I. B. (2007). *Do harbour porpoises target offshore installations as feeding stations? 2007 IADC Environmental Conference & Exhibition 3rd April 2007, Amsterdam, Netherlands*.
- Tougaard, J. (2014a). VURDERING AF EFFEKTER AF UNDERVANDSSTØJ PÅ MARINE ORGANISMER. Del 2 - Påvirkninger. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø Og Energi, 45, 51.
- Tougaard, J. (2014b). *Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 2 - Påvirkninger. Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Aarhus Universitet.* <https://dce2.au.dk/pub/tr45.pdf>
- Tougaard, J. (2016). Input to revision of guidelines regarding underwater noise from oil and gas activities - effects on marine mammals and mitigation measures. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 202(Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy), 52. <http://dce2.au.dk/pub/SR202.pdf>
- Tougaard, J. (2021a). *Thresholds for Behavioural Responses To Noise in Marine Mammals* (Issue 225).
- Tougaard, J. (2021b). *Thresholds for behavioural responses to noise in marine mammals. Background note to revision of guidelines from the Danish Energy. Technical report No. 225. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy.* <https://dce2.au.dk/pub/TR225.pdf>
- Tougaard, J. (2021c). *Thresholds for noise induced hearing loss in marine mammals* (Issue March).
- Tougaard, J., Sveegaard, S., & Galatius, A. (2021a). *Marine mammal species of relevance for assessment of impulsive noise sources in Danish waters - Background note to revision of guidelines from the Danish Energy Agency* (Issue February).
- Tougaard, J., Sveegaard, S., & Galatius, A. (2021b). *Marine mammal species of relevance for assessment of impulsive noise sources in Danish waters - Background note to revision of guidelines from the Danish Energy Agency* (Issue February).
- Tougaard, J., Teilmann, J., & Tougaard, S. (2008). Harbour seal spatial distribution estimated from Argos satellite telemetry: Overcoming positioning errors. *Endangered Species Research*, 4(1–2), 113–122. <https://doi.org/10.3354/esr00068>
- Tougaard, J., Universitet, A., & for Bioscience, I. (2014a). *Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1.*
- Tougaard, J., Universitet, A., & for Bioscience, I. (2014b). *Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1 - Målemetoder, enheder og hørelse hos marine organismer.* (Issue 44).
- Trannum, H., Nilsson, H., Schaanning, M., & Øxnevad, S. (2010). Effects of sedimentation from water-based drill cuttings and natural sediment on benthic macrofaunal community structure and ecosystem process. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 383, 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.12.004>

- Troisi, G., Barton, S., & Bexton, S. (2016). Impacts of oil spills on seabirds: Unsustainable impacts of non-renewable energy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(37), 16549–16555. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.04.011>
- UK Government. (2022). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022*. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>
- Van Leeuwen, S., Tett, P., Mills, D., & Van Der Molen, J. (2015). Stratified and nonstratified areas in the North Sea: Long-term variability and biological and policy implications. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 120(7), 4670–4686. <https://doi.org/10.1002/2014JC010485>
- Vance, H. M., Hooker, S. K., Mikkelsen, L., van Neer, A., Teilmann, J., Siebert, U., & Johnson, M. (2021). Drivers and constraints on offshore foraging in harbour seals. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85376-2>
- Vaughan D., Korpinen S., Nygård H., Andersen J.H., Murray C, Kallenbach E., Jensen N.J., Tunesi L., Mo G., Agnesi S., Klančnik K., Herbon C., Singleton G., Pagou K., Borja Á., & J., R. (2019). Biodiversity in Europe's seas. In *European Topic Centre on Inland and Marine Waters: Vol. 3/2019*.
- Verboom, W. C. (2012). Harbour porpoise acoustic data: audiogram, hearing filter, directivity index and critical ratio. *JunoBioacoustics*, January.
- Vielstädte, L., Linke, P., Schmidt, M., Sommer, S., Haeckel, M., Braack, M., & Wallmann, K. (2019). Footprint and detectability of a well leaking CO<sub>2</sub> in the Central North Sea: Implications from a field experiment and numerical modelling. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 84, 190–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2019.03.012>
- Vikingsson, G. A., & Heide-Jørgensen, M. P. (2005a). *A note on the movements of minke whales tracked by satellite in Icelandic waters in 2001–2004*.
- Vikingsson, G. A., & Heide-Jørgensen, M. P. (2005b). *A note on the movements of minke whales tracked by satellite in Icelandic waters in 2001–2004*.
- Waggitt, J. J., Evans, P. G. H., Andrade, J., Banks, A. N., Boisseau, O., Bolton, M., Bradbury, G., Brereton, T., Camphuysen, C. J., Durinck, J., Felce, T., Fijn, R. C., Garcia-Baron, I., Garthe, S., Geelhoed, S. C. V., Gilles, A., Goodall, M., Haelters, J., Hamilton, S., ... Hiddink, J. G. (2020a). Distribution maps of cetacean and seabird populations in the North-East Atlantic. *Journal of Applied Ecology*, 57(2), 253–269. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13525>
- Waggitt, J. J., Evans, P. G. H., Andrade, J., Banks, A. N., Boisseau, O., Bolton, M., Bradbury, G., Brereton, T., Camphuysen, C. J., Durinck, J., Felce, T., Fijn, R. C., Garcia-Baron, I., Garthe, S., Geelhoed, S. C. V., Gilles, A., Goodall, M., Haelters, J., Hamilton, S., ... Hiddink, J. G. (2020b). Distribution maps of cetacean and seabird populations in the North-East Atlantic. *Journal of Applied Ecology*, 57(2), 253–269. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13525>
- Weilgart, L. (2013). A Review of the Impacts of Seismic Airgun Surveys on Marine Life. *A Review of the Impacts of Seismic Airgun Surveys on Marine Life*, February, 25–27.
- Weir, C. A., Stockin, K. A., & Pierce, G. J. (2007). Seasonal occurrence of the harbour porpoise white-beaked dolphin and minke whale in coastal Aberdeenshire (UK) waters western North Sea. *Journal of The Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87, 327–338.
- Wenger, A. S., Harvey, E., Wilson, S., Rawson, C., Newman, S. J., Clarke, D., Saunders, B. J., Browne, N., Travers, M. J., McIlwain, J. L., Erftemeijer, P. L. A., Hobbs, J.-P. A., Mclean, D., Depczynski, M., & Evans, R. D. (2017). A critical analysis of the direct effects of dredging on fish. *Fish and Fisheries*, 18(5), 967–985. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/faf.12218>
- 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*, 285(1872). <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2314>
- Woodside. (2010). *Browse Upstream LNG Development: Light Impact Assessment. Appendix F* (November).

- Wyatt, R. (2008). *Joint Industry Programme on Sound and Marine Life: Review of Existing Data on Underwater Sounds Produced by the Oil and Gas Industry - Issue 1. 1*, 1–104.  
[http://www.soundandmarinelife.org/Site/Products/Seiche\\_Aug08.pdf](http://www.soundandmarinelife.org/Site/Products/Seiche_Aug08.pdf)
- Xodus. (2014). *Brae Field Decommissioning Noise Study Marathon Oil Decommissioning Services LLC Assignment Number: A100057-S03 Document Number: A-100057-S03-REPT-004*.

## APPENDIX 1 – UNDERWATER NOISE MODELLING REPORT

### TECHNICAL NOTE

Project name	<b>Project Greensand Future EIA – Underwater noise modelling</b>
Client	<b>INEOS E&amp;P A/S</b>
Version	<b>9</b>
Prepared by	<b>CRIM</b>
Checked by	<b>SSBH</b>
Date	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>June 2024: Underwater noise modelling</b></li> <li>▪ <b>Update October 2024: Underwater noise modelling report for marine seismic surveys with towed streamer geometry and 2D and 3D data acquisition as background for Environmental Impact Assessment of Project Greensand Future</b></li> </ul>

### Terms and abbreviations

#### Units

°C	degree celcius
µPa	micropascal
cu in.	cubic inch
dB	decibel
Hz	hertz
kHz	kilohertz
km	kilometer
m	meter
min	minute
Pa	pascal
Ppt	parts per thousand
s	second

#### Metrics

TL	transmission loss
$SPL_{peak}$	zero-to-peak sound pressure level
$SEL$	sound exposure level
$SEL_{cum}$	cumulative sound exposure level
$SEL_{ss}$	sound exposure level single pulse/single strike
$SPL$	sound pressure level
$f$	frequency
$V_f$	fleeing speed
RMS	root mean square
P	pressure
P0	reference pressure

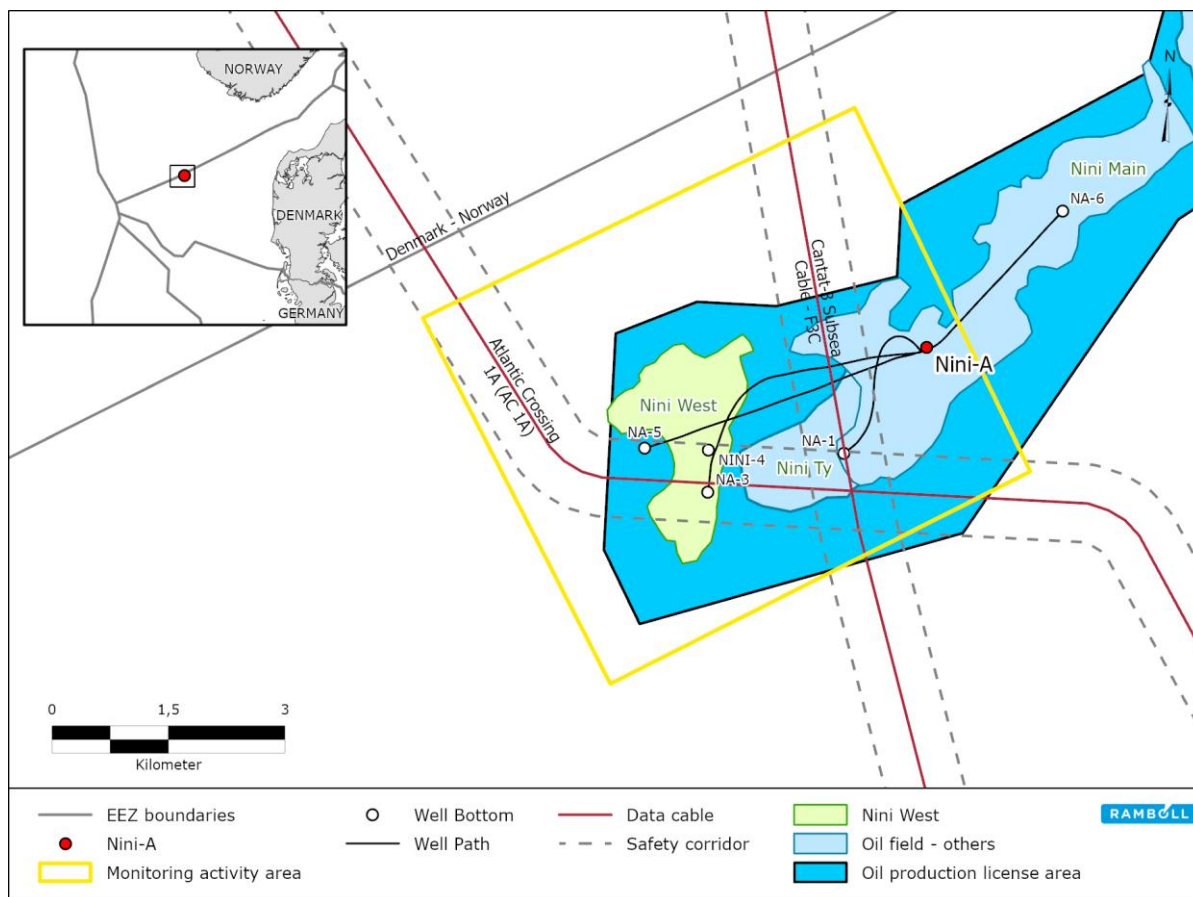
#### Abbreviations

DEA	Danish Energy Agency
EIA	Environmental Impact Assessment
EMODnet	European Marine Observation and Data Network
HF	high frequency
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
LF	low frequency
PTS	permanent threshold shift
PCW	phocid carnivores in water, (earless) seals weighted sound level
TTS	temporary threshold shift
USBL	ultra short baseline (acoustic positioning device)
VHF	very high frequency

## 1. INTRODUCTION

INEOS is planning seismic surveys for the Project Greensand Future in the Nini complex area (Figure 1-1. This study is an underwater noise propagation modelling performed for some of the proposed activities. The purpose of this study is to provide the expected potential underwater noise levels and exposure levels to assess potential impact on marine mammals and fish and to provide relevant documentation as part of the permitting process.

A modelling of ROV and diving operations, as well as spot seismic was performed in June 2024. The spot seismic monitoring was replaced by 2D and 3D surveys in accordance with the DEA. The spot seismic will remain an option, but the current plan is to use 2D seismic with a 3D close out. For this, an update of the modelling was performed in October 2024. The following results will be indicated with the date of the modelling report to distinguish between the previous and the updated modelling.



**Figure 1-1 Greensand storage location and monitoring activity area. The yellow boundary marks the future monitoring activity area.**

## 2. UNDERWATER SOUND

Underwater sound, like sound in the air, is disturbances from a source in a medium (here water) travelling in a 3-dimensional manner as the disturbance propagate with the speed of sound. Sound travels at different speed in different media. The speed of sound is determined by the density and compressibility of the medium. Density is the amount of material in a given volume, and compressibility is a measure of how much a substance could be compacted for a given pressure. The denser and the more compressible, the slower the sound waves would travel. Water is much denser than air, but since it is nearly incompressible the speed of sound is about four times faster in water than in air. The speed of sound can also be affected by temperature and salinity.

Underwater sound can be measured as a change in pressure, it is described as sound pressure and can be measured with a pressure sensitive device (hydrophone). Because of the large range pressure amplitudes of sound, it is convenient to use a decibel (dB) logarithmic scale to quantify pressure levels. The underwater sound pressure level in decibels is defined in the following equation:

$$\text{Sound Pressure Level (SPL)} = 20\log_{10}(P/P_0)$$

P is the pressure and  $P_0$  is the reference pressure. The reference pressure is 1 micropascal ( $\mu\text{Pa}$ ) for underwater sound which is different for sound pressure levels in the air. For this reason, sound pressure levels in the water and air cannot be directly compared. Underwater sound levels vary in accordance to the sound source's time signature and acoustic environmental conditions and can be future defined in terms of exposure, average and/or maximum levels. The following acoustic parameters are commonly used to assess the noise impact from underwater noise sources for the identified local marine life.

### 2.1 Applicable acoustic parameters

The following key terms are used in this document:

Sound Pressure Level (SPL) – quantifies the magnitude of a sound at a given point, i.e. how loud it is, and is measured in decibels (dB). As a relative unit dB is quoted relative to 1 micropascal in underwater studies (so, dB re. 1  $\mu\text{Pa}$ ).

Sound Exposure Level (SEL or SELss) – is a decibel measure for describing how much sound energy a receptor (e.g. a marine mammal) has received from an event (single pulse/single strike) and is normalized to an interval of one second (quoted in dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ). It can be thought of as a logarithmic measure of Sound Exposure and hence a 3 dB increase in SEL equates to a doubling of sound energy; dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ .

Cumulative Sound Exposure (SEL(cum)) – is the time integral of the squared pressures over the duration of a sound or series of sounds. It enables sounds of differing duration and level to be characterized in terms of total sound energy normalized to an interval of one second (quoted in dB re.  $\text{Pa}^2\text{s}$ ).

Peak pressure level (SPL<sub>peak</sub> or PEAK) – the zero-to-peak sound pressure level (dB re. 1 $\mu\text{Pa}$ ) at a given point in time.

Root mean square (RMS) – the sound pressure averaged over a given time (dB re. 1µPa); The RMS SPL is commonly used to evaluate the effects of continuous noise sources. The RMS sound pressure level or SPL is the mean square pressure level.

Pulsed/impulsive sound – a discontinuous sound source comprising one or more instantaneous sounds as during munitions clearance.

Continuous sound/non-impulsive sound – sound source, like a vessel engine, or humming as in drilling operation; the amount of sound radiated by a sound source.

Sound Source Level (SSL) – is defined as the intensity of the radiated sound at a distance of 1 meter from the source, where intensity is the amount of sound power transmitted through a unit area in a specified direction. Source level is given as a relative intensity in units named decibels (dB). In underwater sound, decibels are referenced to a pressure of 1 micropascal (µPa). Therefore, source level is reported in units of dB re. 1 µPa @ 1 m.

### 3. METHOD

#### 3.1 Underwater sound propagation model

The underwater sound propagation model calculates estimates of the sound field generated from underwater sound sources. The modelling results are used to determine the potential impacts distances from the identified significant underwater noise sources for the various identified marine life for the area. Based on source location and underwater source sound level, the acoustic field at any range from the source is estimated using dBSEA's acoustic propagation model (Parabolic equation method ( $\leq 1.000$  Hz), methodologies described in Jensen 2011 and ray tracing ( $> 1.000$  Hz)). The sound propagation modelling uses acoustic parameters appropriate for the specific geographic region of interest, including the expected water column sound speed profile, the bathymetry, and the bottom geo-acoustic properties, to produce site-specific estimates of the radiated noise field as a function of range and depth. The acoustic model is used to predict the directional transmission loss from source locations corresponding to receiver locations. The received level at any 3-dimensional location away from the source is calculated by combining the source level and transmission loss, both of which are direction dependent. Underwater acoustic transmission loss and received underwater sound levels are a function of depth, range, bearing, and environmental properties. The output values can be used to compute or estimate specific noise metrics relevant to safety criteria filtering for frequency-dependent marine mammal hearing capabilities.

Underwater sound source levels are used as input for the underwater sound propagation program, which computes the sound field as a function of range, depth, and bearing relative to the source location. The model assumes that outgoing energy dominates over scattered energy and computes the solution for the outgoing wave equation. An approximation is used to provide two-dimensional transmission loss values in range and depth, i.e. computation of the transmission loss as a function of range and depth within a given radial plane is carried out independently of neighbouring radials (reflecting the assumption that sound propagation is predominantly away from the source).

The received underwater sound levels at any location within the region of interest are computed from the 1/1-octave band source levels by subtracting the numerically modelled transmission loss at each 1/1-octave band centre frequency and summing across all frequencies to obtain a broadband value.

Bathymetry data is provided from EMODNET (The European Marine Observation and Data Network). Water column data (average salinity = 34 ppt, average temperature = 5°C, average speed of underwater sound = 1,473 m/s, depth) is provided from ICES (International Council for the Exploration of the Sea) HELCOM specific measurement stations positioned close to the selected modelling positions. Seabed Conditions (sand, clay, depth) are provided from geological survey data for areas close to the modelling position. For a detailed description of the environmental baseline, it is referred to the corresponding chapters in the EIA (Chapter 9).

Predictions have been performed **for winter water column conditions** which have different underwater sound propagation characteristics which are more conservative than the conditions during summer and show the maximum underwater noise level of the whole sea depth.

Sound speed is higher in the warmer, less dense water near the surface than in the colder, denser water near the seafloor. However, temperature and salinity differences in the water column create thermocline and haloclines, causing spreading and/or attenuation of the sound. This results in underwater sound transmission loss as an underwater sound wave propagates outwards from a source. Therefore, the difference in the speed of sound from top to bottom during summer conditions in the North Sea, generally reduces the sound propagation compared to winter conditions with a more even speed of sound profile from top to bottom.

The sound propagation model will run with the source levels, activity time and environmental parameterization. The following acoustic parameters for each of the identified sound sources were used:

- SELcum, Cumulative Sound Exposure Level, dB re. 1µPa<sup>2</sup>s
- SELpeak, dB re. 1µPa
- SEL (single pulse), Sound Exposure Levels, dB re. 1µPa<sup>2</sup>s

The results of the acoustic modelling are reported in terms of the underwater sound levels of each specific acoustic metric for distances up to 50 km.

### 3.2 Slow start procedure for ROV and diving operations

Slow start is used for ROV and diving activity to minimize underwater noise impacts on marine mammals and fish. A minimum of 5 minute and 13-minute slow start was modelled, where one single individual vessel transponder signal (ping) is emitted every 20 seconds for 5 or 15 minutes respectively. The ping is released at a low power setting as described in Table 6-2 and Table 6-3. The 5-minute slow start applies for ROV activities using a USBL transmitter and one transponder placed on the ROV (Table 6-2) whereas the 15-minute slow start is used for diving operations i.e. scenarios with multiple transponders on divers, ROV and supporting equipment (Table 6-3). The calculated slow start periods are taking into account that the presence of the vessel will deter the animals to be at least 100 meters away from the sound source.

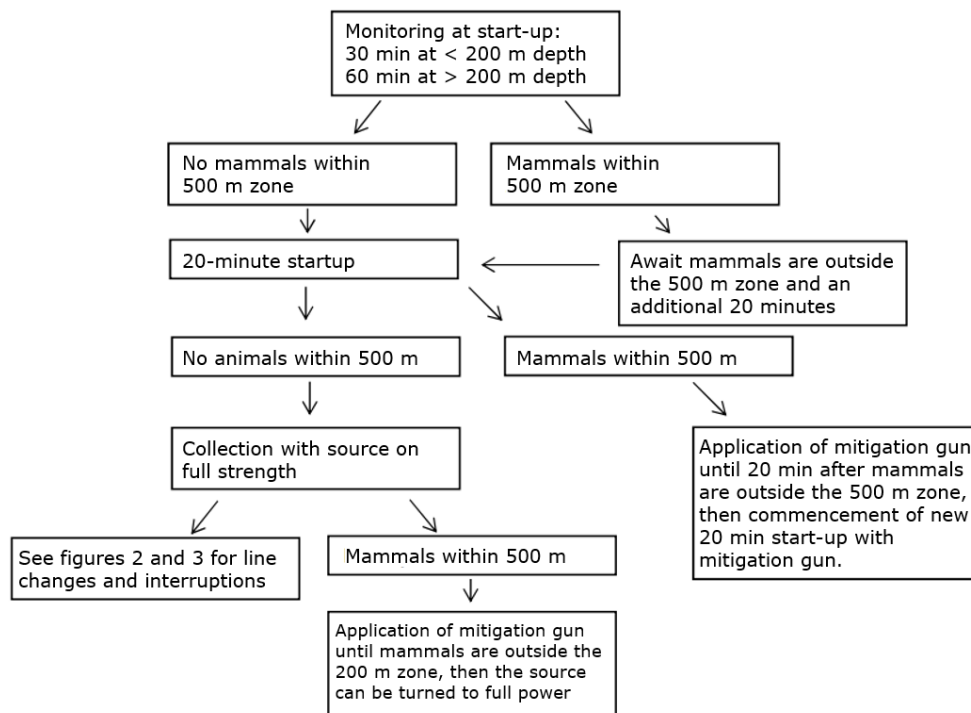
### 3.3 Soft start procedure for seismic monitoring

For the protection of marine mammals, a soft start procedure must be used for seismic surveys in accordance with the procedure described in "Standardvilkår for forundersøgelser til havs, August 2018" (Energistyrelsen, 2018a), see Figure 3-1.

Spot seismic is conducted with smaller airguns than typically used for standard seismic surveys (3x200 cubic inch). For the Greensand Future project, the airguns will be active for approximately one hour at each location. Based on the sound characteristics for spot seismic the noise modelling has calculated that a 15 min soft start will be sufficient to prevent physical damage of marine mammals incl. Annex IV species in the area. The soft start is based on a fleeing speed of 1.5 m/s for marine mammals. If impacts are to be avoided on fish a soft start of 35 min has been modelled. The prolonged soft start period is due to the slower fleeing speed of juvenile fish (0.38 m/s).

In the October 2024 update, seismic monitoring is conducted in either a 2D or 3D setup using towed streamers behind a moving vessel and an airgun size of 2500 cubic inch. inch and 1750 cubic inch. inch, respectively (see chapter 6.1 for more detail). Based on the sound characteristics for the proposed seismic survey the noise modelling has calculated that a 35- and 40-minute soft start for a 3D and 2D seismic, respectively, will be sufficient to prevent physical damage of marine mammals incl. Annex IV species in the area. The soft start is based on a fleeing speed of 1.5 m/s for marine mammals (Tougaard 2016).

The standard soft start method used here is where power is built up slowly from a low energy start-up (e.g. starting with the smallest airgun shooting every 20 seconds over at least 15 minutes) to give adequate time for the species to leave the vicinity.



**Figure 3-1 Soft start procedure for seismic monitoring, the box "see figures 2 and 3" refers to the line change and case of interruption procedure for towed seismic surveys and are not relevant for spot seismic** ("Standardvilkår for forundersøgelser til havs, Energistyrelsen, 2018).

## 4. BASELINE FOR UNDERWATER NOISE IMPACT ASSESSMENT

The source sound pressure levels and associated impact zones can be viewed as indicative precautionary ranges. It is important to note that it is highly unlikely that any marine mammal would stay at a stationary location or within a fixed radius of a vessel (or any other noise source). The behaviour of receivers (animals) is included in a model of exposure. A simple model for animal escape, includes a threshold for reaction followed by movement in a straight line radically away from the sound source (1.5 m/s) (Energistyrelsen, 2022c). The integration of exposure into the model is described in section 4.4.

### 4.1 Marine Mammals

The marine mammal species covered by the presented model are:

- Harbour Porpoise
- Minke Whales
- White-beaked Dolphin
- Seals

Generally, the effect of noise on marine mammals can be divided into four broad categories (detection, masking, behavioural change and physical damage) that largely depend on the individual's proximity to the sound source. The limits of each zone of impact (according to the categories) are not sharp, and there is a large overlap between the zones. The four categories are described below, based on (B. L. Southall et al., 2008).

**Detection** ranges depend on background noise levels as well as hearing thresholds for the animals in question.

**Masking** occurs when noise interferes with an animal's ability to perceive (detect, interpret, and/or discriminate) a sound. There are still many uncertainties regarding how masking affects marine mammals.

**Behaviour:** The occurrence and significance of a **behavioural change** varies by individual, species, and circumstances. Some sounds may not cause any response, while others may result in minor to significant changes in a variety of behaviours, such as diving, surfacing, vocalizing, feeding, and/or mating.

**Physical damage** to marine mammals relates to damage to the hearing apparatus which may lead to permanent changes in the animals' detection threshold (permanent threshold shift, PTS). This can be caused by the destruction of sensory cells in the inner ear, or by metabolic exhaustion of sensory cells, support cells or even auditory nerve cells. Hearing loss is usually only temporary (temporary threshold shift, TTS) and the animal will regain its original detection abilities after a recovery period. For PTS and TTS, the sound intensity is an important factor for the degree of hearing loss, as is the frequency, the exposure duration, and the length of the recovery time.

The proposed criteria for PTS, TTS and behavioural response in this report are based on results presented in scientific literature and/or commonly and currently used in environmental impact assessments of underwater sound.

## 4.2 Marine Mammal Auditory Weighting Function

The ability to hear sounds varies across a species' hearing range. Most mammal audiograms have a typical "U-shape," with frequencies at the bottom of the "U" being those to which the animal is more sensitive, in terms of hearing. Auditory weighting functions best reflect an animal's ability to hear a sound (and do not necessarily reflect how an animal will perceive and behaviourally react to that sound). To reflect higher hearing sensitivity at particular frequencies, sounds are often weighted. Auditory weighting functions have been proposed for marine mammals, specifically associated with PTS/TTS acoustic thresholds expressed in the SELcum metric, which take into account what is known about marine mammal hearing (Southall, 2019). Very High Frequency (VHF) weighted impact threshold limits are applicable to Harbor Porpoises. Phocid Carnivores in Water (PCW) weighted impact threshold limits are applicable to seals.

## 4.3 Distances to applicable assessment threshold level limits

The following tables summarize the results of the acoustic modelling in terms of the maximum average radial distances from the source to where threshold levels are attained. Thresholds are specified in Section 4.5. Due to the varied seafloor bathymetry, the underwater sound does not propagate equally in all directions. In order to give a better representation of the range of the radial distance from the activities to the impact threshold limits, the maximum distances are given.

## 4.4 Cumulative SEL(SELcum) calculation

By combining the underwater sound propagation, source levels, pulse frequency and an animal flee factor, a minimum distance from the activity is calculated for the TTS and PTS impact threshold limits. This is the distance that a marine mammal needs to be away from a source to not exceed the PTS and TTS threshold limits.

The applied slow- and soft start procedures with fewer pings/shots in a low power mode gives the animals time to flee out to a certain distance before the onset of regular activity. Fleeing for all marine mammals is assumed to take place radially away from the activity with a constant speed,  $v_f = 1.5 \text{ m/s}$  as suggested in (Energistyrelsen, 2022c). In a study, increased vessel activity led to a significant decrease in Harbour porpoise acoustic detections and activity at distances of up to 4 km (Benhemma-Le Gall et. al 2021). However, studies using sound and movement recording tags that can detect finer-scale responses highlight that porpoise foraging may be disrupted at greater distances of up to 7 km (Benhemma-Le Gall et. al 2023). On a fine-temporal scale the occurrence of Minke whales has been shown to be reduced by vessel traffic (Wisniewska et. al 2018). Due to the presence of the vessel, it is expected that marine mammals will be a minimum of 100 meters away from the activity before onset.

As the animal is fleeing away from the activity, the sound levels would decrease from distance attenuation. This combination of fleeing speed, distance, time and pinging rate is part of the cumulative sound exposure calculation. The cumulative SEL is calculated as the summation of the total sound energy to which the receptor is exposed during the duration of the activity.

The model increases the initial animal start distance until the cumulative SEL is below the threshold limits specified. This corresponds to an area/distance from the sound source within which the animal would potentially experience exceedance of the SEL threshold limits for the duration of the activity.

#### 4.5 Marine mammal noise impact criteria

Table 4-1 summarizes criteria for assessing impacts for marine mammals. The criteria are associated with different impacts and limits. These threshold values for impact have been determined by an assessment of available values from the most recent scientific literature and accepted limits. (Energistyrelsen, 2022c) (Tougaard, 2016) (E. B. L. Southall et al., 2019).

**Table 4-1 Noise threshold limits for different marine mammal hearing groups (Impulsive/Non-impulsive)**

Marine mammal hearing group	TTS SELcum (weighted) <sup>1</sup> dB re1 µPa2s SELcum	TTS Peak (unweighted) <sup>1</sup> dB re1 µPa	PTS SELcum (weighted) <sup>1</sup> dB re1 µPa2s SELcum	PTS Peak (unweighted) <sup>1</sup> dB re1 µPa	Behavior single pulse
<b>Low Frequency</b> Minke whale	168 dB/ 179 dB	213 dB	183 dB/ 199 dB	219 dB	145 dB re1 µPa2s SELss (unweighted) <sup>2</sup>
<b>High Frequency</b> White-beaked dolphin	170 dB/ 178 dB	224 dB	185 dB/ 198 dB	230 dB	145 dB re1 µPa2s SELss (unweighted) <sup>2</sup>
<b>Very High Frequency</b> Harbour Porpoise	140 dB/ 153 dB	196 dB	155 dB/ 173 dB	202 dB	103 dB (VHF weighted) <sup>3</sup> rms 125 ms dB re1 µPa
<b>Phocidae carnivores in water (PCW)</b> seals	170 dB/ 181 dB	212 dB	185 dB/ 201 dB	218 dB	151 dB (unweighted) <sup>4</sup> dB re1 µPa2s SELss (impulsive)
<sup>1</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) <i>Marine Mammal Noise Exposure Criteria</i> <sup>2</sup> (Tougaard, 2016) – (based on harbor porpoise limits as instructed by DEA) <sup>3</sup> (Energistyrelsen, 2022c). <sup>4</sup> (Russell, 2016)					
<b>SEL (Sound Exposure Level):</b> this is a decibel measure for describing how much sound energy a receptor (e.g. a marine mammal) has received from an event and is normalized to an interval of one second (quoted in dB re 1 µPa <sup>2</sup> s). It can be thought of as a logarithmic measure of Sound Exposure and hence a 3 dB increase in SEL equates to a doubling of sound energy.					
<b>SEL (cum):</b> this is the time integral of the squared pressures over the duration of a sound or series of sounds. It enables sounds of differing duration and level to be characterized in terms of total sound energy (quoted in Pa <sup>2</sup> s).					

#### 4.6 Fish noise impact criteria

Sound, at higher intensities, may have a diverse range of effects on fish. These may include death, hearing impairment, damage to anatomical structures, and changes in physiology, neural function, behavior, and development.

Research on impacts to fish from underwater noise is relatively scarce and has only been carried out for a few fish species. The modelling is based on the best available data and includes two species (herring (*Clupea harengus*) and cod (*Gadus morhua*)) and two life stages of fish (juvenile and adult cod) found in the project area that represent different sensitivities to noise, some of which is

considered to exhibit the highest sensitivities. However, the temporary threshold shift (TTS) value for fish has been based on freshwater species and some uncertainty exists for the applicability of these threshold values to saltwater species. As the modelling is based on the most sensitive species and life stages, the data basis of this assessment is considered to be sufficient to assess the impacts on fish from underwater noise as it is based on a worst-case approach dealing with the response from the most sensitive species and life stages of fish found in the project area.

The hearing ability of fish is generally confined to lower frequencies, often to no more than 800–1000 Hz, but this is species dependent (Popper et al., 2019). However, some clupeid fish species may be able to detect sound in frequency ranges above 20 kHz (Mann et al., 1997) while others do not (Mann et al., 2005). It has been speculated that some herring species are able to show avoidance behavior towards echolocation equipment and thereby questioning the use of this type of equipment for stock assessment for these types of species (Mann et al., 2001). Impact thresholds for high frequency noise have not been specified for the herring in the North Sea, however, earlier studies indicate that hearing threshold increases significantly around 5 kHz making them less likely to detect noise above 20 kHz (Enger, 1967).

Table 4-2 summarizes criteria associated with different impacts and limits for assessing impacts for fish from seismic airguns. Exposure distances for herring and cod including fleeing 1.04 m/s (herring juvenile/adult), 0.38 m/s (cod juvenile) and 0.9 m/s (cod adult). These threshold values for impact have been determined by an assessment of available values from the most recent scientific literature and accepted limits (A. N. Popper et al., 2014). Noise can impact fish in several ways, including:

- *Mortality and mortal injury*: Immediate or delayed death.
- *Recoverable injury*: Injuries, including hair cell damage, minor internal or external hematoma, etc. None of these injuries are likely to result in mortality.
- *Temporary Threshold Shift (TTS)*: Short- or long-term changes in hearing sensitivity that may or may not reduce fitness.
- *Behavioural effects*: Change in behaviour i.e., feeding, mating, etc., or by means of avoidance.
- *Masking*: Refers to the interference of anthropogenic noise with the fish ability to hear a sound that is of biological importance to them

**Table 4-2 Threshold criteria level and impact distances for fish according to** (A. N. Popper et al., 2014).

Species	Impact type	Fleeing speed [m/s]	Impulsive noise criteria [dB] Peak	Impulsiv noise criteria [dB] SELcum	Continuous noise criteria [dB] SELcum
Fish	Mortal injury	1.04 Herring 0.38 Cod (juvenile) 0.9 Cod (adult)	207	207 (SELcum)	-
Fish	Recoverable injury	1.04 Herring 0.38 Cod (juvenile) 0.9 Cod (adult)	207	203 (SELcum)	222 (SELcum) 48 hours, 170 RMS
Fish	TTS	1.04 Herring 0.38 Cod (juvenile) 0.9 Cod (adult)	-	186 (SELcum)	204 (SELcum) 12 hours, 158 RMS
Larvae	Mortal injury	N/A	207	210 (SELcum)	-

For continuous noise criteria a value with designation rms is used. RMS stands for Root Mean Square and is a type of average sound for a given sound source. Exposure distances for herring and cod are shown including escape rates. For herring this study will use 1.04 m/s and for cod this study has used 0.38 m/s (juvenile) and 0.9 m/s (adult).

### Cumulative SEL(SELcum) calculation

The SELcum calculation is described for marine mammals in section 4.4 and applies as well for fish.

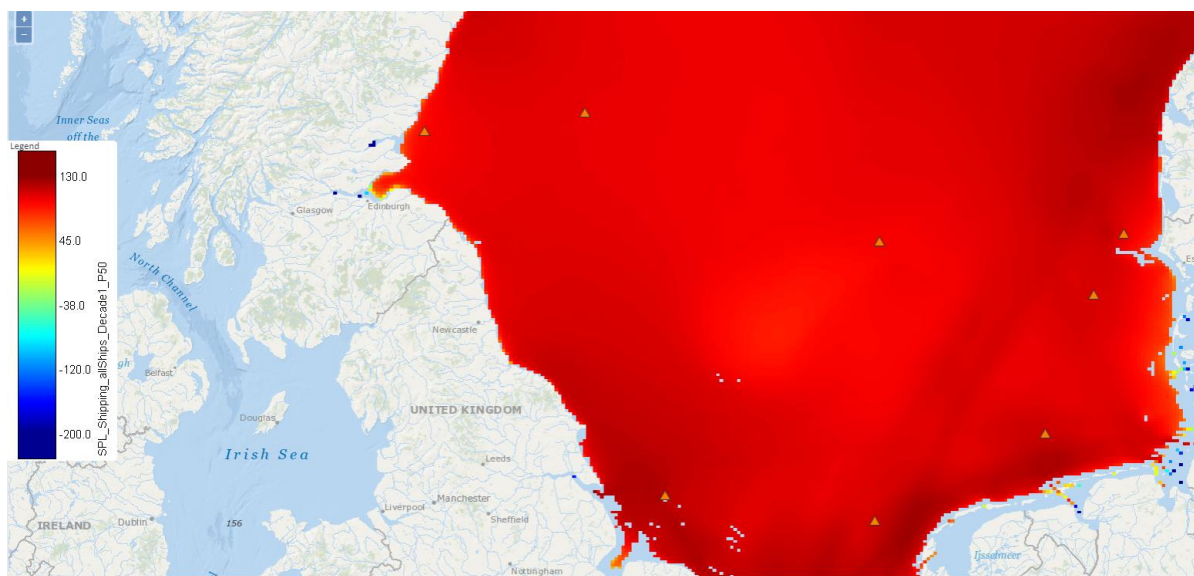
## 4.7 Background noise levels from shipping traffic

The North Sea west of Denmark has a significant amount of shipping traffic as there is numerous harbors along the coasts and a large amount of shipping routes to other parts of the ocean.

Based on the amount of shipping traffic in the area and data from baseline underwater noise measurements, the average background underwater noise levels from shipping are about 100 dB (> 500 m away) to 120 dB when near the shipping lanes (ICES, see Figure 3).

The following figure gives an indication of the average underwater noise levels as broadband, 10 Hz to 20 kHz. Figure 3 shows that this part of the ocean has a lot of noise from shipping.

Figure 4-1 shows that there is already very high levels of ambient noise levels in the sea. This should be taken into account in an assessment of the results for survey vessel noise.

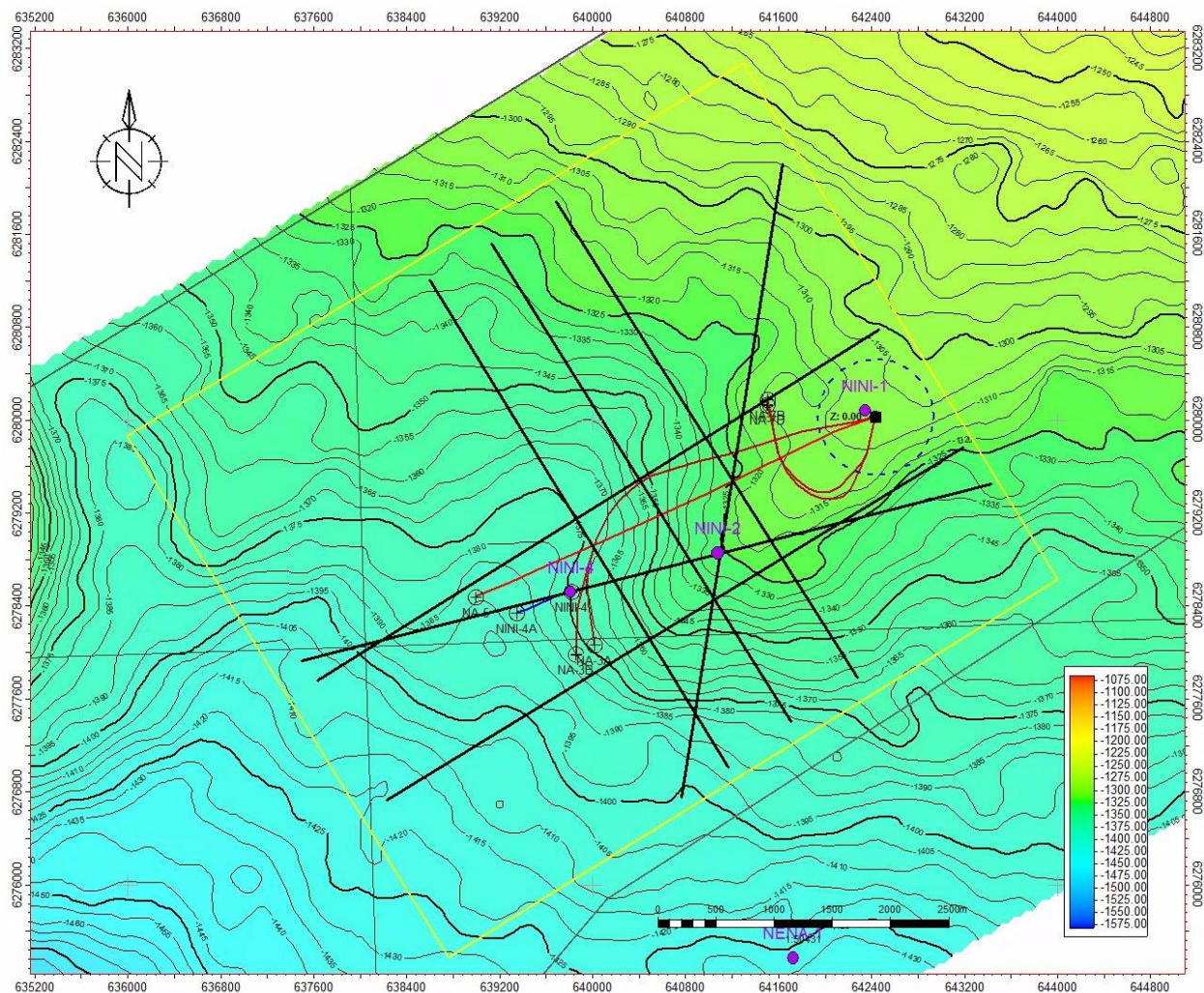


**Figure 4-1** Indication of the average underwater noise levels from shipping traffic for July 2019 in the North Sea. The map is generated from ICES: <https://underwaternoise.ices.dk/continuous/viewonmap>, with parameters; 2019, July, 10 to 20000 Hz, P50, Shipping, last accessed 23-10-2024.

## 5. SURVEY AREA AND SOURCE LEV FOR 2D AND 3D SEISMIC SURVEYS

The following section presents the significant underwater noise sources for each phase of the project and give their respective sound source levels, characteristics, and frequency spectrum. These parameters were determined based on available measurement data or supplier technical specifications and adjusted to meet the proposed project concepts and were used as input to the

underwater noise propagation model. Sources and activities that can cause underwater noise include the survey vessel, 3D and 2D seismic in the survey area. The survey area layout is presented in Figure 5-1.

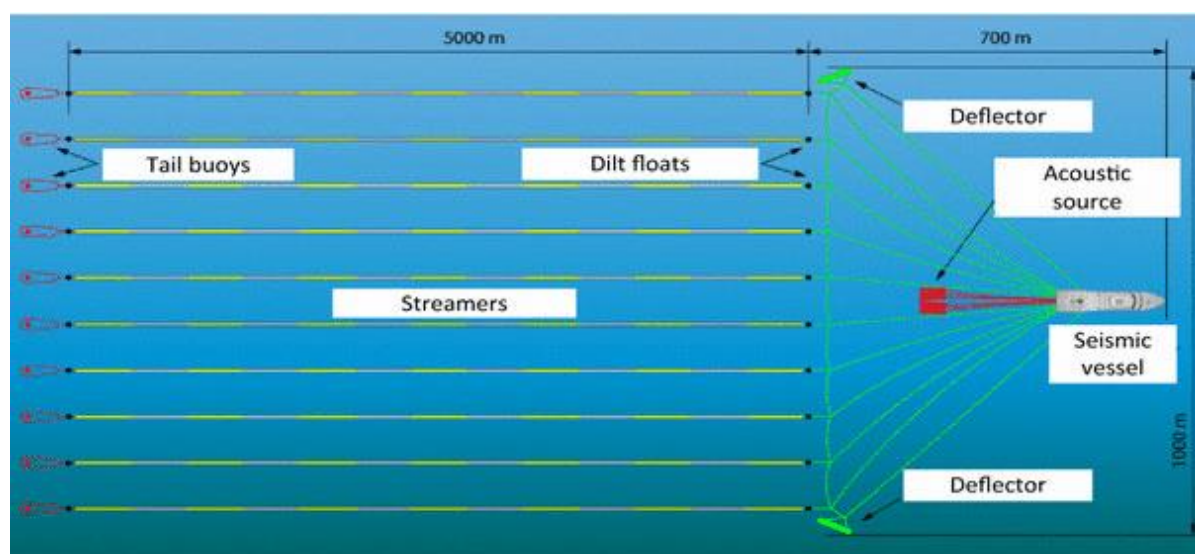


**Figure 5-1 Survey area layout (yellow marking). Seven 2D lines (bold black lines) inside acquisition area for 3D.**

The Streamer length is ~ 5 km and will be fitted with hydrophones that record the reflected noise from the subsea formation. The nearest shots to the Norwegian EEZ will be ~ 800 m. The streamer outline would be  $\pm 500$  m from the vessel sail line in crossline direction and will not be reaching into Norwegian waters. The characteristics of the two surveys with 2D and 3D seismic, has been described in Table 5-1 and illustrated in Figure 5-2.

**Table 5-1 Seismic survey with towed streamers for reservoir monitoring.**

Characteristics	Survey Type	
	2D	3D
Data acquisition	2D	3D
Area size	38 Lkm	32 km <sup>2</sup>
Shots/km <sup>2</sup>		120
Source size (in <sup>3</sup> )	2500	1760
Source depth (m)	5	5
Line distance (m)	See Figure 5-2	500
Soft-start (min)	40	35
Vessel speed (knots)	9.11	9.11
Number of seconds between shots (second/shot)	4	4
Time of year	spring	spring
Survey lines/ patterns/ shape files	lines	lines

**Figure 5-2 Example of marine seismic survey using towed streamers.**

## 6. UNDERWATER NOISE SOURCE LEVELS AND CHARACTERISTICS

### 6.1 2D and 3D

The sound source levels are based on expected product specifications and available literature where measurements have been conducted to determine the source levels. The specifications for the airguns in Table 6-1 are calculated values and it shows the identified source levels that will have an impact on their surroundings.

**Table 6-1 Survey investigation underwater sound source levels and characteristics.**

Source	Duration	Survey vessel speed	Sound characteristics	SPLrms (re 1 $\mu$ Pa m)	SEL (re 1 $\mu$ Pas <sup>2</sup> @1 m)	SPLpeak re 1 $\mu$ Pa m)	Beam Width Angle (degrees)
<b>Survey Vessel</b> (Wyatt 2008)	24 hours	Stationary	Continuous	172 dB (average)	172 dB	177 dB	Omni directional
<b>Seismic Airgun 1760 in<sup>3</sup></b>	24 hours	Mobile 9 knots	Impulsive	246 dB	236 dB	252 dB	Omni directional (assumed worst case)
<b>Seismic Airgun 2500 in<sup>3</sup></b>	24 hours	Mobile 9 knots	Impulsive	248 dB	238 dB	254 dB	Omni directional (assumed worst case)

### 6.2 ROV inspection survey

**Table 6-2 Noise characteristics of the equipment used during ROV surveys that is within audible range of some marine mammals.**

<sup>1</sup> Low power mode with directivity factor

Model	Frequency range	SPLrms (re 1 $\mu$ Pa m)	SEL ss (re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s@1m)	SPLpeak (re 1 $\mu$ Pa m)	"Pulse" duration (ms)	Repeated rate (Hz)	emission (degree)
Kongsberg USBL HiPAP® 501 (Low power setting, -18 dB) Location: Vessel	21-31 kHz	176 dB, min <sup>1</sup>	167 dB, min <sup>1</sup>	182 dB min <sup>1</sup>	30	1	75
Kongsberg Cnode Location: ROV	21-31 kHz	182 dB	173 dB	188 dB	2 – 6	1	Omni

### 6.3 Diving operation

**Table 6-3 Underwater typical equipment used during diving operations and their respective operating frequency and source level. 1 Low power mode with directivity factor**

Model	Frequency range	SPLrms (re 1 $\mu$ Pa m)	SEL ss (re 1 $\mu$ Pa2s@1m)	SPLpeak (re 1 $\mu$ Pa m)	"Pulse" duration (ms)	Repeated rate (Hz)	emission (degree)
HPT 5000/7000 USBL Transceiver Sonardyne Type 8142 Location: - transceiver (vessel)	20 – 34 kHz	178 dB <sup>1</sup>	169 dB <sup>1</sup>	184 dB <sup>1</sup>	8	0,33	90
Nano Transponder Sonardyne Type 8262 Location: - transponder (ROV)	20-34 kHz	180 dB	169 dB	184 dB	8	0,33	Omni
Wideband Sub-Mini 6+ (WSM 6+) transponder Sonardyne Type 8370 Location: - DP positioning beacon (seabed) - dive bell transponder - 3 diver transponders	20 – 34 kHz	180 dB	169 dB	184 dB	8	1	Omni

### 6.4 Optional spot seismic

**Table 6-4 Underwater noise source levels and characteristics for spot seismic activities**

Source	Duration (h pr. day)	Model (reference)	Source depth (m)	Dominant Freq. range	SPLrms (re 1 $\mu$ Pa m)	SEL ss (re 1 $\mu$ Pa2s@1m)	SPLpeak (re 1 $\mu$ Pa m)	Repeated rate (Sec)	emission (degree)
Spot seismic Airgun	one hour per position	600 in <sup>3</sup> Airgun	6 meters	1 – 500 Hz	233 dB	223 dB	239 dB	45	Omni

## 7. MODELLING RESULTS

In this section the results of the underwater propagation modelling for the general noise from sound sources is presented. The results show distances to both behavioral and hearing loss thresholds for marine mammals and fish. All results refer to the scientific references named in those sections. The standard soft start method used here is where power is built up slowly from a low energy start-up (e.g. starting with the smallest airgun in the array and gradually adding in others) to give adequate time for marine mammals to leave the vicinity.

### 7.1 Marine mammals

#### 7.1.1 3D survey

The modelling results in Table 7-1 show the impact distances for marine mammals using 1760 cu. in. airgun positioned 5 m beneath the sea surface with a maximum survey line length of 5 km (3D survey).

**Table 7-1 Results of impact distances for marine mammals from 1760 cu. in. seismic airgun (with 35 minute soft-start, values in parenthesis indicate distances without soft-start).**

Marine Mammal group	TTS SELcum (weighted) dB re. Pa <sup>2</sup> s	TTS Peak (un-weighted) dB re 1 µPa	PTS SELcum (weighted) dB re. Pa <sup>2</sup> s	PTS Peak (un-weighted) dB re 1 µPa	Behavior single pulse average/maximum (RMS 125 ms, VHF weighted) (SELss for LF, HF, PCW, un-weighted)
<b>LF distances</b> <b>Minke Whales</b>	0 m* (10,000 m*)	0 m (260 m)	0 m* (7,000 m*)	0 m (120 m)	27.4 / 33.2 km
<b>HF distances</b> <b>White-beaked Dolphin</b>	0 m* (10 m*)	0 m (60 m)	0 m* (0 m*)	0 m (30 m)	27.4 / 33.2 km
<b>VHF distance</b> <b>Harbour Porpoise</b>	0 m* (60 m*)	0 m (2,300 m)	0 m* (5 m*)	0 m (1,150 m)	4.9 / 5.3 km
<b>PCW distances</b> <b>Seals</b>	0 m* (6,000 m*)	0 m (300 m)	0 m* (600 m*)	0 m (140 m)	18.0 / 20.3 km
* Includes animal fleeing at 1.5 m/s and ship movement 9 knots (maximum survey line length of 5 km) With regard to impulsive noise (cumulative noise (SELcum, weighted) and peak noise exposure (unweighted)). TTS = temporary threshold shift, PTS = permanent threshold shift, LF = Low Frequency, HF = High Frequency, VHF = Very High Frequency, PCW = Phocid Carnivores in Water					

### 7.1.2 2D survey

The modelling results in Table 7-2 show the impact distances for marine mammals using 2500. cu. in. airgun positioned 5 m beneath sea surface with a maximum survey line length 5 km (2D survey).

**Table 7-2 Results of impact distances for marine mammals from 2500 cu. in. seismic airgun (with 40 minute soft-start, values in parenthesis indicate distances without soft-start).**

Marine Mammal group	TTS SELcum (weighted)	TTS Peak (un-weighted) (dB re 1 µPa)	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (weighted)	PTS Peak (un-weighted)	Behavior single pulse average/maximum (RMS 125 ms, VHF weighted) (SELss for Seals, un-weighted)
<b>LF distances Minke Whales</b>	0 m* (13.000 m*)	0 m (320 m)	0 m* (10.000 m*)	0 m (150 m)	30.1 / 36.8 km
<b>HF distances White-beaked Dolphin</b>	0 m* (13 m*)	0 m (90 m)	0 m* (10 m*)	0 m (45 m)	30.1 / 36.8 km
<b>VHF distance Harbour Porpiose</b>	0 m* (80 m*)	0 m (3.000 m)	0 m* (8 m*)	0 m (1.400 m)	5.7 / 6.1 km
<b>PCW distances Seals</b>	0 m* (9.000 m*)	0 m (400 m)	0 m* (800 m*)	0 m (185 m)	23.2 / 28.9 km
<p>* Includes animal fleeing at 1.5 m/s and ship movement 9 knots (maximum survey line length of 5 km)</p> <p>With regard to impulsive noise (cumulative noise (SELcum, weighted) and peak noise exposure (unweighted)). TTS = temporary threshold shift, PTS = permanent threshold shift, LF = Low Frequency, HF = High Frequency, VHF = Very High Frequency, PCW = Phocid Carnivores in Water</p>					

### 7.1.3 Survey vessel

The results in Table 7-3 show the impact distances for marine mammals from general noise from survey vessels. For mink whales, white-beaked dolphins and seals there are no behavioural distances from the DEA guidelines, thus Table 7-3 indicates "NA" for those species. However, due to the presence of the vessel, it is expected that marine mammals will be a minimum of 100 meters away from the activity before onset (see section 4.4).

**Table 7-3 Results of impact distances for marine mammals from Survey vessel (Wyatt 2008).**

Marine Mammal group	TTS SELcum (weighted) (dB re1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s SELcum)	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (weighted)	Behavior (RMS 125 ms, VHF weighted)
LF distances Minke Whales	0 m*	0 m*	NA
HF distances White-beaked Dolphin	0 m*	0 m*	NA
VHF distance Harbour Porpoise	0 m*	0 m	800 m (RMS VHF)
PCW distances Seals	0 m*	0 m*	NA

\* Includes animal fleeing at 1.5 m/s.  
 With regard to impulsive noise (cumulative noise (SELcum, weighted) and peak noise exposure (unweighted)). TTS = temporary threshold shift, PTS = permanent threshold shift, LF = Low Frequency, HF = High Frequency, VHF = Very High Frequency, PCW = Phocid Carnivores in Water

### 7.1.4 ROV inspection survey

**Table 7-4 Impact distances for marine mammals with and without slow start. Modelling results are shown in the table. The results show the impact distances for marine mammals using 1 vessel transponder and 1 ROV transponder. Impact distances by implementing a slow start procedure are also indicated. Impact threshold limits for marine mammals and associated impact distances for impulsive noise (cumulative noise (SELcum, weighted) and peak noise exposure (unweighted)). LF = Low Frequency, HF = High Frequency, VHF = Very High Frequency, PCW = Phocid Carnivores in Water.**

Marine Mammal group	TTS SELcum (weighted) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (unweighted) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (weighted) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (unweighted) <sup>2,3</sup>	Behavior single pulse
<b>LF distances</b> Minke Whales	0 meter	0 meters	0 meters	0 meters	60 meters <sup>4</sup>
<b>HF distances</b> White-beaked Dolphin	0 meters	0 meters	0 meters	0 meters	60 meters <sup>4</sup>
<b>VHF distance</b> Harbour Porpoise	550 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters	35 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters	4,200 meters <sup>1</sup>
<b>PCW distances</b> Seals	0 meters	0 meters	0 meters	0 meters	0 meters <sup>5</sup>
<sup>1</sup> (DEA, 2022). <sup>2</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) <i>Marine Mammal Noise Exposure Criteria</i> <sup>3</sup> Includes animal fleeing at 1.5 m/s <sup>4</sup> (Tougaard, 2016) <sup>5</sup> (Russell, 2016) <sup>6</sup> with 5-minute slow start and vessel disturbance of 100 m					

### 7.1.5 Diving operations

**Table 7-5 Impact distances for marine mammals with and without slow start. Modelling results are shown in the table. The results show the impact distances for marine mammals using 1 Vessel Transponder, 3 Diver Transponders, 1 ROV Transponder, 1 Dive Bell transponder, 1 DP Beacon transponder). Impact threshold limits for marine mammals and associated impact distances with regard to impulsive noise (cumulative noise (SELcum, weighted) and peak noise exposure (unweighted)). LF = Low Frequency, HF = High Frequency, VHF = Very High Frequency, PCW = Phocid Carnivores in Water.**

Marine Mammal group	TTS SELcum (weighted) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (unweighted) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum dB re. Pa <sup>2</sup> s (weighted) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (unweighted) <sup>2,3</sup>	Behavior single pulse (RMS 125 ms, VHF weighted) (SELss for Seals, un-weighted)
<b>LF distances</b> Minke Whales	0 meters	0 meters	0 meters	0 meters	60 meters <sup>4</sup>
<b>HF distances</b> White-beaked Dolphin	0 meters	0 meters	0 meters	0 meters	60 meters <sup>4</sup>
<b>VHF distance</b> Harbour Porpoise	1,200 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters	80 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters	4,850 m <sup>1</sup>
<b>PCW distances</b> Seals	0 meters	0 meters	0 meters	0 meters	60 meters <sup>5</sup>
<sup>1</sup> (Energistyrelsen, 2022c). <sup>2</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) <i>Marine Mammal Noise Exposure Criteria</i> <sup>3</sup> Includes animal fleeing at 1.5 m/s <sup>4</sup> (Tougaard, 2016) – (based on harbor porpoise limits as instructed by DEA) <sup>5</sup> (Russell, 2016) <sup>6</sup> With 15-minute slow start and vessel disturbance of 100 m					

### 7.1.6 Optional spot seismic

**Table 7-6 Impact distances for marine mammals with and without soft start. Modelling results are shown in the table. The results show the impact distances for marine mammals using 600. in. (3x200) Airgun positioned 6 m beneath sea surface. For threshold limits, see Table 4 1. (Cumulative noise (SELcum, weighted) and peak noise exposure (unweighted)). LF = Low Frequency, HF = High Frequency, VHF = Very High Frequency, PCW = Phocid Carnivores in Water)**

Marine Mammal group	TTS SELcum (weighted) <sup>2,3</sup>	TTS Peak (unweighted) <sup>2,3</sup>	PTS SELcum (weighted) <sup>2,3</sup>	PTS Peak (unweighted) <sup>2,3</sup>	Marine strategy limit values for PTS in marine mammals <sup>7</sup> , SELcum <sup>7</sup>	Behavior
<b>LF distances</b> Minke whale	1,200 meters 0 meters <sup>6</sup>	120 meters 0 meters <sup>6</sup>	50 meters 0 meters <sup>6</sup>	20 meters 0 meters <sup>6</sup>	NA	15,000 meters <sup>4</sup>
<b>HF distances</b> White-beaked Dolphin	5 meters 0 meters <sup>6</sup>	15 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters 0 meters <sup>6</sup>	NA	15,000 meters <sup>4</sup>
<b>VHF distance</b> Harbour Porpoise	0 meters 0 meters <sup>6</sup>	150 meters 0 meters <sup>6</sup>	0 meters 0 meters <sup>6</sup>	70 meters 0 meters <sup>6</sup>	200 meters 0 meters <sup>6</sup>	1,500 meters <sup>1</sup>
<b>PCW distances</b> Seals	70 meters 0 meters <sup>6</sup>	40 meters 0 meters <sup>6</sup>	5 meters 0 meters <sup>6</sup>	5 meters 0 meters <sup>6</sup>	30 meters 0 meters <sup>6</sup>	35,000 meters <sup>5</sup>
<sup>1</sup> (Energistyrelsen, 2022c). <sup>2</sup> (E. B. L. Southall et al., 2019) <i>Marine Mammal Noise Exposure Criteria</i> <sup>3</sup> Includes animal fleeing at 1.5 m/s <sup>4</sup> (Tougaard, 2016) – (based on harbor porpoise limits as instructed by DEA) <sup>5</sup> (Russell, 2016) <sup>6</sup> With 15-minute soft start and vessel disturbance of 100 m <sup>7</sup> Havstrategien grænseværdier for PTS i havpattedyr						

## 7.2 Fish

Based on the available information it is assessed that there will be very limited impacts on fish in relation to the ROV noise emissions, however, it cannot be excluded that herring may show avoidance behaviour within a few hundred meters from ROV operation or other activities using high frequency equipment.

### 7.2.1 3D survey

The modelling results in Table 7-7 show the impact distances for fish using 1760 cu. in. airgun positioned 5 m beneath the sea surface with a maximum survey line length of 5 km and animal fleeing and ship movement 9 knots.

**Table 7-7 Results of impact distances for fish from 1750 cu. in. seismic airgun (with 35 minute soft-start).**  
\*Includes animal fleeing and ship movement 9 knots (maximum survey line length of 5 km)

Receptor	Impact type (Popper et al. 2014)	Fleeing speed [m/s]	Radial distance to threshold limits
Fish	Mortal injury	Herring 1.04 Cod(j) 0.38 Cod 0.9	0 m* 0 m* 0 m*
Fish	Recoverable injury	Herring 1.04 Cod(j) 0.38 Cod 0.9	0 m* 0 m* 0 m*
Fish	TTS	Herring 1.04 Cod(j) 0.38 Cod 0.9	1 km* 1.5 km* 1 km*
Larvae	Mortal injury	0	1.5 km (SPLpeak)/ 0.8 km (SELcum)

### 7.2.2 2D survey

The modelling results in Table 7-8 show the impact distances for fish using 2500 cu. in. airgun positioned 5 m beneath the sea surface with a maximum survey line length of 5 km and animal fleeing and ship movement 9 knots.

**Table 7-8 Results of impact distance for fish from 2500 cu. in. seismic airgun (with 40 minute soft-start).**

Receptor	Impact type (Popper et al. 2014)	Fleeing speed [m/s]	Radial distance to threshold limits
Fish	Mortal injury	Herring 1.04 Cod(j) 0.38 Cod 0.9	0 m* 0 m* 0 m*
Fish	Recoverable injury	Herring 1.04 Cod(j) 0.38 Cod 0.9	0 m* 0 m* 0 m*
Fish	TTS	Herring 1.04 Cod(j) 0.38 Cod 0.9	1.5 km* 2.0 km* 1.5 km*
Larvae	Mortal injury	0	2 km (SPLpeak) / 0.9 km (SELcum)

### 7.2.3 Survey vessel

The results in Table 7-9 show the impact distances for fish from general noise from survey vessels with continuous activity modelling results/radial distance to threshold limits, average maximum for fish.

**Table 7-9 Results of impact distances for fish from survey vessel (Wyatt 2008).**

Receptor	Impact type (Popper et al. 2014)	Survey vessel (24 hour)
Fish	Mortal injury	0 m
Fish	Recoverable injury	0 m
Fish	TTS	0 m
Larvae	Mortal injury	0 m

### 7.2.4 Optional spot seismic

The model is taking into account that the presence of the vessel will deter the animals to be at least 100 meters away from the sound source. Table 7-10 shows the modelling results with a 35-minute soft start and Table 7-11 without a soft start.

**Table 7-10 Spot seismic airgun activity modelling results radial distance from the activity to threshold limits, maximum incl. 35-minute soft start for impulsive noise criteria see Table 7-1.**

Receptor	Impact type (A. N. Popper et al., 2014).	Fleeing speed [m/s]	Spot seismic airgun, distance to impact threshold limits from airgun
Fish	Mortal injury	Herring 1.04 Cod(juv.) 0.38 Cod(adult) 0.9	0 meters (peak) / 0 meters (SELcum)
Fish	Recoverable injury	Herring 1.04 Cod(juv.) 0.38 Cod(adult) 0.9	0 meters (peak) / 0 meters (SELcum)
Fish	TTS	Herring 1.04	0 meters (SELcum)
		Cod(juv.) 0.38	0 meters (SELcum)
		Cod(adult) 0.9	0 meters (SELcum)
Larvae	Mortal injury	N/A	90 meters (peak) / 100 meters (SELcum)

**Table 7-11 Spot seismic airgun activity modelling results radial distance from the activity to threshold limits, maximum, without soft start for impulsive noise criteria see Table 7-1.**

Receptor	Impact type (A. N. Popper et al., 2014)	Fleeing speed [m/s]	Spot seismic airgun, distance to impact threshold limits from airgun
Fish	Mortal injury	Herring 1.04 Cod(juv.) 0.38 Cod(adult) 0.9	90 meters (peak), 15 meters (SELcum) 90 meters (peak), 20 meters (SELcum) 90 meters (peak), 15 meters (SELcum)
Fish	Recoverable injury	Herring 1.04 Cod(juv.) 0.38 Cod(adult) 0.9	90 meters (peak), 20 meters (SELcum) 90 meters (peak), 25 meters (SELcum) 90 meters (peak), 20 meters (SELcum)
Fish	TTS	Herring 1.04 Cod(juv.) 0.38 Cod(adult) 0.9	500 meters (SELcum) 800 meters (SELcum) 600 meters (SELcum)
	Mortal injury	0	90 meters (peak), 85 meters (SELcum)
	Mortal injury	Herring 1.04 Cod(juv.) 0.38 Cod(adult) 0.9	90 meters (peak), 15 meters (SELcum) 90 meters (peak), 20 meters (SELcum) 90 meters (peak), 15 meters (SELcum)
Larvae	Mortal injury	N/A	90 meters (peak), 100 meters (SELcum)

## 8. CONCLUSION ON 2D AND 3D SEISMIC MONITORING

Seismic monitoring is conducted in either a 2D or 3D data acquisition using towed streamers behind a moving vessel and an airgun size of 2500 cu. inch and 1760 cu. inch, respectively. Based on the sound characteristics for the proposed seismic survey the noise modelling has calculated that a 35- and 40-minute soft start for 3D and 2D survey, respectively, will be sufficient to prevent physical damage of marine mammals incl. Annex IV species in the area.

The results reveal that there is no risk of hearing damage, PTS or TTS, to marine mammals i.e. Minke whale, White-beaked dolphin, Harbour porpoise and Seals, regardless of the activity. The vessel, 2D and 3D survey could, however, lead to behavioral responses.

The 3D survey leads to same behavioral response for Minke-whale and White-beaked dolphin, as it shows a distance to threshold for behavior at around 27.4 or 33.2 km (SELss, average and maximum). The distance to threshold for a behavioral response of Harbour porpoise is expected around 4.9 km or 5.3 km (RMS VHF, average and maximum) during the 3D survey. The results also indicate that seals may show a behavior response within a distance of 18 or 20.3 km (SELss, average and maximum) from the sound source. Fish will, dependent on their life stage, experience TTS to the 3D survey in a distance of up to 1 km for adult fish and 1.5 km for juvenile fish. There is a risk of fish larvae mortality within a distance of 1.5 km (SPLpeak) and 1 km (SELCum) from the sound source.

The 2D survey leads to same risk for behavioral response for Minke-whale and White-beaked dolphin within a distance 30.1 and 36.8 km (SELss, average and maximum) from the sound source, respectively. The distance to threshold for behavior response of Harbour porpoise is expected around 5.7 km or 6.1 km (RMS VHF, average and maximum) during the 2D survey. The results also show that seals may show a behavior response within a distance of 23.2 or 28.9 km (SELss, average and maximum) from the sound source. Fish will, depending on their life stage, be exposed to risk of TTS within 1.5 km from the sound source for adult fish and 2 km for juvenile. There is a risk of fish larvae mortality within a distance of 2 km (SPLpeak) and 0.9 km (SELCum) from the sound source.

Lastly the survey vessel could lead to a behavioral response for Harbour porpoise at a distance of up to 0.8 km (RMS VHF).

## 9. REFERENCES APPENDIX 1

- Benhemma-Le Gall, A., Graham, I. M., Merchant, N. D., and Thompson, P. M. (2021) Broad-Scale Responses of Harbor Porpoises to Pile-Driving and Vessel Activities During Offshore Windfarm Construction. *Front. Mar. Sci.*, vol. 8, no. July 2021, pp. 1–18, doi: 10.3389/fmars.2021.664724.
- Benhemma-Le Gall, A., Thompson, P., Merchant, N., and Graham, I. (2023) Vessel noise prior to pile driving at offshore windfarm sites deters harbour porpoises from potential injury zones. *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 103, no. November 2023, p. 107271, doi: 10.1016/j.eiar.2023.107271.
- Energistyrelsen. (2018). Standardvilkår for forundersøgelser til havs. August. [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/standardvilkaar\\_for\\_forundersogelser.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/standardvilkaar_for_forundersogelser.pdf)
- Energistyrelsen. (2022). Guidelines for underwater noise, Prognosis for EIA and SEA assessments (Issue May). [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines\\_for\\_underwater\\_noise.\\_prognosis\\_for\\_eia\\_and\\_sea\\_assessments\\_energistyrelsen\\_maj\\_2022.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines_for_underwater_noise._prognosis_for_eia_and_sea_assessments_energistyrelsen_maj_2022.pdf)
- Enger, P. S. (1967). Hearing in herring. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 22(2), 527–538. [https://doi.org/10.1016/0010-406X\(67\)90615-9](https://doi.org/10.1016/0010-406X(67)90615-9)
- Mann, D. A. ;, Higgs, D. M. ;, Tavalga, W. N. ;, Souza, M. J. ;, & Popper, A. N. ; (2001). Ultrasound detection by clupeiform fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(6), 3048–3054. <https://doi.org/10.1121/1.1368406>
- Mann, D. A. ;, Lu, Z., & Popper, A. N. ; (1997). A clupeid fish can detect ultrasound. *Nature*, 389(341). <https://www.nature.com/articles/38636>
- Mann, D. A. ;, Popper, A. N. ;, & Wilson, B. (2005). Pacific herring hearing does not include ultrasound. *Biology Letters*, 1(2), 158–161. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2004.0241>
- Popper, A. N. ;, Hawkins, A. D. ;, Sand, O., & Sisneros, J. A. ; (2019). Examining the hearing abilities of fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(2), 948–955. <https://doi.org/10.1121/1.5120185>
- Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., Coombs, S., Ellison, W. T., Gentry, R. L., Halvorsen, M. B., Løkkeborg, S., Rogers, P. H., Southall, B. L., Zeddies, D. G., & Tavalga, W. N. (2014). Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. In Springer (Issue July 2015). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06659-2>
- Russell, D. J. F. (2016). Activity Budgets: Analysis of seal behaviour at sea. Report for the Department for Business, Energy and Industrial Strategy (OESEA-15-66). [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7f82de40f0b62305b8796a/SMRU\\_2016\\_Activity\\_budgets-analysis\\_of\\_seal\\_behaviour\\_at\\_sea.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7f82de40f0b62305b8796a/SMRU_2016_Activity_budgets-analysis_of_seal_behaviour_at_sea.pdf)
- Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Nachtigall, P. E., Richardson, W. J., Thomas, J. A., & Tyack, P. L. (2008). Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Bioacoustics*, 17(1–3), 273–275. <https://doi.org/10.1080/09524622.2008.9753846>
- Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- Tougaard, J. (2016). Input to revision of guidelines regarding underwater noise from oil and gas activities - effects on marine mammals and mitigation measures. Aarhus University, DCE – Danish

Centre for Environment and Energy, 202(Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy), 52. <http://dce2.au.dk/pub/SR202.pdf>

Wisniewska, D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Siebert, U., Galatius, A., Dietz, R. and Teglberg Madsen, P. (2008). High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Proc. R. Soc. B*.28520172314. <http://doi.org/10.1098/rspb.2017.2314>

**The following references are used “in the background” on which the modelling is based:**

Ainslie M. A., McColm J. G., "A simplified formula for viscous and chemical absorption in sea water", *Journal of the Acoustical Society of America*, 103(3), 1671-1672, 1998.

Gisiner, 2019. Marine Seismic Surveys: What are they, and how are they done? A Brief Introduction to Seismic Surveying.

Jensen, F.B., Kuperman, W.A., Porter, M., B., Schmidt, H., 2011. *Computational Ocean Acoustics*, Second Edition Springer, New York, Dordrecht, Heidelberg, London.

Nedwell and Edwards. 2004. A review of measurements of underwater man-made noise carried out by Subacoustech Ltd, 1993 – 2003. Subacoustech Report ref: 534R0109

Review and Assessment of Underwater Sound Produced from Oil and Gas Sound Activities and Potential Reporting Requirements under the Marine Strategy Framework Directive. 2011. Genesis Oil and Gas Consultants report for the Department of Energy and Climate Change.

Wyatt, R. (2008). Joint Industry Programme on Sound and Marine Life - Review of Existing Data on Underwater Sounds Produced by the Oil and Gas Industry.