

---

RAPPORT

# GoliatVIND

---

OPPDRAAGSGIVER

Goliatvind AS

EMNE

Konsekvensutredning for fagtema

- Forurensning, avfall og vannmiljø
- Naturmangfold

DATO / REVISJON: 12. mai 2025 / 03

DOKUMENTKODE: 10255025-01-RIM-RAP-02

---



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

*Forside: Flytende havvindturbin (illustrasjon: Goliatvind AS)*  
*Bilder og figurer: Multiconsult Norge AS om annet ikke er oppgitt*

## RAPPORT

|                |                                                                                           |                 |                                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| OPPDRAAG       | <b>GoliatVIND</b>                                                                         | DOKUMENTKODE    | 10255025-01-RIM-RAP-02                                                      |
| EMNE           | Konsekvensutredning for fagtema<br>– Forurensning, avfall og vannmiljø<br>– Naturmangfold | TILGJENGELIGHET | Åpen                                                                        |
| OPPDRAAGSGIVER | <b>Goliatvind AS</b>                                                                      | OPPDRAAGSLEDER  | Bjørn Christian Bjørnsen                                                    |
| KONTAKTPERSON  | Inger Johanne Hagen                                                                       | UTARBEIDET AV   | Hanna Stene Ness, Thea-Elise Ødegaard, Silje Røysland og Guri Sogn Andersen |
|                |                                                                                           | ANSVARLIG ENHET | 10105090 Vindkraft                                                          |

### Sammendrag

GoliatVIND er planlagt som et demonstrasjonsanlegg for flytende havvind tilknyttet Goliat-FPSO i Barentshavet utenfor Hammerfest. Dette vil inngå som en del av Norges bidrag i reduksjon av klimagassutslippene. I dette dokumentet utredes konsekvenser av tiltaket for temaene forurensning, avfall og vannmiljø og naturmangfold (bortsett fra fugl). Konsesjonssøknad for prosjektet var på høring 20.12.2024–20.03.2025. Basert på høringsinnspill er det gjort mindre endringer i denne utredningen. Etter mottatte høringsinnspill er det gjort en oppdatering av kap. 6.7 Forurensning.

#### Forurensning, avfall og vannmiljø

En vindturbin inneholder girolje og hydraulikkolje, den har kjølesystemer hvor det benyttes glykol eller et annet kjølemedium og mindre transformatorer hvor det benyttes transformatorolje. Estimert kjemikalieforbruk per vindturbin er:

- Ca. 1 m<sup>3</sup> hydraulikkolje
- Ca. 0,5 m<sup>3</sup> smøreolje
- Ca. 0,2 m<sup>3</sup> girolje
- Ca. 19 m<sup>3</sup> kjølevæske
- Ca. 7 m<sup>3</sup> transformatorolje

Kjemikaliene vil holdes i et lukket system slik at man unngår utslipp til miljø ved eventuelle skader og uhell. Det er planlagt årlig vedlikehold av turbinene for å raskt å kunne avdekke feil og mangler som kan medføre forurensende utslipp.

Mulige kilder til forurensning fra havvindkraftverket er:

- Skipskollisjoner eller andre hendelser som medfører fysisk skade på konstruksjoner tilknyttet havvindanlegget som gir forurensende utslipp av transformatorolje, hydraulikkolje, turbinolje og/eller kjølevæske.
- Hendelser tilknyttet fartøy i forbindelse med vedlikehold og drift av ved havvindkraftverket som igjen kan gi forurensende utslipp av transformatorolje, hydraulikkolje, turbinolje og/eller kjølevæske.
- Overopphetning av turbiner som medfører eksplosjon og/eller brann som igjen kan gi forurensende utslipp av transformatorolje, hydraulikkolje, turbinolje og/eller kjølevæske.
- Partikkeloppvirvling ved legging av kabler og tap av avfall til hav ved uforsvarlig behandling i anleggsfase.
- Slitasje av konstruksjoner over og under vann som kan gi utslipp av mikroplast og metaller.

|      |            |                                                    |                                                                             |                             |                          |
|------|------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 03   | 11.05.2025 | Revidert etter innkomne høringssvar                | Silje Røysland                                                              | Henrik Myreng               | Vegard Meland            |
| 02   | 09.12.2024 | Mindre revisjon etter gjennomgang av Goliatvind AS | Hanna Stene Ness, Thea-Elise Ødegaard, Silje Røysland og Guri Sogn Andersen | Guri Sogn Andersen          | Vegard Meland            |
| 01   | 22.11.2024 | Endringer iht. godkjent utredningsprogram fra ED   | Hanna Stene Ness, Thea-Elise Ødegaard, Silje Røysland og Guri Sogn Andersen | Guri Sogn Andersen          | Vegard Meland            |
| 00   | 12.09.2024 | Utgave til Goliatvind AS                           | Hanna Stene Ness, Thea-Elise Ødegaard, Silje Røysland og Guri Sogn Andersen | Henrik Myreng og Sondre Ski | Bjørn Christian Bjørnsen |
| REV. | DATO       | BESKRIVELSE                                        | UTARBEIDET AV                                                               | KONTROLLERT AV              | GODKJENT AV              |

Sannsynligheten for at en skipsulykke skal inntreffe i planområdet er meget lav (0,0001 til 0,0002), og risikoen for denne typen forurensning er derfor ikke vurdert. Basert på tilgjengelig relevant litteratur anses uhellsutslipp av de ulike oljene som benyttes i vindturbiner, samt mikroplast ved slitasje, å ha en **ubetydelig konsekvens** på det marine miljø. Dette følger av at en lekkasje vil ha en meget begrenset geografisk og tidsmessig utstrekning, samt en lav påvirkningsgrad, basert på hva tidligere studier og undersøkelser har vist.

Drift av vindkraftanlegget fører til noe produksjon av avfall. Ved uforsvarlig behandling, uhell, dårlige rutiner etc. kan dette havne i naturen (havet). Avfall i forbindelse med drift av de enkelte turbinene vil i all hovedsak være spillolje og brukte oljefilter. Dette er farlig avfall som vil leveres til avfallsanlegg som har tillatelse til å motta farlig avfall.

For å redusere risiko for forurensede utslipp anbefales det å gjennomføre følgende avbøtende tiltak:

- Installasjon av lekkasjedeteksjonsutstyr i turbiner som raskt vil avdekke og stanse eventuelle lekkasjer.
- Jevnlig vedlikehold av turbiner for å redusere risiko for utslipp av mikroplast og helse- og miljøfarlige stoffer.
- Etablere gode rutiner for å samle opp pussestøv og avskrap der det er mulig ved vedlikehold og reparasjon av vindturbinene.
- Utvikle beredskapsplan for eventuelle uhell og uhellsutslipp som oppstår under drift.

### Naturmangfold

I utredningen av marine naturverdier, påvirkning som følger av tiltaket og mulige konsekvenser er det foretatt en systematisk vurdering av konsekvensgrad og samlet konsekvens for hvert av de følgende delområder:

- Planktonsamfunn
- Bunndyrsamfunn (inkludert sårbare biotoper)
- Fisk
- Sjøpattedyr

Planktonsamfunnet knyttet til plan- og influensområdet har en viktig økosystemfunksjon, som grunnlag for høyere trofiske nivåer, og anses å være av **stor verdi**. Bunndyrsamfunnet består i hovedsak av alminnelige og vidt utbredte arter, og er derfor gitt **noe verdi**. Funn fra benthiske marinbiologiske undersøkelser underbygger resultater fra utbredelsesmodeller som viser en høy sannsynlighet for å finne sjøfjærsamfunn i planområdet. Som følge av verdikriteriene oppgitt i M-1941 vurderes området å være av **stor verdi**. Samlet sett er derfor bunndyrsamfunn oppjustert til verdien **stor**. Med tanke på fisk anses området ikke å ha noen spesielt viktige funksjoner, men gytevandring og drift av egg og larver gjennom influensområdet kan forekomme. Området vurderes derfor som et naturområde som binder sammen funksjonsområder for vanlig forekommende arter, og gis **noe verdi**. Selv om planområdet ligger innen beiteområder og overlapper med randsonen av registrert vandringsområde for havert, som er vurdert som sårbar (VU) på rødlista, er det ikke sannsynlig at området er et funksjonsområde av regional betydning, og verdien settes til **noe**.

De største påvirkningene fra tiltaket på marint naturmangfold anses å være habitatendring, hydromorfologiske endringer, støy, forurensning og avfall. Samlet vurdering av de ulike konsekvensene av tiltaket ga **noe negativ konsekvens for bunndyrsamfunn**, mens tiltaket anses å ha ubetydelig konsekvens for planktonsamfunn, fisk og sjøpattedyr. Det mest utslagsgivende for bunndyrsamfunn er habitatbeslag ved legging av kabler, anker og transformatorstasjon. På økosystemnivå forventes tiltaket å medføre **moderat, lokal endring i økosystemet**. Moderat og lokal endring i økosystemet innebærer også en mulighet for at biodiversitet øker i området, som følge av kunstig rev-effekter, etablering av lokale oppvellingssoner, økt næringsgrunnlag og redusert fiskeaktivitet.

For å minimere risiko for skade på marint naturmangfold kan man vurdere å legge hovedvekten av anleggsarbeid der sannsynligheten for overlapp med sårbare perioder for ulike arter er minst. Effekten av en slik begrensning vil imidlertid være minimal, siden sannsynligheten for varig og omfattende skade allerede vurderes som svært lav. Kostnad og praktisk gjennomførbarhet ved en slik tilpasning bør derfor veie tungt.

### Oppsummering

Tiltaket er gitt **ubetydelig konsekvens** for tema forurensning og vannmiljø. For tema marint naturmangfold vurderes konsekvensen å være **noe negativ**.

| Tema                      | Konsekvens             |
|---------------------------|------------------------|
| Forurensning og vannmiljø | Ubetydelig konsekvens  |
| Marint naturmangfold      | Noe negativ konsekvens |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|          |                                                           |           |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>                                   | <b>6</b>  |
| 1.1      | Bakgrunn for prosjektet .....                             | 6         |
| 1.2      | Om tiltakshaver .....                                     | 6         |
| 1.3      | Forhåndsmelding og utredningsprogram .....                | 7         |
| <b>2</b> | <b>Tiltaket .....</b>                                     | <b>8</b>  |
| 2.1      | Innledning .....                                          | 8         |
| 2.2      | Beliggenhet og planområde .....                           | 9         |
| 2.3      | Turbinflyter og forankring .....                          | 11        |
| 2.4      | Internkabler og eksportsystem .....                       | 12        |
| 2.5      | Nettilknytning .....                                      | 12        |
| 2.6      | Byggefasen .....                                          | 12        |
| 2.7      | Plan for drifts- og vedlikeholdsfasen .....               | 14        |
| 2.8      | Avvikling av anlegget .....                               | 16        |
| <b>3</b> | <b>Metode .....</b>                                       | <b>17</b> |
| 3.1      | Utredningskrav .....                                      | 17        |
| 3.2      | Veileder M-1941 og tilpasninger .....                     | 19        |
| 3.3      | Innhenting av kunnskap .....                              | 22        |
| 3.4      | Nullalternativet .....                                    | 22        |
| 3.5      | Influensområde .....                                      | 22        |
| 3.6      | Datagrunnlag .....                                        | 23        |
| <b>4</b> | <b>Forurensning og vannmiljø – dagens situasjon .....</b> | <b>24</b> |
| 4.1      | Grunnforhold og strømforhold .....                        | 24        |
| 4.2      | Forurensningssituasjonen .....                            | 24        |
| <b>5</b> | <b>Marint naturmangfold – dagens situasjon .....</b>      | <b>25</b> |
| 5.1      | Innledning .....                                          | 25        |
| 5.2      | Marine verneområder .....                                 | 25        |
| 5.3      | Særlig verdifulle og sårbare områder .....                | 25        |
| 5.4      | Plankton .....                                            | 27        |
| 5.5      | Bunndyrsamfunn .....                                      | 27        |
| 5.6      | Sårbare biotoper .....                                    | 28        |
| 5.7      | Fisk .....                                                | 31        |
| 5.8      | Sjøpattedyr .....                                         | 36        |
| 5.9      | Flaggermus .....                                          | 40        |
| 5.10     | Fremmedarter .....                                        | 40        |
| 5.11     | Samlet verddivurdering .....                              | 40        |
| <b>6</b> | <b>Påvirkning .....</b>                                   | <b>42</b> |
| 6.1      | Arealbeslag .....                                         | 42        |
| 6.2      | Endret substrat .....                                     | 42        |
| 6.3      | Hydromorfologiske endringer .....                         | 42        |
| 6.4      | Undervannsstøy .....                                      | 43        |
| 6.5      | Elektromagnetiske felt (EMF) .....                        | 44        |
| 6.6      | Kollisjonsfare .....                                      | 45        |
| 6.7      | Forurensning .....                                        | 45        |
| <b>7</b> | <b>Konsekvenser og avbøtende tiltak .....</b>             | <b>51</b> |
| 7.1      | Konsekvenser av tiltaket i ulike faser .....              | 51        |
| 7.2      | Vurdering av varig konsekvens .....                       | 54        |
| 7.3      | Samlet belastning .....                                   | 56        |
| 7.4      | Avbøtende tiltak .....                                    | 57        |
| 7.5      | Usikkerhet .....                                          | 57        |
| 7.6      | Oppfølgende undersøkelser .....                           | 58        |
| <b>8</b> | <b>Referanser .....</b>                                   | <b>60</b> |

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Goliatvind AS planlegger å etablere flytende havvindturbiner tilknyttet Goliat FPSO (Floating Production Storage and Offloading) utenfor Hammerfest. Dette vil inngå som en del av Norges bidrag i kutt av klimagassutslippene. Norges klimamål innebærer 55 prosent reduksjon av klimagassutslippene i forhold til 1990-nivå innen 2030, og 90–95 prosent innen 2050<sup>/1/</sup>. Beregninger fra Miljødirektoratet viser at Norge vil trenge opptil 34 TWh med ny, ren, fornybar kraft bare for å dekke det økte strømforbruket som ulike klimatiltak vil føre til innen 2030. Ifølge Statnett styrer Norge nå mot et kraftunderskudd i 2028 og energibalansen svekkes kraftig i hele landet<sup>/2/</sup>. Dette understreker behovet for ny fornybar energiproduksjon.

Regjeringens "Kraft- og industriløft for Finnmark" fra 8. august 2023 er ment som en satsning på tiltak som kan styrke kraftbalansen i nord, i tillegg til gjennomføring av omfattende elektrifiserings-tiltak. Kraftproduksjon fra GoliatVIND vil gi et betydelig positivt bidrag til kraftbalansen og forsynings-sikkerheten rundt LNG-anlegget på Melkøya og i Finnmark for øvrig<sup>/3/</sup>.

Regjeringens mål om 30 GW havvind innen 2040<sup>/4/</sup> har skapt stor interesse fra utviklere, investorer og teknologileverandører, herunder behovet for utvikling av teknologi tilpasset norske forhold. Et demonstrasjonsprosjekt som GoliatVIND vil være en byggestein for videre utvikling av større havvind-anlegg i Norge på flere områder; prosjektutvikling, modning av leverandørkjede, konsekvens-utredninger, ringvirkninger, sameksistens, miljøoppfølging og demonstrasjon av teknologi.

Teknologien og løsningene som planlegges benyttet på GoliatVIND-prosjektet har også et internasjonalt spredningspotensial som kan danne grobunn for betydelig eksport fra norske selskaper dersom prosjektet realiseres i tråd med den foreslåtte tidsplanen. Samtidig kan prosjektet bidra til å etablere leverandørkapasitet og ta ned risiko for flytende havvind som vil kunne resultere i hurtigere og rimeligere utbygging av prosjekter i Norge.

### 1.2 Om tiltakshaver

#### ***Goliatvind AS***

Goliatvind AS eies av Odfjell Oceanwind AS, Source Galileo AS og de to japanske energiselskapene The Kansai Electric Power Company, Inc og Eneos Renewable Energy Corporation. Målet med prosjektet er å modne fram og bygge ut et flytende vindvindhkraftverk ved Goliatfeltet i Barentshavet. Selskapsstrukturen er nærmere presentert i konsesjonssøknaden til prosjektet.

Før etableringen av Goliatvind AS, inngikk Source Galileo Norge og Odfjell Oceanwind en tids-avgrenset intensjonsavtale med Goliat-lisensen PL229, som består av Vår Energi og Equinor. Avtalen gir selskapene eksklusiv tidsbegrenset rett til å utvikle prosjektet med formål å koble anlegget til innretningen på Goliat (Goliat FPSO) og den eksisterende kabelen til Hyggevatn transformatorstasjon i Hammerfest. Avtalen ble i april 2024 overført til Goliatvind AS.

#### ***Odfjell Oceanwind***

Odfjell Oceanwind er tilknyttet Odfjell Drilling Ltd. og Odfjell Technology Ltd. og bygger videre på en sterk maritim tradisjon gjennom 50 års erfaring fra design, bygging og operasjon av flytende borerigger i værharde havmiljø. I parallell med utvikling av Deepsea-teknologiene for havvind har konsortiet modnet fram en rekke leverandører for realisering av prosjekter basert på denne teknologien. Odfjell Oceanwind har om lag 25 fast ansatte og har hovedkontor i Bergen.

**Source Galileo**

Source Galileo er en europeisk utvikler av storskala fornybare energiprojekter, i hovedsak i Norge, Irland og Storbritannia. Source Galileo Norge AS, etablert og eid av Source Galileo Ltd, opererer fra Haugesund, med full støtte fra kontorene i Dublin og London. Source Galileo har om lag 30 ansatte, hvor 13 av disse er fast ansatt i Norge.

**Kansai Electric Power Company**

Kansai Electric Power Company er et av Japans ledende energiselskap, med lang erfaring innen utvikling, drift og eierskap av energisystemer innen blant annet vannkraft, vindkraft, termisk kraft, kjernekraft, naturkraft og nettsystemer. I nyere tid har selskapet utvidet sine utenlandsinvesteringer for å utvikle flytende havvind i Europa. Kansai Electric Power Company har om lag 30 000 ansatte og har hovedkontor i Osaka.

**ENEOS Renewable Energy Corporation**

ENEOS Renewable Energy Corporation (ERE) er en av Japans ledende uavhengige kraftprodusenter, og fungerer som den fornybare delen av Japans største oljeraffineringselskap ENEOS Holdings. Selskapet spesialiserer seg på sol-, vind-, biomasse- og småskala vannkraftprosjekter. Per oktober 2024 driver ERE over 100 fornybare kraftverk med en kapasitet på omtrent 1 308 MW (inkludert de som er under bygging), samtidig som de arbeider med store havvindprosjekter. ERE ble grunnlagt i 2012, har hovedkontor i Tokyo, og er om lag 500 ansatte.

**1.3 Forhåndsmelding og utredningsprogram**

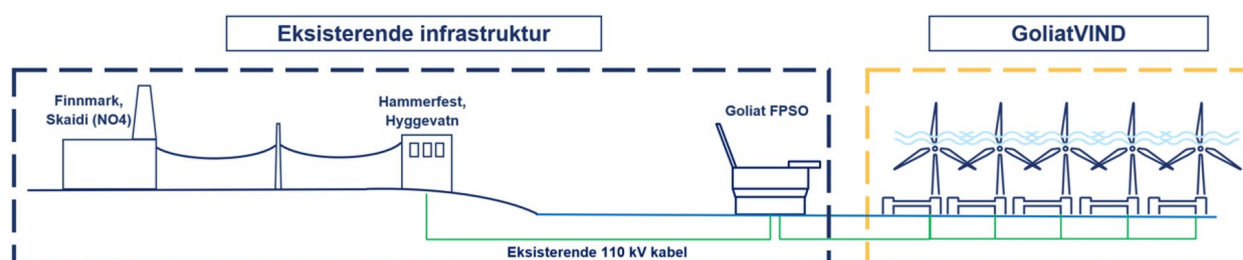
Forhåndsmelding med forslag til utredningsprogram<sup>/5/</sup> for prosjektet ble sendt til Olje- og energidepartementet (nå Energidepartementet) høsten 2023. Meldingen lå ute på høring i perioden 8.12.2023–31.1.2024. Utredningsprogram ble fastsatt av Energidepartementet 11.11.2024<sup>/6/</sup>, og denne utredningen er basert på det fastsatte utredningsprogrammet.

## 2 Tiltaket

### 2.1 Innledning

GoliatVIND er et demonstrasjonsanlegg for flytende havvindturbiner. Konseptet til GoliatVIND er å bruke allerede etablert infrastruktur til nettilknytning, slik at man unngår nye inngrep på land. Dette er skissert i figur 2-1, hvor blå ramme viser allerede etablert infrastruktur og gul ramme viser ny installasjon. Goliat FPSO er allerede forsynt med strøm fra en 110 kV-kabel fra Hyggevatn transformatorstasjon i Hammerfest, og denne kan også brukes til å frakte produsert strøm fra havvindanlegget til land. Kabelen har en estimert kapasitet på ca. 75 MW. Goliat FPSO sitt nettanlegg er koblet opp mot regionalnettet til Lucerna ved 132 kV samle-skinne i Hyggevatn transformatorstasjon.

Nøkkeldata for anlegget er vist i tabellen nedenfor. Videre avsnitt i dette kapittelet gir nærmere beskrivelse av havvindanlegget.



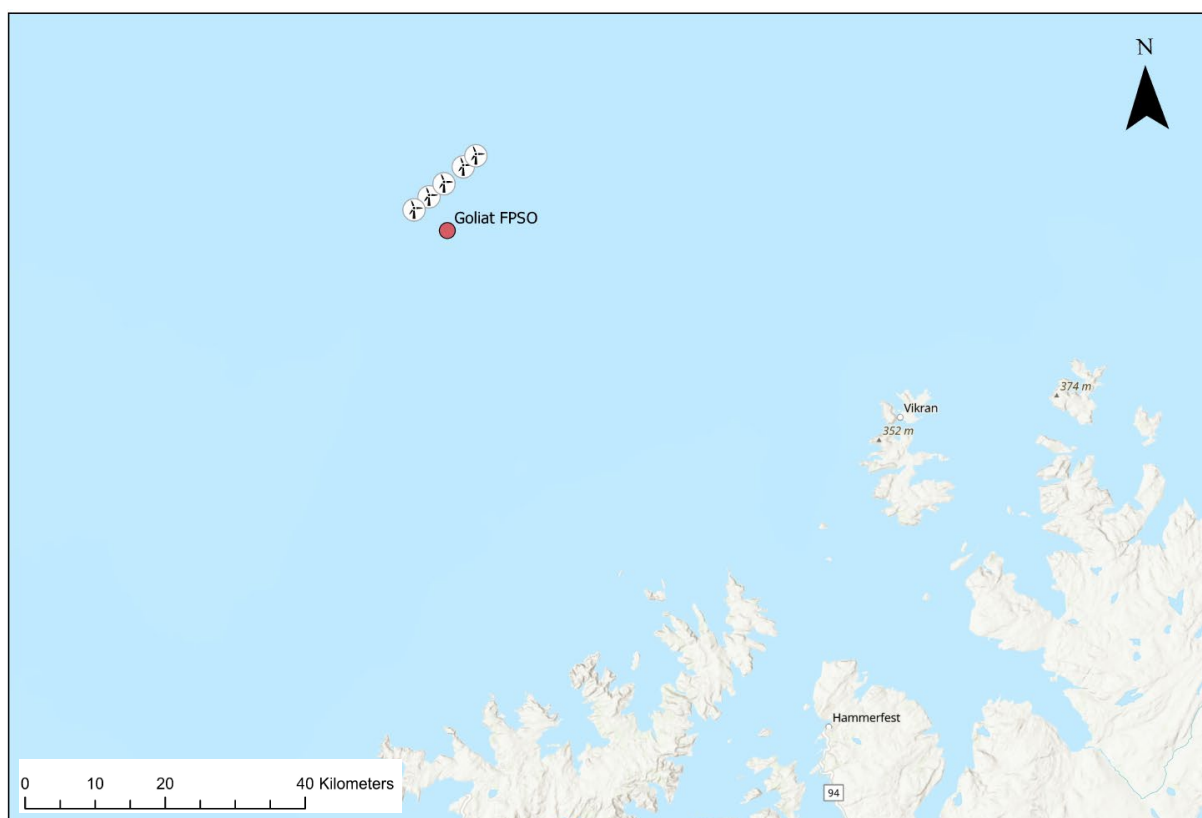
Figur 2-1. Skisse over planlagt tiltak. Blå ramme viser allerede etablert infrastruktur og gul ramme viser ny installasjon. I tillegg er det behov for en modifisering av anlegget på Goliat FPSO for å kunne ta imot ny kraft. Dette er kun en skisse, og er bare ment for å illustrere konseptet (figur utarbeidet av Goliatvind AS).

Tabell 2-1. Nøkkeltall for GoliatVIND.

| GoliatVIND – nøkkeltall                                                                                         |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Foreslått prosjektareal (dekker foreslått turbinplassering og installasjoner på havbunnen knyttet til tiltaket) | 57 km <sup>2</sup>                                          |
| Avstand til nærmeste kyst                                                                                       | 66 km (Sørøya)                                              |
| Avstand fra Hammerfest                                                                                          | 90 km                                                       |
| Avstand til Goliat FPSO                                                                                         | 5–11 km                                                     |
| Havdybde                                                                                                        | Ca. 300–400 m                                               |
| Gjennomsnittlige dybde                                                                                          | 355 m                                                       |
| Gjennomsnittlig vindhastighet ved hub-høyde                                                                     | 9,4 m/s (NORA3)                                             |
| Høyeste dimensjonerende signifikante bølgehøyde (50-års bølgehøyde)                                             | 15,5 m (NORA10)                                             |
| Vindturbintype                                                                                                  | 14–18 MW                                                    |
| Type flyter                                                                                                     | Halv nedsenket stålflyter (Odfjell Oceanwind Deepsea Star™) |
| Avstand mellom hver turbin                                                                                      | 2–4 km                                                      |
| Horisontal avstand mellom turbin og anker                                                                       | 1,7 km                                                      |
| Netto kapasitetsfaktor                                                                                          | 49                                                          |
| Total effekt                                                                                                    | Inntil 90 MW                                                |
| Forventet årlig energiproduksjon                                                                                | 320 GWh                                                     |

## 2.2 Beliggenhet og planområde

GoliatVIND er planlagt lokalisert ca. 90 kilometer nordvest for Hammerfest og 5–11 kilometer nordvest for Goliat FPSO. Området har et vanddyb på ca. 300–400 meter, med en gjennomsnittlig vanddybde på 355 meter. Kraftverket planlegges med fem flytende vindturbiner med ankersystem, internkabler og eksportsystem til Goliat FPSO. Figur 2-2 viser beliggenheten til demonstrasjonsanlegget og figur 2-3 viser nærmere planlagt plassering av turbiner og kabler. Anlegget er ikke endelig optimalisert, og det kan bli mindre endringer i plassering av turbiner, forankring, kabler og eksportsystem (transformator og kabel fra transformator til Goliat FPSO).



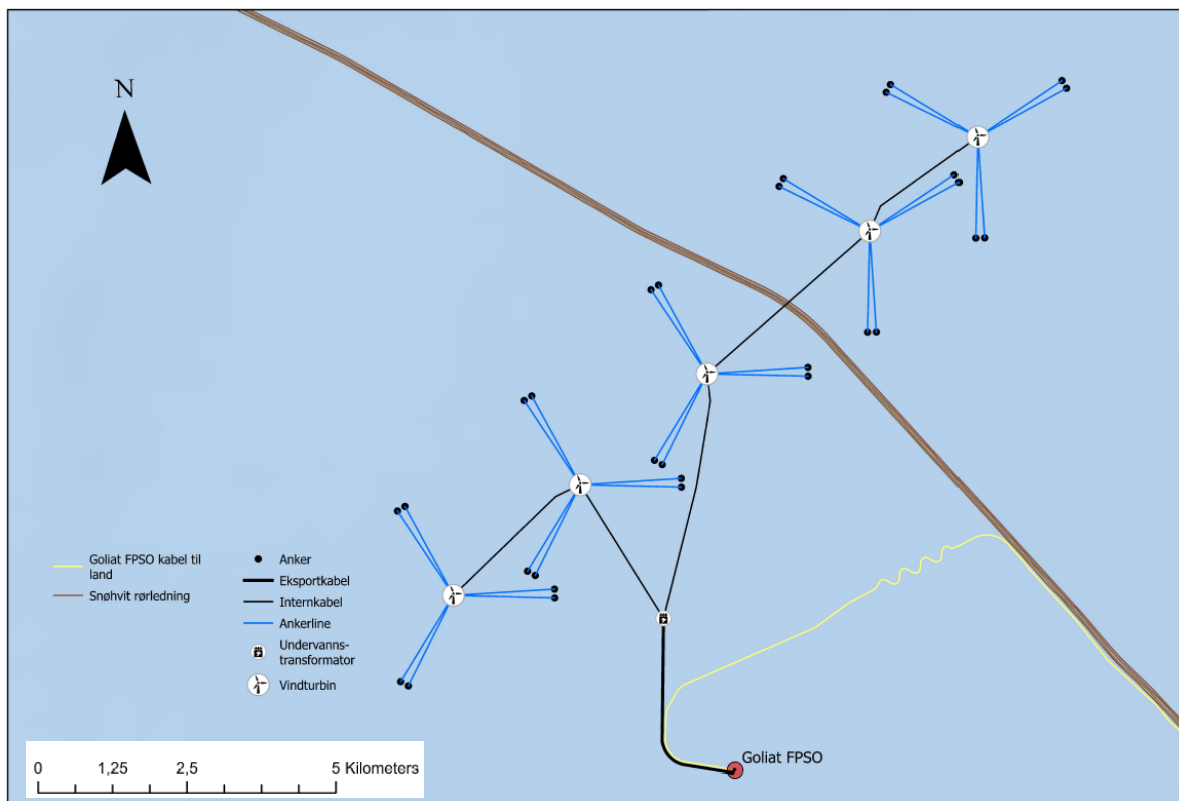
Figur 2-2. GoliatVIND er planlagt i nærheten av Goliat FPSO (figur utarbeidet av Goliatvind AS).

Et premiss for etablering av GoliatVIND er at anlegget ikke kommer i konflikt med nåværende og framtidige planer for olje- og gassvirksomhet. Anlegget er derfor lagt utenfor tildelte olje- og gasslisenser. I tillegg sørger dialog med lisenshavere gjennom operatør for Goliat FPSO, Vår Energi, at turbiner, kabler og forankring ikke er i konflikt med eksisterende og planlagt infrastruktur knyttet til Goliat. Kryssing av Snøhvit-rørledningen (markert med brun strek i figur 2-3) vil håndteres gjennom egen avtale før gjennomføringsfasen.

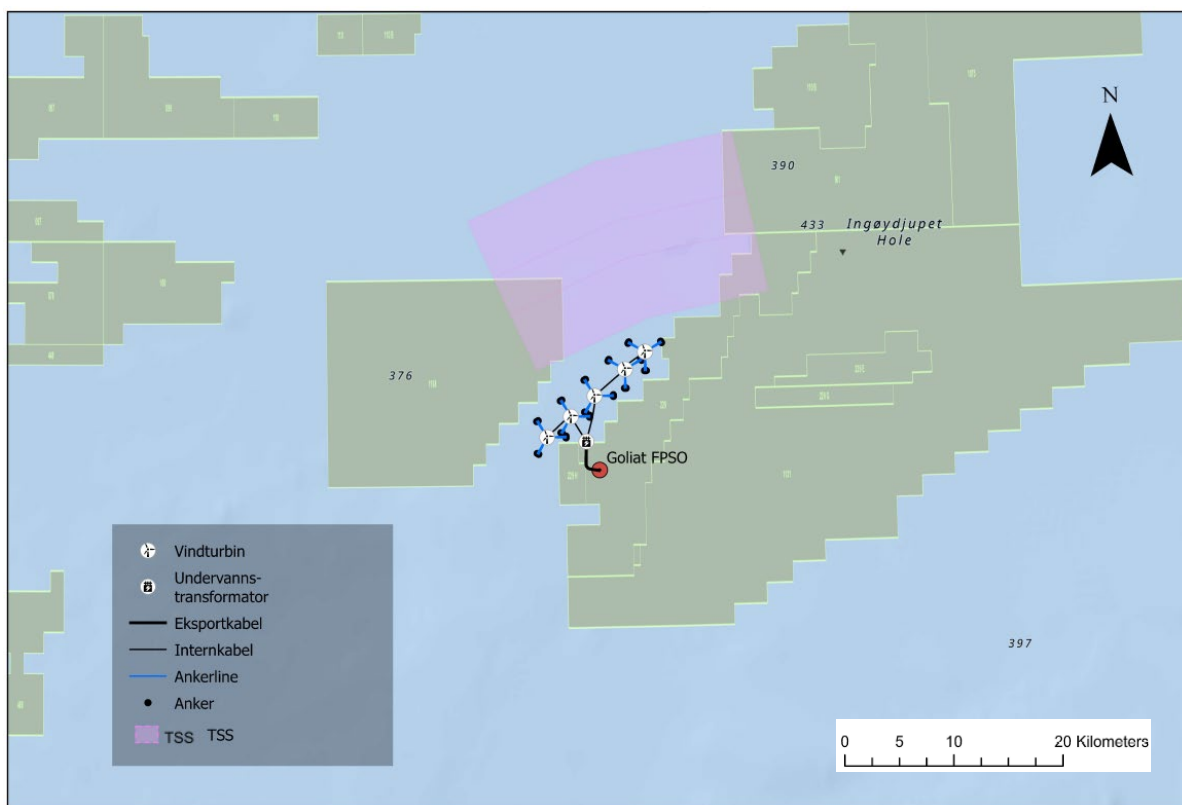
Tabell 2-2 gir en oversikt over lisensene, som også er illustrert i figur 2-4. Det er kun 229-lisensen som i dag er i produksjon i Goliat-feltet.

Tabell 2-2. Oversikt over nærliggende olje- og gasslisenser.

| Lisens | Eier                                              | Aktive felt        | Status       |
|--------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| 229    | Equinor Energy AS (35 %) og Vår Energi ASA (65 %) | Goliat             | I produksjon |
| 229 H  | Equinor Energy AS (35 %) og Vår Energi ASA (65 %) | N/A                | Initiell     |
| 1168   | Concedo AS (50 %) og Vår Energi ASA (50 %)        | N/A Blåmann (funn) | Initiell     |



Figur 2-3. Skisse av GoliatVIND. Avstand mellom turbinene er 2–4 km, og horisontal avstand mellom turbin og anker er ca. 1,7 km. Merk at endring i forankringssystem og plassering for internkabling og eksportsystem (transformator og kabel) kan forekomme etter optimalisering (figur utarbeidet av Goliatvind AS).



Figur 2-4. Olje- og gasslisenser nærliggende GoliatVIND er markert med brungrønn farge. Nærliggende trafikkseparasjonssystem (TSS) tilknyttet seilingsruter for skipstrafikk, ekskludert buffersone er vist med lilla skravering (figur utarbeidet av Goliatvind AS).

## 2.3 Turbinflyter og forankring

Flyterfundamentet som planlegges benyttet er Odfjell Oceanwinds Deepsea Star™, et halvt nedsenkbart stålfundament med turbin plassert i sentrum, se figur 2-5. Flyteren er designet som en trekant med lengde på omtrent 100 meter på hver av sidene. Hvert hjørne består av oppdriftssøyler som inkluderer ballast.

Hver turbin er planlagt med ca. 15 MW. Nøyaktig størrelse/installert effekt er det turbinleverandør som avgjør ut fra sitt design, det kan bli et sted mellom 14 og 18 MW. Det er mulig det legges opp til en noe større maksimalproduksjon enn landkabelens estimerte kapasitet på 75 MW. Dette er uproblematisk siden store deler av produsert kraft vil forbrukes på Goliat FPSO, og ikke sendes videre gjennom kabelen. For en ev. situasjon hvor Goliat FPSO ikke lenger er i drift, vil kabelens maksimale kapasitet beregnes og produksjonen tilpasses denne.

Rotordiameter blir mellom 220 og 260 meter. Høyden fra flyterfundamentet til navet i turbinen (senter i roteren) blir på mellom 135 og 170 meter.



Figur 2-5. Odfjell Oceanwinds Deepsea Star™ (figur utarbeidet av Odfjell Oceanwind).

Hvert fundament har seks ankre, hver med en ankerline med en horisontal lengde på 1 700 meter. Denne lengden er et foreløpig anslag som skal optimaliseres i detaljeringsfasen, hvor hensikten er å oppnå kortest mulig ankerliner samtidig som lengden er tilstrekkelig for å dempe dynamiske laster. Ankerliner består av:

- En øvre kjetting-del
- Fibertau
- En nedre kjetting-del

Seks ankre per turbin er valgt som et sikkerhetstiltak relatert til nærhet til eksisterende olje- og gassinfrastruktur.

To typer anker vurderes: sugeanker eller dragankre. For hver flytende enhet skal det gjennomføres en stedsspesifikk analyse for å avgjøre type og størrelse på anker. Flere parametere påvirker valget:

- Værdata for stedet, hvor krefter fra vind, bølger og strøm regnes inn.
- Vanndyp.
- Klaringer til andre flytende enheter og undervannsstruktur som rørledninger og kabler.
- Valg av utstyr, kjetting og fiber samt dimensjoner og lengder.
- Bunnforhold, som varierer i havområdet fra hard sand til myk leire.

Sugeankeret er i stål og blir trolig i størrelsesorden 6–8 meter i diameter med en vekt på om lag 100 tonn. Det festes om lag 15–20 meter ned i havbunnen med en høyde over havbunnen på 0,5–2 meter. Dragankeret er også i stål og blir trolig i størrelsesorden 6–8 meter med en vekt på om lag 35 tonn. Det festes ned i havbunnen i en dybde som varierer ut ifra bunnforhold.

Forankringsløsningene vil optimaliseres når prosjektet har tilegnet seg bedre batymetri og geotekniske data, samt innhentet informasjon om tilgjengelighet og pris fra markedet.

Ankrene vil designes og beregnes slik at kan tas opp fra havbunnen etter endt levetid for den flytende enheten.

Forankringssystemet benytter seg av prinsipper og komponenter som er i velkjent fra petroleums-aktivitet.

## 2.4 Internkabler og eksportsystem

Internkabler er undervannskabler for transport av strøm innad i kraftverket til et eksportsystem. De er planlagt med spenningsnivå på 66 kV. Prosjektet vurderer ulike løsninger på internkabling. Enten ved at turbinene knyttes til hverandre, eller direkte til eksportsystemet. Endelig løsning blir avgjort i konsesjonsfasen.

Kraftverket knyttes til Goliat FPSO ved hjelp av en eksportkabel. Eksportsystemet krever en transformering fra vindturbinspenningen på 66 kV til Goliat FPSOs eksportkabelspenning på 110 kV. Transformator vil plasseres enten på en av vindturbinene eller som en stasjon under vann.

## 2.5 Nettilknytning

Netteier i Hammerfest er nettselskapet Lucerna. Selv om GoliatVIND kobles til dagens nett via den eksisterende kabelen til land fra Goliat FPSO, er prosjektet avhengig av at det er kapasitet til den nye produksjonen i Lucerna sitt nett. Selve tilknytningspunktet vil bli i Hyggevatn transformatorstasjon. Lucerna har vurdert den ekstra produksjonen til å være driftsmessig forsvarlig i dagens nett. Tilsvarende har Statnett bekreftet at produksjonsøkningen GoliatVIND vil medføre er driftsmessig forsvarlig i transmisjonsnettet. Dette betyr at det ikke vil være nødvendig med større utbygging av infrastruktur på land for å knytte demonstrasjonsanlegget til nettet.

GoliatVIND mottok bekreftelse på reservert nettkapasitet hos Lucerna (og Statnett) 3.9.2024.

## 2.6 Byggefasen

### 2.6.1 Havneanlegg

I forbindelse med installasjonsarbeid og marine operasjoner vil det være nødvendig med et anlegg som kan legge til rette for lagring av komponenter, installasjon av tårn og turbin på flyterfundamentene, samt mobilisering og avlasting av fartøy for ulike operasjonsfaser. Dette krever et havneanlegg med tilstrekkelig lagringskapasitet og tilgjengelighet til kai, samt noe innendørs lagringsareal. Arealbehovet til dette er beregnet å være om lag 90 dekar, se tabell 2-3.

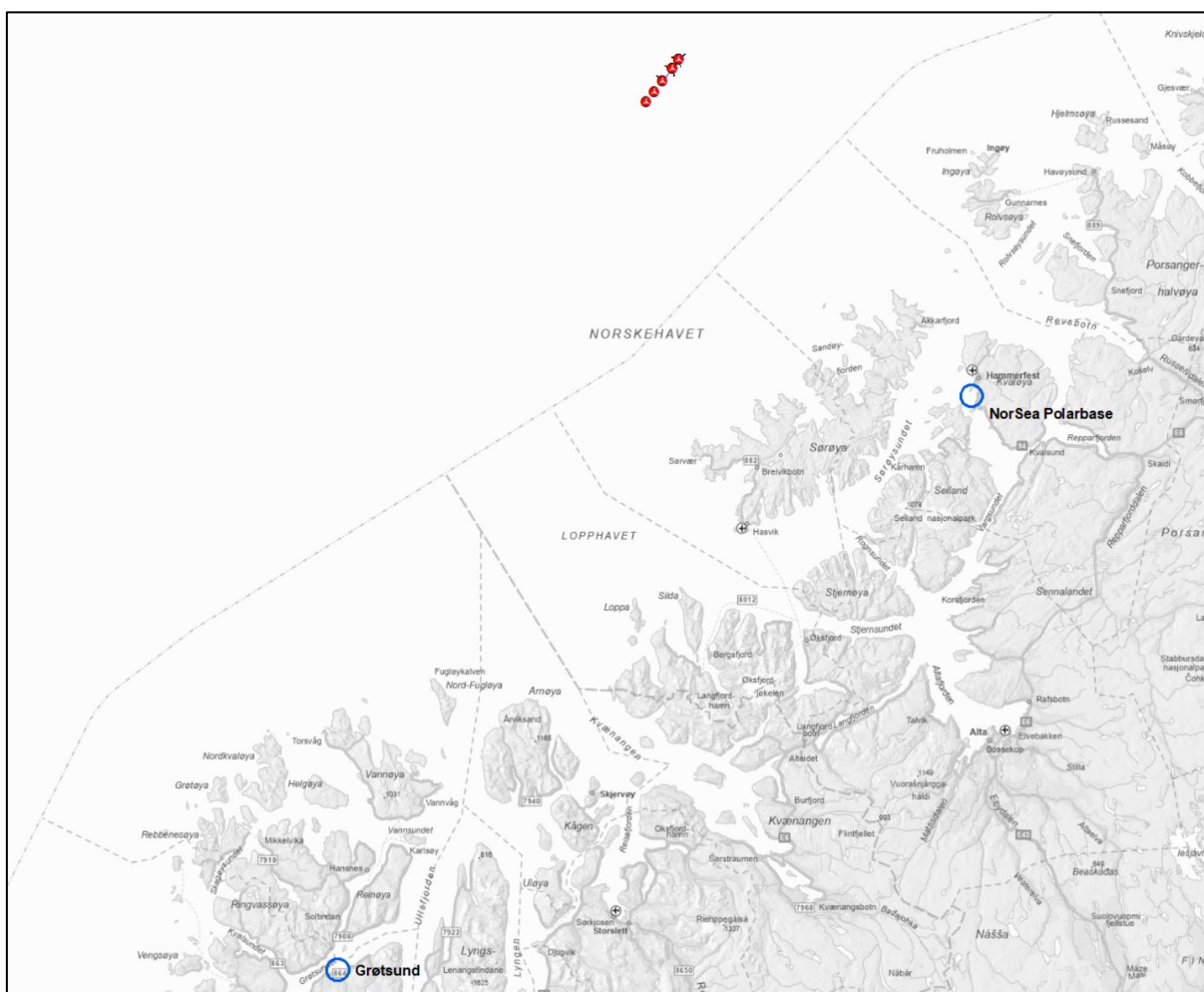
I tilstrekkelig nærhet til GoliatVIND-feltet er det identifisert to havneanlegg med tilgjengelig arealbehov, med noe behov for lokale tilpasninger. Det ene er NorSea Polarbase som ligger i Rypefjord, kun 4 kilometer utenfor Hammerfest. Det andre er Grøtsund Industrihavn som ligger 15 kilometer utenfor Tromsø (se figur 2-6). Det utelukkes ikke at det finnes andre aktuelle havner i nærheten, og endelig avgjørelse blir tatt i detaljeringsfasen av prosjektet.

Det kan også bli behov for midlertidig lagring av ferdigmonterte flytende havvindenheter i havnebassenget dersom værforhold eller andre faktorer hindrer direkte utsleping av enhetene. Dersom

dette blir nødvendig, og alle fem enheter må lagres samtidig, er det behov for et areal på ca. 3,2 km<sup>2</sup> i havnebassenget. Dette vil ytterligere beskrives i detaljeringsfasen av prosjektet, og nødvendige tillatelser for endring og bruk av areal i havnebasseng vil innhentes i god tid før byggefasen.

Tabell 2-3. Oversikt over anslått arealbruk i byggefasen.

| Anleggsdel                                                                                   | Midlertidig areal [dekar] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Montering av utstyr for turbininstallasjon, inkludert krankomponenter og spesielt løftutstyr | 12                        |
| Turbinkomponenter, inkludert tårnseksjoner, blader og nacelle/nav                            | 60                        |
| Kaiområde for opplasting av turbinkomponenter og kranoperasjoner                             | 6                         |
| Lagring av øvrige komponenter, samt lagerhus                                                 | 12                        |
| Totalt midlertidig arealbehov                                                                | 90                        |



Figur 2-6. Grøtsund og NorSea Polarbase er mulige havner for sammenstilling og installasjon av vindturbinene.

## 2.6.2 Installasjonsmetoder

Flyterfundamentene, turbintårn og turbin blir fraktet fra produksjonssted til sammenstillingshavn, og deretter satt sammen til én flytende enhet.

Flyterne er planlagt levert til installasjonshavn med sjøtransport, ved bruk av nedsenkbart tungtransportskip og fortøyes langs kaisiden ved installasjonshavn. Etter at flyteren er fortøyd klargjøres den for turbininstallasjon, inkludert ballastering og fortøyning av flyter. Løfteoperasjonen

av turbinen til flyterfundamentet er en omfattende operasjon som krever et nøye planlagt og koordinert samspill mellom flere leverandører. Operasjonen er planlagt utført med ringkran, men alternative metoder utredes også.

Når turbinkomponentene er installert, og mekanisk ferdigstilling er fullført, blir hele den flytende vindturbinenheten løsnet og slept ut til vindkraftområdet for forankring og igangkjøring.

### 2.6.3 Marine operasjoner

Det er planlagt å legge nødvendige kabler og forankringssystem i forkant av utsleping av vindturbinene. Installasjonsrekkefølgen er som følger:

- Installasjon av anker/fortøyningsliner
- Installasjon av elektriske eksport- og/eller mellomkabelsystemer, inkludert undervanns transformatorstasjon
- Trekking av kabel og tilkobling til Goliat FPSO
- Sleping av turbin til planlagt plassering i området
- Tilkobling av vindturbinen til fortøyningssystemet
- Trekking av elektriske kabler inn i vindturbinen
- Igangkjøring

Denne sekvensen repeteres for hver av de fem turbinene.

### 2.6.4 Tidsplan

GoliatVIND skal etter planen vil starte med konstruksjons- og installasjonsfasen når alle nødvendige tillatelser foreligger. Konstruksjonen av turbinene, flyterne, eksportsystem (kabler) og forankringssystem er beregnet å ta rundt 2,5 år inkludert transport. Deretter er planen å legge kabler og forankringssystem før vindturbinene fraktes ut og installeres. Hele byggefasen fra konstruksjon til prøvedrift er beregnet til to-tre år, og av disse er det aktiviteter til havs i underkant av ett år til sammen (fordelt over to sommersesonger 2028 og 2029). Tidsplan blir nærmere beskrevet og eventuelt justert i detaljeringsfasen av prosjektet.

## 2.7 Plan for drifts- og vedlikeholdsfasen

Drift- og vedlikeholdsfasen for GoliatVIND og tilhørende enheter skal sikre pålitelig kraftproduksjon og bevaring av enhetenes 25-års levetid, og mulig levetidsforlengelse.

### 2.7.1 Vurderte metoder for vedlikehold

Demonstrasjonsanlegget og tilhørende enheter skal overvåkes kontinuerlig slik at svakheter og feil på system og utstyr oppdages tidlig. Dette vil forebygge unødvendig produksjonsstopp ved å tillate tidlig planlegging og fortløpende optimalisering av vedlikeholdsaktiviteter. Et program for overvåking av forankringssystemet vil utvikles i tråd med DNVs standarder. Et tilsvarende program vil også bli utviklet for overvåking av kabler. I tillegg er kabler og forankring planlagt utstyrt med instrumentering for kontinuerlig overvåking.

#### **Vedlikeholdsaktiviteter**

Vedlikeholdsaktiviteter og intervall på disse vil baseres på blant annet vurderinger av DNV-standarder, anbefalinger fra leverandører, konsekvensklassifisering, kritikalitetsanalyser og FMECA (failure mode, effects and criticality analysis). Vedlikeholdsaktivitetene kan deles inn i tre hovedkategorier:

1. Regelmessig vedlikehold: Det planlegges en årlig vedlikeholdskampanje for demonstrasjonsanlegget. Da vil det utføres inspeksjon og vedlikehold på system og utstyr for turbin og flyter/skrog. Kampanjen vil søkes å legges til vår- og sommersesongen, for mest stabile værforhold og minst mulig tap av energiproduksjon.
2. Ikke-planlagt vedlikehold: Det er forventet to til fire ikke-planlagte besøk i året per enhet, der mannskap må ut til enhetene for å utføre service på system og utstyr som ikke kan rettes fra kontrollrom.
3. Tungt vedlikehold: Ved ev. svikt av hovedkomponenter vil det bli behov for tungt vedlikehold. Dersom reparasjon eller utskifting ikke er mulig offshore, må enhetene slepes til land for vedlikehold. Feil på hovedkomponentene er relativt sjeldne, men i et demonstrasjonsanlegg som GoliatVIND må det likevel forventes at slike hendelser kan oppstå.

### ***Inspeksjon og tilkomst***

Inspeksjon av flyteren vil følge et program med fokus på de elementene som forventes å være mest utsatt for slitasje, samtidig som øvrige komponenter også inspiseres. Deepsea Star™ er designet for å kunne gjøre inspeksjon av alle kritiske og høyt belastede strukturdetaljer fra innsiden med trygg tilkomst for personell.

Et program for overvåking av forankringssystemet blir utviklet i tråd med DNVs standarder. Et tilsvarende program blir også utviklet for overvåking av kabler. I tillegg blir kabler og forankring utstyrt med instrumentering for overvåking.

Det er sett på tre mulige tilkomster for personell til enhetene:

- Service Operation Vessels (SOV) og Walk2Work (W2W)-system, der flyteren blir utrustet med struktur for å kunne utnytte disse fartøyene og gangveisystemet de har for å frakte personell.
- Helikopter, der flyteren blir utrustet med helikopterdekk for å ta imot helikopter enten ved landing eller ved bruk av en heli-hoist operasjon, det vil si å vinsje ned personell.
- Crew Transfer Vessel (CTV)-tilgang der søylene på flyteren blir utrustet med boat-landing-plattformer og med stiger opp til hoveddekk.

For GoliatVIND er helikoptertilgang vurdert som en god tilleggsløsning til SOV for uplanlagte besøk da det vil bidra til høy oppetid av turbinene. Allerede eksisterende infrastruktur knyttet til olje- og gassvirksomheten i nærheten supplerer helikoptertilgangen. CTV er en mindre sannsynlig løsning på grunn av store operasjonelle begrensninger året rundt.

### **2.7.2 Havn**

Havn for drift- og vedlikeholdsfasen skal fungere som en base for all aktivitet knyttet til drift og vedlikehold. Dette inkluderer koordinering av operasjoner knyttet til drift og vedlikehold, lagring av utstyr og reservedeler, mobilisering av utstyr og personell og anlegg for utføring av tungt vedlikehold.

De samme havnene som er pekt ut som aktuelle for installasjonsfasen er også mulige havneanlegg som drift- og vedlikeholdsbaser. Det kan også finnes andre aktuelle havner i nærheten, og en avgjørelse på valg av havn blir tatt i en senere fase i prosjektet, nært idriftsettelsestidspunkt.

Uavhengig av valg av havneområde, vil det ikke være behov for etablering av nye havneområder på land for driftsfasen i prosjektet.

### 2.7.3 Fasiliteter

Det planlagt å etablere et administrerende operasjonssenter for styring av driften til vindkraftverket, samt et kontrollrom for overvåking fra land. En mulighet for kontrollrom er samlokalisering med Odfjell Oceanwind sine kontorer på Kokstad i Bergen.

Kontrollrommet skal arbeide med å optimalisere driften av anlegget, blant annet gjennom å måle og kontinuerlig forbedre vedlikehold og ressursutnyttelse, bruke tilstandsbasert, prediktivt og preskriptivt vedlikehold så langt det er praktisk mulig og til enhver tid evaluere og benytte best tilgjengelige teknologi. Overvåking av turbinene vil i tillegg bli utført fra turbinleverandørens egne kontrollrom. Det vil også være behov for en service-base for vedlikehold med kort utrykningstid. Dette vil legges på land, så nær anlegget som mulig.

## 2.8 Avvikling av anlegget

Demonstrasjonsanlegget har en planlagt levetid på 25 år, og innretninger i området vil bli fjernet i henhold til gjeldende regelverk. Alternativt kan det søkes om konsesjon for en ny periode, og videreføre bruk av eksisterende infrastruktur.

I god tid før utløpet av konsesjonen skal tiltakshaver legge fram en avviklingsplan for Energi-departementet. Avviklingsplanen definerer hva som skjer med kraftverket etter endt levetid. Planen innebærer en rekke steg og hensyn for effektiv og sikker fjerning av infrastruktur fra stedet. Alle komponenter skal demonteres og gjenvinnes så langt det er mulig. Alt av tiltak som kan gjøres for å redusere påvirkning på miljø og bedre tilstanden til området etter avvikling, skal vurderes og gjennomføres dersom de er hensiktsmessig.

For havvindkraftverk er fjerning uten spor oppnåelig i større grad enn for vindkraftanlegg på land. Alle anleggsdelene av kraftverket etableres på en måte som muliggjør fjerning etter endt levetid. Dersom fjerning av enkelte anleggsdeler innebærer større konsekvenser enn å la dem ligge, blir omfanget av fjerning vurdert i samråd med Energidepartementet og eventuelt andre relevante myndigheter. Dette kan for eksempel gjelde nedgravde kabler på havbunnen.

### 3 Metode

#### 3.1 Utredningskrav

##### 3.1.1 Forurensning, avfall og vannmiljø

Utredningsprogrammet stiller følgende krav for tema forurensning, avfall og vannmiljø <sup>/6/</sup>:

*Det skal gjennomføres en modellering av undervannsstøy med tanke på å vurdere påvirkning på det generelle lydbildet i havområdet.*

*Det skal beskrives hvordan tiltaket kan påvirke vannmiljøet i området. Mulige kilder til forurensning fra tiltaket skal beskrives, og risiko for forurensning og spredning av miljøskadelige stoffer, inklusiv mikroplast, skal vurderes.*

*Energianleggets påvirkning på de fysiske bunnforholdene og marine prosesser, herunder endrede strømningsforhold og erosjon og sedimentasjon, skal utredes.*

*For transformatorstasjoner og oljefylte komponenter i vindturbinene skal mengden olje angis.*

*Det skal gis et overslag av type og mengde avfall, reststoff, utslipp og forurensning som vil bli produsert i bygge- og driftsfasen. I tillegg skal forventede utslipp fra slitasje av vindturbinbladene, og vurdere mulige virkninger av dette beskrives.*

*Basert på informasjon om potensielle forurensningskilder, skal tiltakshaver vurdere potensialet for akkumulering av giftstoffer i fisk og bunndyr fra området rundt havvindanlegget.*

Undervannsstøy er vurdert i en egen rapport <sup>/34/</sup>. Der beskrives generering og forplantning av undervannsstøy fra de ulike fasene: anleggsfase, driftsfase og dekommisjonering basert på beregninger, antakelser fra litteratur og erfaringer rundt denne typen aktiviteter.

##### 3.1.2 Naturmangfold

Utredningsprogrammet stiller følgende krav under tema naturmangfold <sup>/6/</sup>:

*Konsekvensene skal utredes for naturmangfold jf. havenergilovforskriften, og legge naturmangfoldlovens §§ 8-10 premisser til grunn.*

*Det skal vektlegges å vurdere virkninger for truede og nær truede arter og naturtyper på den norske rødlista, OSPARs liste over truede og/eller minkende arter og habitater, foreslåtte forvaltningsrelevante marine naturtyper, ansvarsarter for Norge, prioriterte arter samt økologisk og kommersielt viktige arter som kan forventes å være sårbare for havvind. Hvilke arter og naturtyper som inkluderes i vurderingen skal tydelig fremgå av rapporten og begrunnes. Der relevant bør arter vurderes på lokalt, regionalt og nasjonalt nivå.*

*Når virkninger vurderes bør det tas hensyn til virkningenes sannsynlighet, varighet, hyppighet og reversibilitet. Potensielle sårbare tidsperioder må identifiseres, og der hvor utbredelse av ulike arter kun er til stede i deler av året, bør dette tydelig fremkomme.*

*Utredningen skal inneholde kart som viser verneområder, naturtyper, arters funksjonsområder/ landskapsøkologiske funksjonsområder, OSPAR-habitater, artsforekomster og geologisk mangfold. Tiltaket skal være inntegnet i kartene.*

*Det skal også utarbeides verdikart for områder/forekomster som skal verdisettes.*

*Utredningen skal inneholde tabeller med oversikt over hvilke verdier som kan bli berørt av tiltaket. Antall kjente lokaliteter for hver enkelt kategori (f.eks. naturtype/art) skal oppgis.*

*Utredningen av naturmangfold skal minst inneholde en vurdering av følgende temaer, listen er ikke uttømmende:*

#### *4.1.1. Fugl*

*Det skal utarbeides en oversikt over fugl som kan bli berørt av tiltaket. Det skal vurderes hvordan tiltaket kan påvirke kritisk truede, sterkt truede og sårbare arter*

*Vurderingene skal ta utgangspunkt i eksisterende dokumentasjon (SEAPO, SEATRACK, etc.) samt kontakt med nasjonale og regionale myndigheter og organisasjoner/ressurspersoner, samt egne undersøkelser.*

#### *4.1.2. Flaggermus*

*Virkningen av tiltaket på flaggermus skal utredes.*

#### *4.1.3. Fisk*

*Det skal utarbeides en oversikt over fisk som kan bli vesentlig berørt av tiltaket.*

*Det skal vurderes hvordan tiltaket kan påvirke de ulike fiskeartenes områdebruk, slik som gyting og gytevandring, larvedrift, oppvekst- og leveområder, samt områder som benyttes for næringssøk.*

#### *4.1.4. Sjøpattedyr*

*Det skal utarbeides en oversikt over sjøpattedyr som kan bli vesentlig berørt av tiltaket.*

*Det skal vurderes hvordan tiltakets ulike faser, henholdsvis planlegging, utbygging, drift og avvikling, vil kunne påvirke de aktuelle artene av sjøpattedyr.*

#### *4.1.5. Naturtyper og bunnsamfunn*

*Det skal utarbeides en oversikt over naturtyper og bunnsamfunn som kan bli vesentlig berørt av tiltaket, herunder; korallforekomster, svampforekomster, sjøfjærforekomster, og eventuelle andre bunnsamfunn.*

*Det skal utredes hvordan tiltaket kan påvirke aktuelle naturtyper og bunnsamfunn, inkludert; svampspikelbunn og koraller.*

*Virkninger av tiltaket på marine verneområder eller særlig sårbare og verdifulle områder skal vurderes. Som en del av utredningen skal tiltakshaver gjennomføre visuell kartlegging av prosjektområdet. Kartleggingen skal gi nødvendig kunnskap om eventuelle forekomster av svampesamfunn, koraller eller andre naturverdier i området.*

#### *4.1.6. Virvelløse dyr*

*Det skal utredes hvordan tiltaket kan påvirke eventuelle bunndyr, eller lignende som ikke fanges opp av punkt 4.1.5 Naturtyper og bunnsamfunn.*

#### *4.1.7. Fremmede arter*

*Det skal beskrives eventuelle forekomster av og vurdere risiko for spredning av fremmede arter som kan medføre risiko for stedegent naturmangfold i strid med forskrift om fremmede organismer.*

#### *4.1.8. Samlet belastning - naturmangfoldloven § 10*

*Samlet belastning skal inngå i vurderingen av konsekvens. Samlet belastning skal ta*

*utgangspunkt i virkningen av energianlegget samt andre eksisterende og vedtatte planer/tiltak som påvirker influensområdet. I tillegg skal andre faktorer som kan påvirke naturmangfoldet i influensområdet, herunder klimaendringer, inkluderes. Det skal fokuseres på arter, habitater og naturtyper som nevnt over og som kan bli negativt påvirket av tiltaket. Det kan også være aktuelt å vurdere samlet belastning for øvrige naturmangfold som blir påvirket, som f.eks. nøkkelarter*

Fugl er også et utredningstema under naturmangfold. Dette er utredet i en egen rapport utarbeidet av NINA<sup>/72/</sup>, og omtales ikke nærmere her.

### 3.2 Veileder M-1941 og tilpasninger

Utredningsmetoden følger tema Naturmangfold i Miljødirektoratets veileder M-1941, sist oppdatert i september 2023<sup>/7/</sup>. Veilederen er utarbeidet for å kunne gjøre vurdering av tiltak på land, i ferskvann og i kystnære marine områder. Metodikk for vurdering av tiltak langt til havs er ikke beskrevet. Veilederen er utarbeidet med basis i forskrift om konsekvensutredninger, mens en konsekvensutredning for havvind gjøres etter havenergilovforskrifta. Hovedtrekkene i metoden til M-1941 følges likevel, da dette er en kjent metode med innarbeidede begreper. Det har imidlertid vært nødvendig å gjøre tilpasninger av kriterier for vurdering av verdi og påvirkning.

For utførlige beskrivelse av prinsipper og metodikk vises det ellers til håndboka, her beskrives kun hovedtrekkene. Utredningsmetoden for hvert tema består av følgende trinn.

#### 1. Kartlegging av området. Inndeling av delområder og verdisetting.

Verdi etter M-1941 settes etter følgende skala:



Det finnes i liten grad etablerte kriterier for verdisetting av naturverdier som er relevante for tiltak offshore. Vi vurderer naturmangfoldet med utgangspunkt i verditabellene i veiledning M-1941 for naturmangfold og for vannmiljø, med tilpasninger av kriterier til relevant delområde. Tilpasningene beskrives i teksten.

#### 2. Påvirkning av tiltaket vurderes for hvert enkelt delområde etter følgende skala:

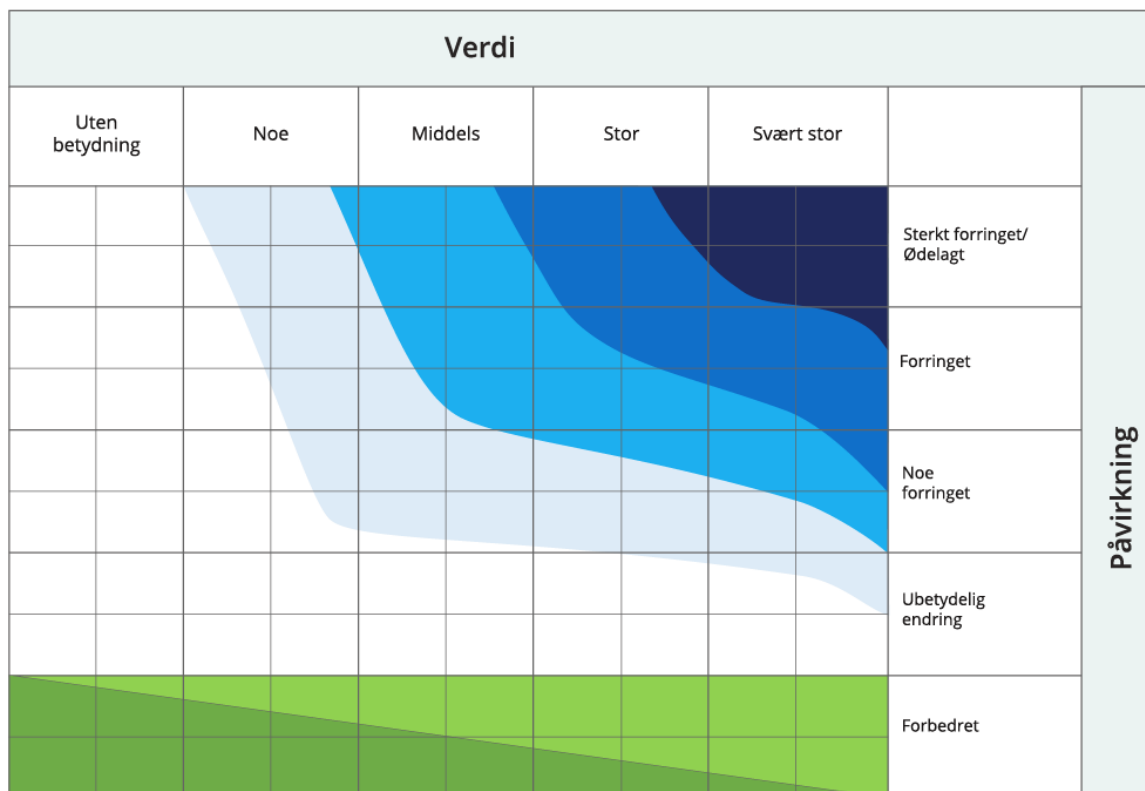


Tabellene for vurdering av påvirkning på naturmangfold og på vannmiljø benyttes med visse tilpasninger. Vi baserer metodikken på utredninger utført av Akvaplan-niva i forbindelse med petroleumsvirksomhet<sup>/8/</sup>, med tilpasninger for å inkludere verdibegrepet i konsekvensvurderingen. Vi har benyttet et poenggivningssystem med kombinasjon av varighet (T), geografiske utstrekning (G) og påvirkningsgrad (P) for å komme frem til det vi definerer som påvirkningskategori.

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Varighet - tidsmessig utstrekning (T)    | <p><b>1 Umiddelbar:</b> Påvirkningen opphører når operasjonen avsluttes, for eksempel når et utslipp opphører eller en lydkilde slås av.</p> <p><b>2 Kortvarig:</b> Påvirkningen kan registreres i form av for eksempel overkonsentrasjoner i vannmassen, økt turbiditet eller bølgesetting i inntil en måned etter avsluttet aktivitet.</p> <p><b>3 Midlertidig:</b> Påvirkning kan registreres gjennom hele driftsfasen, men vil forsvinne når anlegget er ute av drift, for eksempel effekter som følger av rotorbevegelser eller forankring i sjøbunn.</p> <p><b>4 Varig:</b> Påvirkning er permanent, for eksempel arealbeslag forårsaket av infrastruktur som ikke skal fjernes.</p> |
| Geografisk utstrekning av påvirkning (G) | <p><b>1 Nærområde:</b> Områder direkte berørt av tiltaket, for eksempel området der anker, kabel eller transformatorstasjon skal plasseres.</p> <p><b>2 Lokal:</b> Påvirkning innen plan- og influensområdet</p> <p><b>3 Regional:</b> Påvirkning vil kunne påvises innenfor hele det sørlige Barentshavet</p> <p><b>4 Nasjonalt eller mer:</b> Påvirkning kan registreres utenfor Barentshavet.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Påvirkningsgrad (P)                      | <p><b>1 Mindre:</b> Ikke målbar etter fjerning av påvirkningsfaktor. Umiddelbar restitusjon.</p> <p><b>2 Moderat:</b> Suksesjon tilbake mot utgangstilstand begynner umiddelbart eller innen kort tid etter opphør av påvirkning. Restitusjon i løpet av et år eller en generasjon.</p> <p><b>3 Betydelig:</b> Tydelige, målbare forandringer i en miljøvariabel (f.eks. en bestand eller en vandringsrute), suksesjon tilbake mot utgangstilstand er sannsynlig, restitusjon i løpet av 5–10 år.</p> <p><b>4 Kraftig:</b> Suksesjon mot ny likevektstilstand som reflekterer varig endrede miljøforhold. Restitusjonstid minst 10 år, muligens aldri.</p>                                 |

| Påvirkningskategori       | Beskrivelse                                                                                                                                                       | Poeng T+G+P |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Ubetydelig endring        | Antas ikke å ha noen påvirkning på marine naturverdier                                                                                                            | 3-5         |
| Noe forringet             | Antas å kunne ha forbigående påvirkning eller påvirkning i et lite område, med liten effekt på forekomster av arter, funksjonsområder eller økosystemprosesser.   | 6-8         |
| Forringet                 | Det kan oppstå midlertidige og/eller lokale endringer i økosystemprosesser, tap av arter eller funksjonsområder.                                                  | 9-10        |
| Sterkt forringet/ ødelagt | Det vil mest sannsynlig oppstå varige endringer i et større område, varig eller permanent endring av økosystemprosesser og tap av arter og/eller funksjonsområder | 11-12       |

3. Konsekvensgrad for hvert enkelt delområde framkommer ved å sammenstille verdi med tiltakets påvirkningskategori i konsekvensvifta (figur 3-1). Skalaen går fra stor positiv konsekvens (fire pluss) til svært alvorlig konsekvens (fire minus).



Figur 3-1. Konsekvens er en funksjon av verdi og påvirkning (figur hentet fra M-1941).

Tabell 3-1. Forklaring på fargene i konsekvensvifta.

| Skala                              | Symbol     | Forklaring                                                                                                                       |
|------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Svært alvorlig konsekvens          | ----       | Den mest alvorlige konsekvensgraden som kan oppnås for delområdet.<br>Brukes kun for delområder med stor eller svært stor verdi. |
| Alvorlig konsekvens                | ---        | Alvorlig konsekvensgrad for delområdet.                                                                                          |
| Betydelig konsekvens               | --         | Betydelig konsekvensgrad for delområdet.                                                                                         |
| Noe konsekvens                     | -          | Noe konsekvensgrad for delområdet.                                                                                               |
| Ubetydelig konsekvens              | 0          | Ingen eller ubetydelig konsekvensgrad for delområdet.                                                                            |
| Noe/betydelig positiv konsekvens   | + / ++     | Forbedring (+) eller betydelig forbedring (++).                                                                                  |
| Stor/svært stor positiv konsekvens | +++ / ++++ | Stor forbedring (+++) eller svært stor forbedring (++++)                                                                         |

- Samlet konsekvens for temaet vurderes så basert på konsekvensgrad for hvert enkelt delområde. Dette gjøres også etter en åttedelt skala fra stor positiv konsekvens til kritisk negativ konsekvens, se tabellen nedenfor.

Tabell 3-2. Konsekvensskalaen.

| Konsekvensgrad                |
|-------------------------------|
| Kritisk negativ konsekvens    |
| Svært stor negativ konsekvens |
| Stor negativ konsekvens       |
| Betydelig negativ konsekvens  |
| Noe negativ konsekvens        |
| Ubetydelig konsekvens         |
| Positiv konsekvens            |
| Stor positiv konsekvens       |

### 3.3 Innhenting av kunnskap

Arbeidet er basert på offentlig tilgjengelig informasjon i rapporter og databaser, samt Akvaplan-nivas rapport fra kartlegging av bunnhabitat i planområdet<sup>12/</sup>.

Marint liv kan bli påvirket av støy fra vindkraftanlegg. Støy er behandlet og rapportert i en egen rapport<sup>34/</sup>, og resultatene derfra er inkludert i konsekvensutredningen for marint naturmangfold.

Utredning av temaet marint naturmangfold er ledet av marinbiolog Guri Sogn Andersen. Hun har 15 års erfaring med forskning og utredningsarbeid. Hanna Stene Ness og Thea-Elise Ødegaard har bidratt med betydelig innhenting av informasjon og data, produsert kartunderlag og sammenstilling av kunnskapsgrunnlag.

Forurensning er utredet av miljørådgiver Silje Røysland. Hun har 18 års erfaring knyttet til forurensning og vannmiljø, og har i de 10 siste årene arbeidet med konsekvensutredninger.

### 3.4 Nullalternativet

I en konsekvensutredning vurderes konsekvenser av tiltaket opp mot et nullalternativ, som innebærer at tiltaket ikke gjennomføres. Nullalternativet er ikke nødvendigvis tilsvarende dagens tilstand. Det vil være sannsynlig med en utvikling i området selv om det behandlede tiltaket ikke gjennomføres. Vi er ikke kjent med andre planer for utbygging eller utnytting i området, men det er sannsynlig at det over tid vil bli mer utvinning av olje/gass i området. Klimaendringer vil gi endringer i havområdene langs Norges kyst uavhengig av utbygging.

### 3.5 Influensområde

Vi benytter kunnskap fra et stedsrelevant studium utført av Cochrane med flere<sup>9/</sup>, der havbunn i et nærliggende område ble fulgt opp med undersøkelser i gitte tidsintervall etter borekampanjer, for å se på bunnsamfunnenes evne til reetablering og restitusjon. Et influensområde med buffer på rundt 150-200 meter fra fotavtrykket for inngrep på havbunnen kan forsvares med bakgrunn i dette studiet (inkludert referanser) når det gjelder bunndyrsamfunnene i planområdet.

For effekter på marint naturmangfold i de frie vannmasser er influensområdet vanskeligere å definere fordi vannmassene flytter seg. I tillegg kan påvirkning via effekter på lokale atmosfæriske og oseanografiske forhold oppstå et stykke unna selve tiltaket, og vurderingene av påvirkning gjøres derfor mindre stedspesifikk og med større usikkerhet.

For forurensning vil influensområdet avhenge av spredning av forurensning via vind og Golf-strømmen og potensielt være hele nordområdene. Som en del av konsekvensutredninger som ble gjennomført i forbindelse med byggingen av Goliatfeltet ble influensområdet satt fra oljefeltet til de ytterste kystkommunene i Vest-Finnmark. Mengde olje som potensielt kan slippes ut fra havvind-anleggene er betydelig mindre og vil antakelig spres over et mye mindre område, men som et føre-var prinsipp settes influensområdet for vannmiljø og forurensning og likt som i vurderingene som ble gjort for Goliatfeltet<sup>/10/,/11/</sup>.

### 3.6 Datagrunnlag

Vurderingene i rapporten er basert på foreliggende informasjon fra vitenskapelige arbeider og oppsummeringer, tidligere konsekvensutredninger, rapporter og undersøkelser fra relevante områder og prosjekter. Grunnlagsdata knyttet til olje, produsert avfall og forurensende stoffer er innhentet fra tiltakshaver Goliatvind AS.

Akvaplan-nivas kartlegging av bunnhabitat ved planområdet for GoliatVIND-området er inkludert i vurderingen. Selve feltkartleggingen ble gjennomført av DeepOcean med bruk av undervannsdrone (Schilling HD60). Kartleggingen i felt ble gjennomført mellom 22. og 23. juni 2024. Det ble filmet i to transekter i SW-NØ retning, i området som hovedsakelig vil bli direkte påvirket ved forankring av vindturbinene. Akvaplan-niva har på grunnlag av videoene fra dronetranssekter og DeepOceans feltrapport (Ref. PRJ002017-SUR-COR-0001) utarbeidet en rapport som beskriver bunnsubstrat og bunndyrsamfunn, hovedsakelig svamp- og sjøfjærsamfunn og gravende megafauna<sup>/12/</sup>.

I tillegg er det hentet informasjon fra følgende databaser for marint naturmangfold:

- Fiskeridirektoratet/Yggdrasil
- Havforskningsinstituttet (GeoServer)
- Mareano
- Geonorge
- Artsdatabankens artskart
- Havforskningsinstituttets database: Marine Citizen Science – Dugnad for havet

Data fra eksterne kilder er analysert og visualisert ved bruk av ArcGIS.

## 4 Forurensning og vannmiljø – dagens situasjon

### 4.1 Grunnforhold og strømforhold

NGU har kartlagt sedimentkornstørrelse på havbunnen i området, og bunntypene i planområdet består i hovedsak av en kombinasjon av slam, sand og grus<sup>/14/</sup>.

Akvaplan-niva beskriver havbunnen i planområdet som hovedsakelig leire/mudderbunn, med mindre områder bestående av sand og grus<sup>/12/</sup>. Det var stedvis spredte enkeltforekomster av større steiner, som så ut til å danne refugier for fisk og andre hardbunnsassosierte organismer. Akvaplan-nivas kartlegging av bunnforholdene samsvarer med tidligere beskrivelse av området, som et relativt ensformig område tilsvarende havbunnen ved Goliatfeltet<sup>/10/,/11/,/13/</sup>.

Det ble observert større og mindre forstyrrelser i bunnsedimentene i planområdet, og rapporten konkluderer med at området er relativt jevnt fysisk forstyrret av menneskelig aktivitet.

Havstrømmene i området forventes å følge Golfstrømmen videre mot nordvest.

### 4.2 Forurensningssituasjonen

Det er ikke gjennomført undersøkelser av forurensningstilstanden på sjøbunnen i selve planområdet, men det finnes data fra områder i nærheten, som mest sannsynlig er representative for forurensningssituasjonen også i planområdet. Miljøovervåking av Goliatfeltet har vist forhøyede nivåer av totale hydrokarboner (THC) utenfor anleggene, med konsentrasjoner i sedimentene som varierer mellom 4,3 mg/kg til 256 mg/kg<sup>/14/</sup>. Overvåkingen i 2019 viste en nedadgående trend sammenlignet med tidligere år, og de forhøyede konsentrasjonene var antatt å skyldes tidligere års uhellsutslipp av mineralolje og borekaks<sup>/15/</sup>. Det ble ikke påvist forhøyede stoffkonsentrasjoner av tungmetaller eller polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-forbindelser).

Det er ikke gjennomført studier av mikroplast rundt Goliatfeltet, men undersøkelser lenger nord har vist høye mikroplastnivåer (100–300 partikler per kg sediment)<sup>/16/</sup>, og det er sannsynlig at undersøkelser ved Goliatfeltet ville ha vist tilsvarende mengder.

Det foreligger ikke klassegrenser for innhold av mikroplast eller olje i sediment, og forhøyet innhold av disse gir derfor ikke direkte utslag på sedimenters tilstandsklassifisering.

## 5 Marint naturmangfold – dagens situasjon

### 5.1 Innledning

I helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene behandles Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten under ett (Meld. St. 21, 2023–2024). Dette gjøres fordi de fysiske og biologiske systemene i disse havområdene er tett bundet sammen. Det nordøstlige Norskehavet (utenfor Lofoten) og det sørvestlige Barentshavet er høyproduktive områder der det skapes livsgrunnlag for en rekke marine arter. I denne konsekvensutredningen behandler vi vært tema som ett delområde.

### 5.2 Marine verneområder

Det planlagte vindkraftverket ligger ikke i eller i direkte nærhet til marine verneområder.

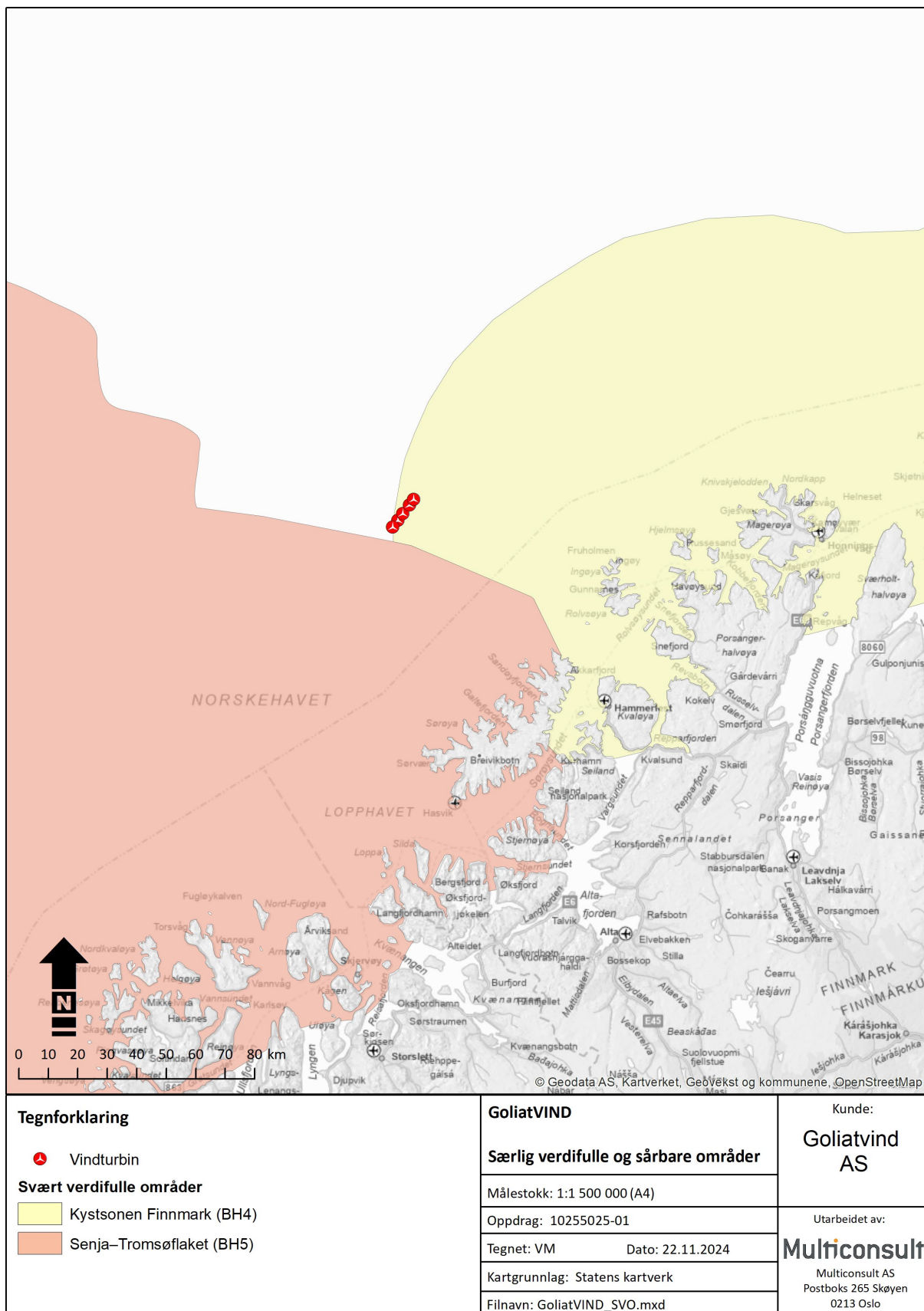
### 5.3 Særlig verdifulle og sårbare områder

Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) er identifisert gjennom forvaltningsplaner for havområdene. Norske forvaltningsplaner er separate stortingsmeldinger for Barentshavet–Lofoten, Norskehavet og Nordsjøen/Skagerrak.

Innenfor havområdene er det enkelte delområder som utpeker seg som særlig verdifulle og sårbare i miljø- og ressursammenheng. Dette er områder som ut fra naturfaglige vurderinger har vesentlig betydning for det biologiske mangfoldet og den biologiske produksjonen, og der mulige skadevirkninger kan få langvarige eller irreversible konsekvenser. Områdene er identifisert ut fra bestemte kriterier, der områdets viktighet for mangfold og produktivitet er de viktigste, og kriterier som unikhhet, uberørthet, representativitet og vitenskapelig og pedagogisk verdi er utfyllende kriterier. Forvaltningen skal ta særlig hensyn til behovet for beskyttelse av sårbare naturtyper og arter i SVO-er.

GoliatVIND-området ligger i ytterkant innenfor SVO Kystsonen Finnmark (BH4) (figur 5-1). Området er en del av forvaltningsplanområdet Barentshavet–Lofoten som ble vedtatt i 2024. I dette området følger kyststrømmen skråningen utenfor kysten av Finnmark, og transporterer plankton og fiskeegg og -larver østover og mot Barentshavet. Området er et av de viktigste hekkeområdene for sjøfugl på fastlandet, og beiting og overvintringsområder strekker seg langt ut fra kysten. Området er hovegyteområde for lodde, og det finnes viktige yngleplasser for havvert. I grunne områder nær kysten finnes det kaldevannskoraller.

GoliatVIND området ligger også på grensen til SVO Senja–Tromsøflaket (BH5), som også er en del av forvaltningsplanområdet for Barentshavet–Lofoten. I dette området sprer kyststrømmen fra sør seg i to grener rundt Tromsøflaket, som medfører forlenget oppholdstid for vannmassene og opphoping av planktoniske organismer. Det er rike bunnsamfunn i området, viktige gytefelt for fisk og beiteområder for sjøfugl inn mot kysten. Området er et særlig viktig transport- og gjennomstrømningsområde for plankton og fiskeegg og -larver på vei videre østover og nordover i Barentshavet.



Figur 5-1. verdifulle og sårbare områder iht. forvaltningsplanområdet Barentshavet-Lofoten. Kartgrunnlag for SVO er hentet fra Miljødirektoratet.

## 5.4 Plankton

Utredningsområdet har gode næringssaltforhold i vinterperioden, noe som sikrer en høy primærproduksjon og planteplanktonbiomasse, spesielt om våren. God produksjon av planteplankton gir gode beiteforhold for dyreplankton. Store konsentrasjoner av fettrikt dyreplankton er et generelt trekk ved havområdet, dels fordi den høye primærproduksjonen legger til rette for god vekst, og dels fordi tilsiget av dyreplankton fra Norskehavet med Atlanterhavsstrømmen, og sannsynligvis også kyststrømmen og via Polhavet over kontinentalskråningen nord for Svalbard, er stort. Den høye produksjonen i de nederste leddene av næringskjeden skaper næringsgrunnlag også for et rikt mangfold av større arter innenfor gruppene fisk, sjøfugl og sjøpattedyr<sup>/10/,/21/,/24/</sup>.

Planktonsamfunnene er selve premisset for et rikt dyreliv i de frie vannmassene, særlig langt til havs. Derfor vurderer vi dette delområdet etter kriterier hentet fra kategorien «Naturtyper kartlagt etter Miljødirektoratets instruks» i M-1941. Planktonsamfunnet i plan- og influensområdet har en sentral økosystemfunksjon med antatt moderat til høy lokalitetskvalitet, da dette i utgangspunktet er svært produktive områder, og vurderes derfor å ha **stor verdi**.

## 5.5 Bunndyrsamfunn

Høy produksjon i vannmassene vil også påvirke sjøbunnen, selv på flere hundre meters dyp, der det i hovedsak lever filtrerende organismer eller dyr med predatoradferd. Mesteparten av den bunnlevende faunaen er virvelløse organismer som lever på, i eller tett over havbunnen som krypende, gravende eller fastsittende organismer. Enkelte fiskegrupper er også i stor grad stedbundne og blir regnet som en del av bunndyrsamfunnet (for eksempel flatfisk, ulker og slimål). Endringer i artssammensetting og samfunnsstruktur gjenspeiler både naturlige og antropogene påvirkninger. Biomassen av store bunndyr i Barentshavet har økt de siste to tiårene, og svingninger i biomasse gjenspeiler temperatursvingninger med en tidsforsinkelse på syv år. Bunndyrsamfunn er svært dynamiske, og viser for eksempel raske endringer som følger utbredelsen av nye arter som snøkrabbe og kongekrabbe. Snøkrabbe har spredd seg til hele Barentshavet, og er nå observert også på vestsiden av Svalbard og ved Finnmarkskysten. Kongekrabbe har et utbredelsesområde som også dekker områdene utenfor Sørøya, men enkelte individer er observert så langt sør som på Vestlandet. Med endret utbredelse av snøkrabbe og kongekrabbe, som til dels følger bunntemperaturene i havet, er en naturlig konsekvens også endringer i bunndyrssamfunn, noe man skal være spesielt oppmerksom på i tolkningen av resultater fra faunaundersøkelser over tid.

I Akvaplan-nivas rapport fra kartlegging av GoliatVIND området fremkommer det at det er jevnt fordelt tilstedeværelse av svamp i hele det undersøkte området. Områdene der forankring av turbiner er planlagt, skilte seg ikke fra resten av undersøkelsesområdet. Svampforekomstene er ikke artsbestemt, men delt inn i fem ulike grupper basert på morfologiske trekk. Det er hovedsakelig observert svamp i gruppen «solid/rund/tykk skålformet/porøs bulket». Deretter «stilket», «tynn vifte/trakteformet», «skorpet», deretter «fingerformet». Enkeltforekomster av svamp er den vanligste observasjonen i det kartlagte området, men det er også observert steder med flere individer i nærheten av hverandre.

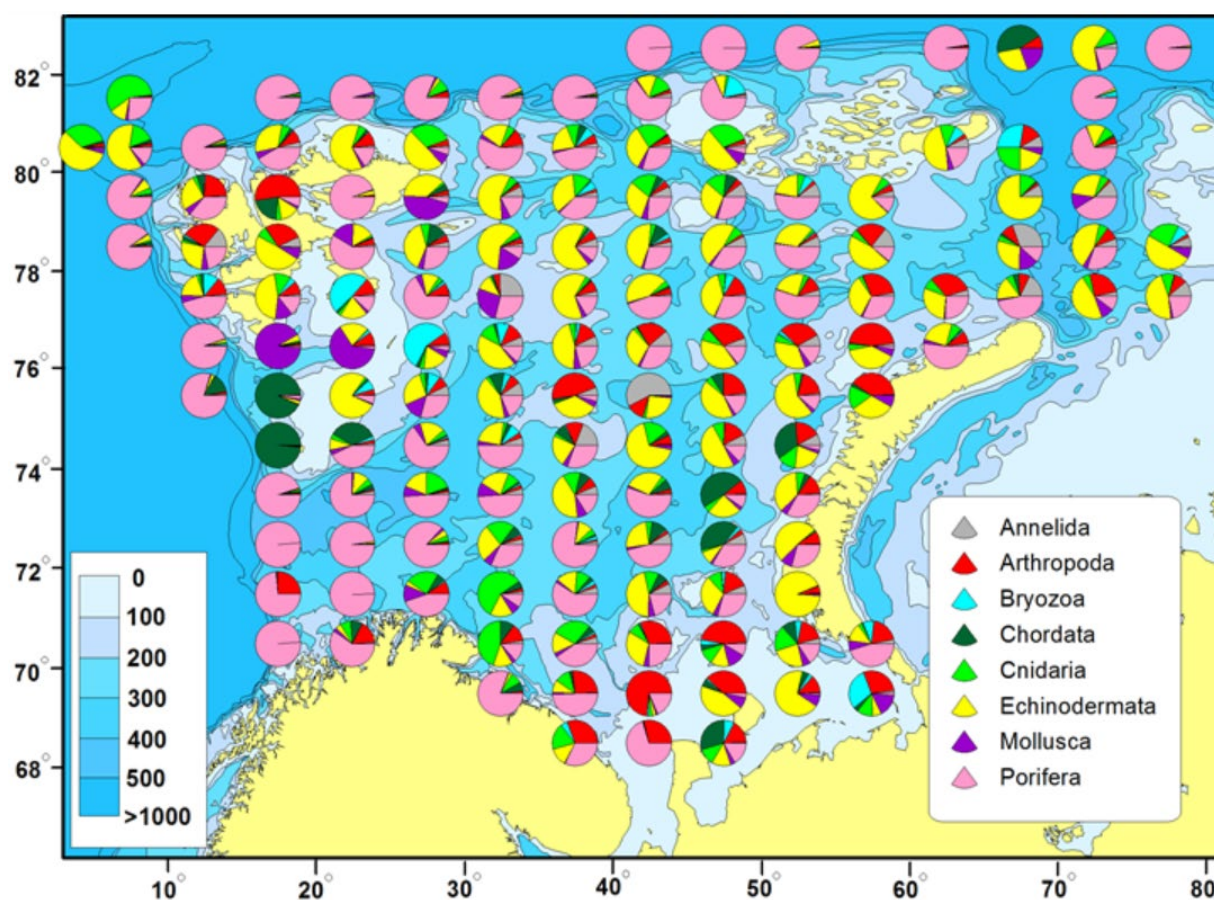
Det er observert sjøfjær i hele undersøkelsesområdet med størst tetthet i de sørvestlige delene av planområdet. Det er også observert gravende megafauna og reker som bruker gravehull for å gjemme seg, jevnt utover det kartlagte området. Rapporten antar at dette er gravehull fra sjøkreps (*Nephrops norvegicus*) og amfipoden *Neohela monstrosa*. Gravende organismer har en viktig økologisk funksjon i bløtbunnsområder, fordi deres aktivitet bidrar til omrøring (bioturbering) som blant annet frakter oksygen ned i sedimentene. Dette gir igjen livsgrunnlag for et rikt mangfold av

sedimentlevende arter, som så skaper næringsgrunnlag for en rekke større arter av f.eks. fisk, skalldyr, og i siste instans fugl og pattedyr.

Pigghuder (Echinoderms) er også relativt vanlig langs transektene, og de tre vanligste gruppene er sjøpølser (Holothuroidea), sjøpiggsvin (Echinoidea), og sjøstjerner (Asteroidea).

Biomassefordelingen av bunndyrsgruppene (jamfør figur 5-2 og Akvaplan-nivas rapport) viser at området rundt Goliat domineres av svampforekomster, sjøfjær, pigghuder, sjøkreps og flerbørstemarksamfunn, som i hovedsak lever i de øverste sedimentlagene<sup>[24],[25]</sup>. Artssamfunnet som er dokumentert i planområdet er typisk for en stor del av det sørvestlige Barentshavet.

Bunndyrssamfunn i plan- og influensområdet vurderer vi etter kriterier hentet fra kategorien «Arter og økologiske funksjonsområder» i M-1941. Artene er alminnelige og vidt utbredte og vurderes derfor å ha **noe verdi**.



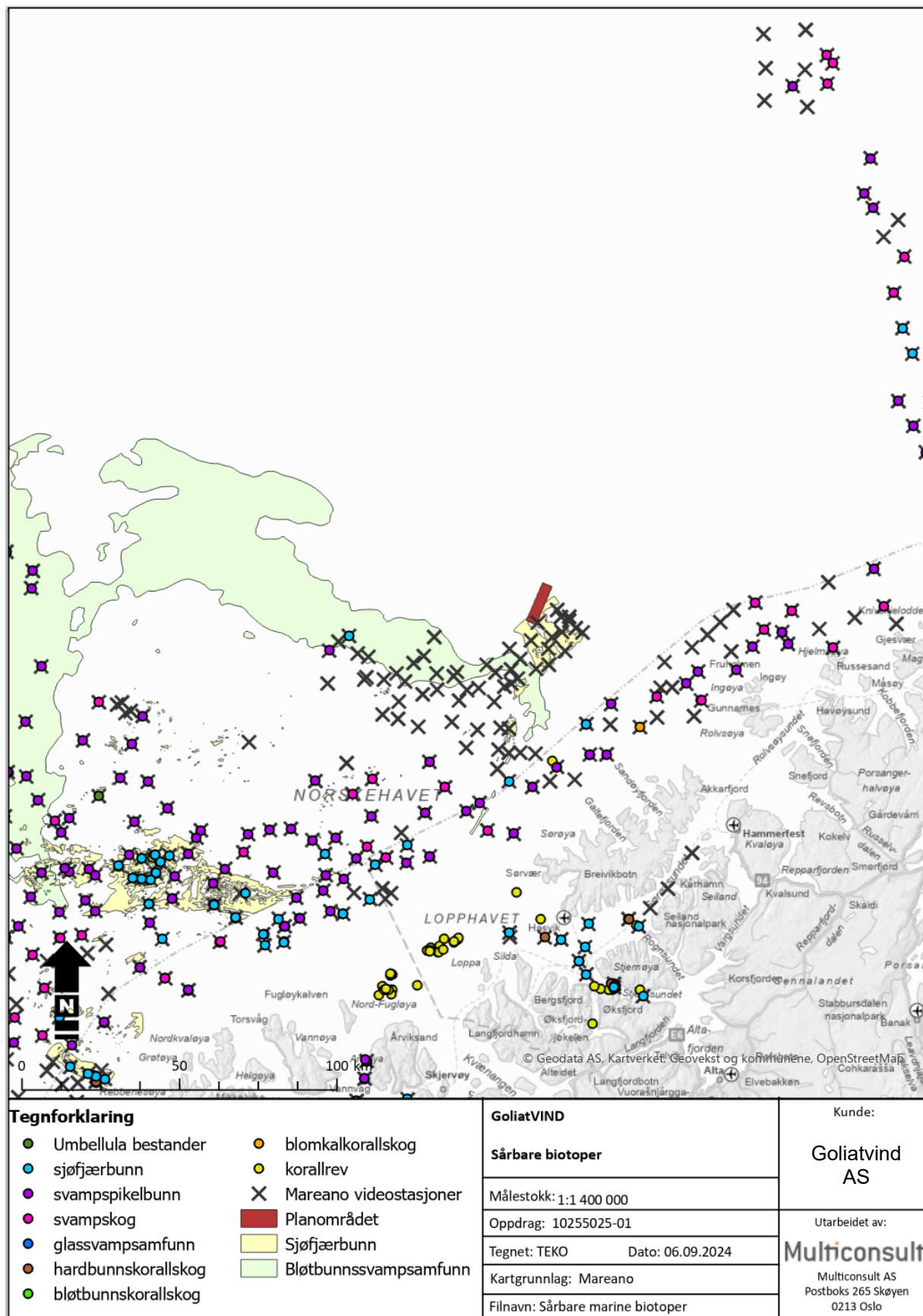
Figur 5-2. Biomassefordelingen av hovedgruppene av bunndyr per areal med integrert gjennomsnitt for perioden 2012–2017. Grå Annelida/leddormer, rød Arthropoda/leddyr, blå Bryozoa/mosdyr, mørkegrønn Chordata/ryggstrengdyr, grønn Cnidaria/nesledyr, gul Echinodermata/pigghuder, lilla Mollusca/bløtdyr og rosa Porifera/svamp. Hentet fra Statusrapport for miljøet i Barentshavet 2020<sup>[24]</sup>.

## 5.6 Sårbare biotoper

Gjennom det statlig finansierte tverrfaglige programmet for kartlegging av havbunnen i norske havområder, Mareano (<http://www.mareano.no/kart/mareano.html>), er sårbare biotoper som glassvamp-samfunn, svampspikelbunn, svampsamfunn, glassvampsamfunn, sjøfjær, dyphavssjøfjær og hardbunns-korallskog modellert for forvaltningsområdet Barentshavet. Svampspikelbunn er modellert med relativt tette forekomster i nærheten av området hvor GoliatVIND er tenkt plassert. I videotransekter utenfor Sørøya, er det videre observert sårbare habitattyper som blomkållkorallskog, svampskog og sjøfjær, punktene som ligger nærmest

tiltaksområdet. I datasettet over bekreftede og stedfestede observasjoner av steinkorallen *Lophelia pertusa* er det også en registrering fra dette området. Selv om alle disse observasjonspunktene ligger over 21 nautiske mil unna, kan bunnforholdene antas å være relativt like, og det er ikke usannsynlig at forekomster av disse habitatformende artene kan finnes innen tiltaksområdet (se figur 5-3). Det er imidlertid ikke registrert sårbare biotoper (i henhold til OSPAR sin definisjon<sup>/22/,/23/</sup>) i videoundersøkelser foretatt i nærheten av tiltaksområdet gjennom MAREANO-programmet (se figur 5-3). Kartleggingen av to transekter innen planområdet, påviste heller ingen høye tettheter av indikatorarter for sårbare biotoper, og resultatene sannsynliggjør at artsmangfoldet i planområdet er representativt for store deler av det sørvestlige Barentshavet.

Biotopmodeller fra området indikerer likevel en «lav til høy lokalitetskvalitet» for sjøfjærbunn, en naturtype som er trukket frem i NIVAs forslag til forvaltningsrelevante marine naturenheter, fordi den anses som sårbar og i tillegg dårlig kartlagt. Forslaget er fremmet som innspill til Miljødirektoratets instruks for kartlegging av marine naturtyper, og vi vurderer verdien med bakgrunn i dette. Observasjoner av relativt lave tettheter av sjøfjær i mesteparten av de to kartlagte transektene kan tyde på at lokalitetskvaliteten for naturtypen sjøfjærbunn i området er relativt lav. Etter verdikriterier oppgitt for «Naturtyper kartlagt etter Miljødirektoratets instruks» i M-1941 vurderes likevel området å ha **stor verdi**.



Figur 5-3. Oversikt over Mareano stasjoner hvor det er kartlagt med video, og relevante observasjoner og data, samt modeller over sårbare biotoper, hentet via geonorge.no.

## 5.7 Fisk

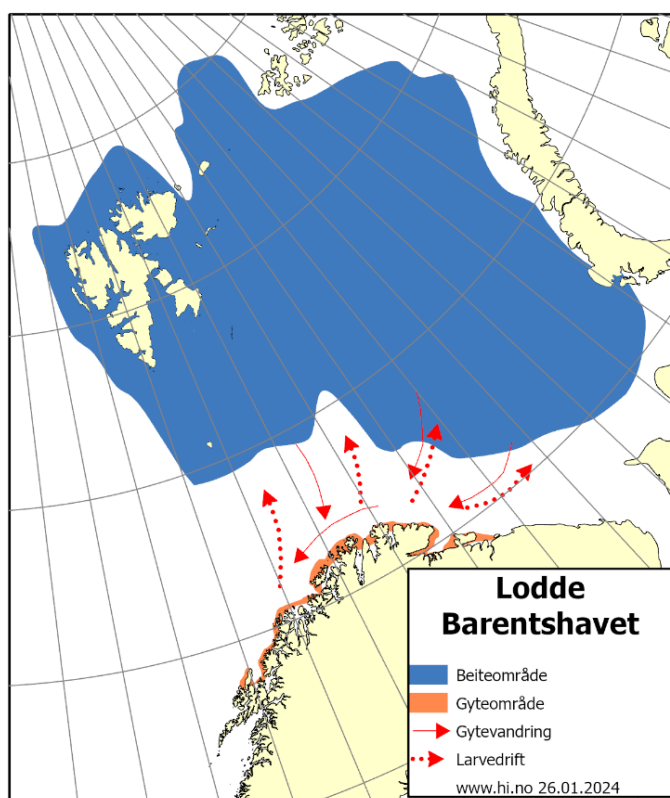
### 5.7.1 Strålefinnefisk

Tre fiskearter blir ofte regnet som avgjørende for å forstå den trofiske dynamikken i Barentshavet, lodde, torsk og sild. Disse tre bestandene er muligens de største av sin art i verden, og de er alle sentrale som næringsgrunnlag for dyr på høyere trofisk nivå. Lodda er den viktigste maten for torsk og liten loddebestand virker negativt inn på torskeveksten. Torsken beiter i tillegg på silda og yngre årskull av egen art (kannibalisme). Silda er til stede i Barentshavet frem til 3-4 års alder, og konkurrerer da med ung lodde om maten i de sørlige delene av Barentshavet. I tillegg beiter ungsild på loddelarver i en slik grad at store årsklasser av sild i Barentshavet kan desimere hele loddeårsklasser og medføre svikt i lodde-rekrutteringen. Utbredelseskart viser at planområdet ikke kommer i konflikt med registrerte gyteområder for disse tre artene (se figur 5-6)<sup>26/</sup>. Det er imidlertid gyteområder i nærheten, og både gytevandring og tilsig av larver kan forventes i influensområdet.

Lodde langs norskekysten gyter på våren (mars–april), hovedsakelig i områder grunnere enn 75 m dyp. Gytevandringen starter på vinteren/tidlig på våren, fra overvintringsområder i de sentrale delene av Barentshavet til mer kystnære områder. Kjønnsmoden lodde kan derfor vandre gjennom influensområdet i perioden mellom januar og februar. Eggene klekkes på vårparten, og larvene flyter i de øvre vannlagene med strømmen mot oppvekstområder i det sentrale og østlige Barentshavet<sup>27/</sup>. Loddens gytevandring og larvedrift hentet fra havforskningsinstituttet<sup>28/</sup> er vist i figur 5-4. Selv om gyteperioden er nokså satt i tid, varierer gytefeltets plassering noe fra år til år, fra nordlige Troms til østlige Finnmark. Hvorvidt gytevandring og larvedrift gjennom planområdet forekommer, vil derfor avhengig av hvor gytingen finner sted. Både gytevandring og larvedrift spres over et stort område, og det er lite sannsynlig at mengden fisk eller larver som eventuelt svømmer/driver innom planområdet utgjør noen betydelig del av bestanden.

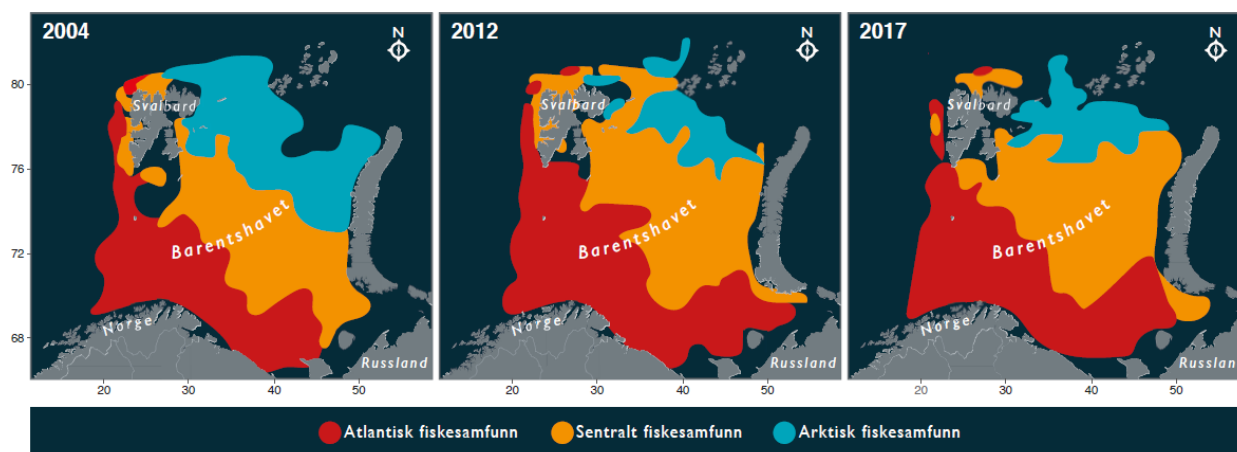
I Overvåkingssjuppens statusrapport for Barentshavet fra 2017 ble det beskrevet hvordan oppvarmingen fra begynnelsen av 2000-tallet har ført til at en rekke arter har flyttet sin utbredelse mot nord og øst. Dette har vært særlig godt dokumentert for fisk, der arktiske fiskearter fikk utbredelsen begrenset til de nordligste delene av Barentshavet. I statusrapporten fra 2020, er bildet justert noe. ICES-gruppen WGIBAR (Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea) har vurdert effekter av de siste årenes nedkjøling, og rapporterer tegn på reversering av utbredelsesendringene<sup>29/</sup>. Fangstene av ikke-kommersielle fiskearter som er klassifisert som arktiske eller for det meste arktiske var i 2019 de høyeste siden 2016 (se figur 5-5)<sup>24/</sup>.

De viktigste fiskebestandene i regionen, deres livssyklus og områdebruk er godt beskrevet i konsekvensutredningen for



Figur 5-4 Figur hentet fra Havforskningsinstituttet som viser sammenhengen mellom beiteområder og gyteområder, med piler for gytevandring og larvedrift.

Goliat fra 2008<sup>10/</sup>, og det er rimelig å anta at de generelle mønstrene fortsatt er gjeldende. I denne rapporten ble det imidlertid bemerket at en sterk årsklasse av lodde i 2006 kunne være en indikasjon på starten av gjenoppbygging av bestanden, som har vært under press i lang tid. Dette har vist seg å ikke stemme, og i 2015 ble bestanden regnet for å være kollapset og fisket ble nok en gang stoppet. Fisket er gjenåpnet i perioder med større bestander, men bestandsmålene har vært svært variable de siste årene. Det er fremdeles store bestander av torsk i Barentshavet, og utbredelsen strekker seg også lenger mot nord og nordøst enn tidligere. Det er ikke klart om det er den store bestanden som gjør at den har trukket nordover, eller om dette også er koblet til perioden med økende temperatur i vannet. Ellers er det ikke skjedd noen større endringer i fiskesamfunnet siden 2008.

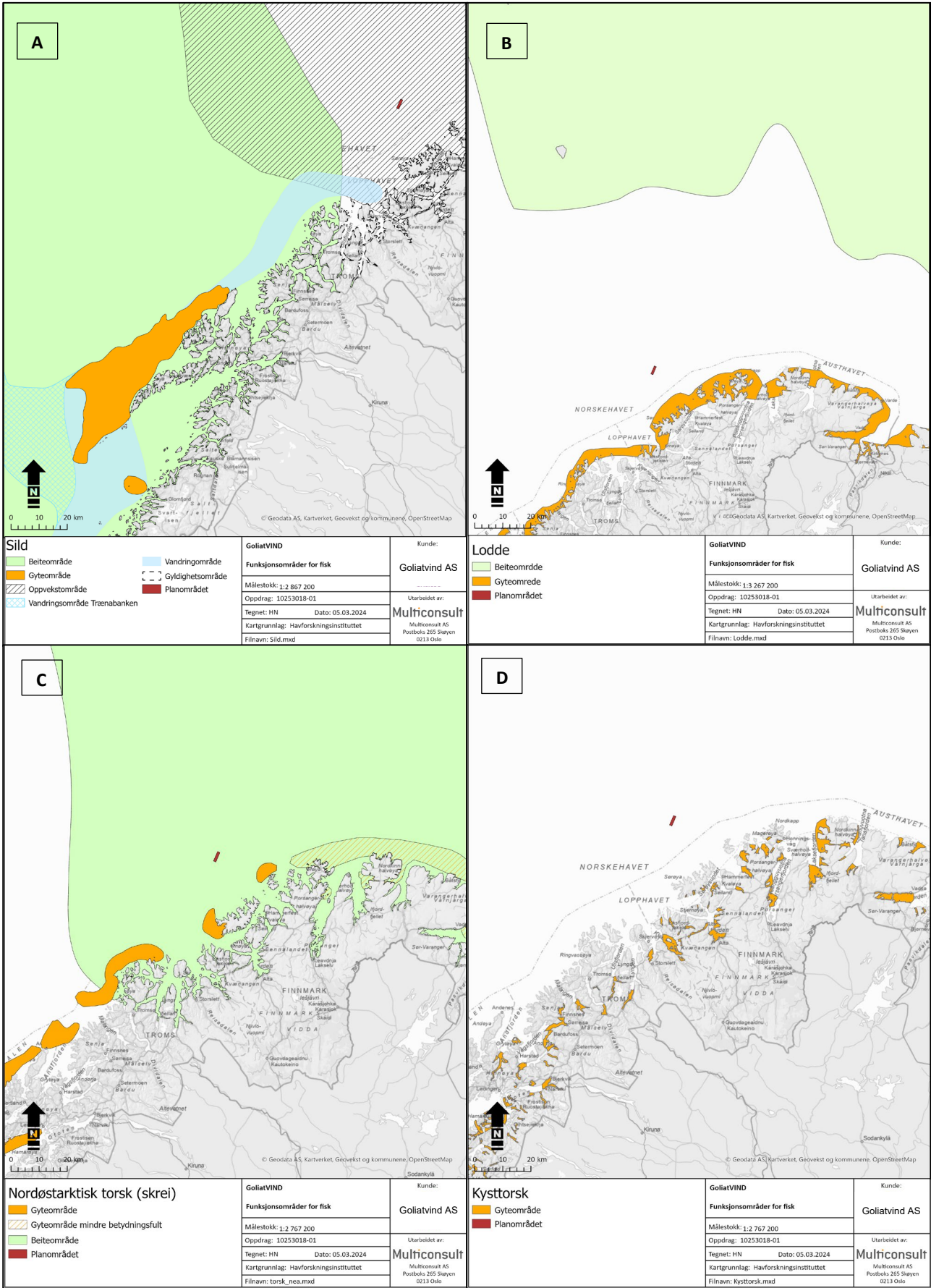


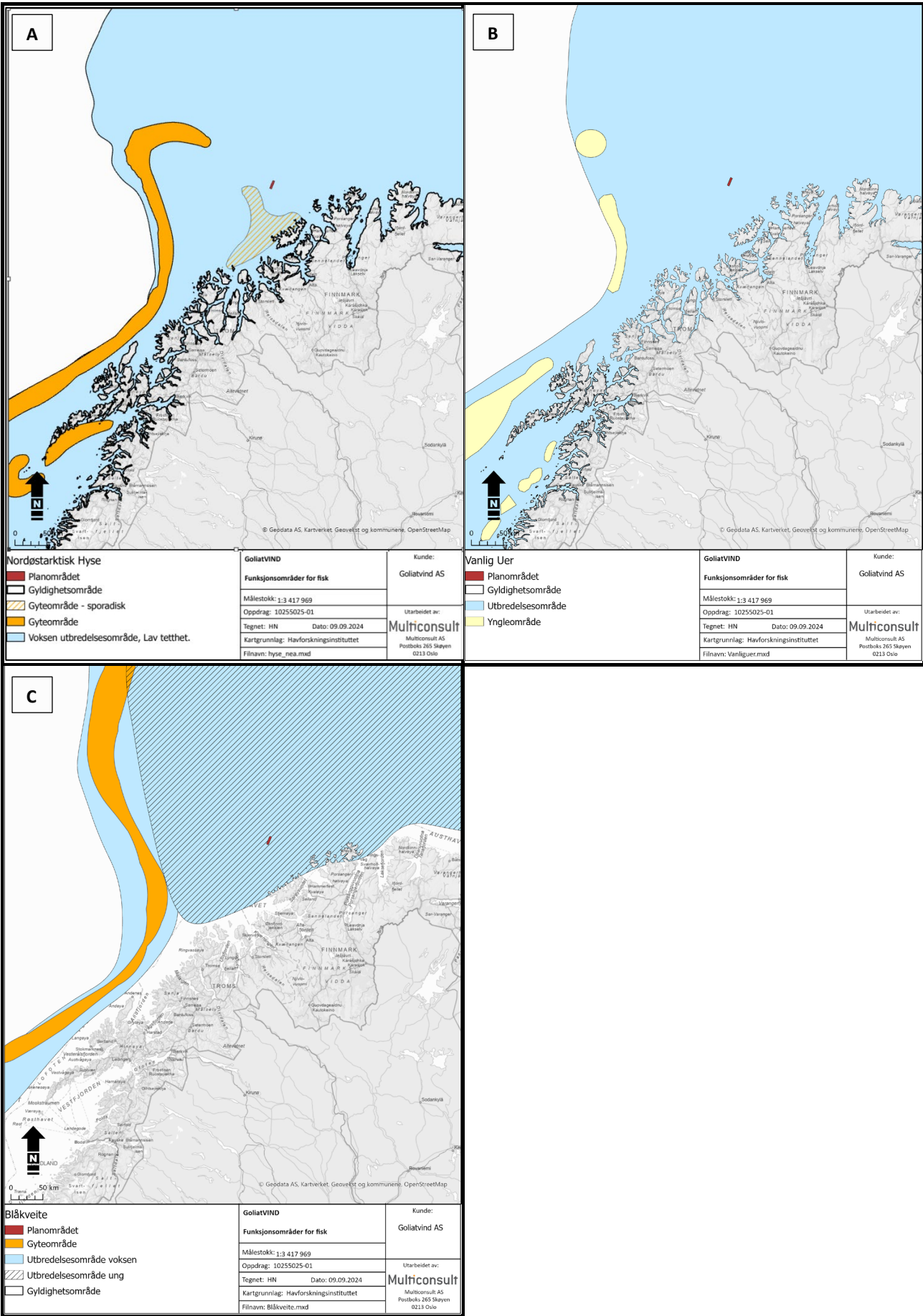
Figur 5-5. Endring fra 2004 til 2017 i utbredelse av atlantiske, sentrale og arktiske fiskesamfunn i Barentshavet (hentet fra Status for miljøet i Barentshavet<sup>24/</sup>).

Nordøstarktisk hyse er betegnelsen på hysebestanden som forekommer langs hele kysten nord for Stad, i Barentshavet og på vestsiden av Svalbard. Nordøstarktisk hyse gyter i mars-juni og har hovedgyteområde på vestkanten av Tromsøflaket, men det er registrert et usikkert gyteområde sørvest for planområdet (skraverte feltet i figur 5-7 (A)). Havområdene ved Tromsøflaket er viktige retensjonsområde for hyse- og torskelarver. Store deler av torsk- og hysebestandene passerer forbi disse områdene hver sommer. Hyse er en bunnfisk, men finnes også høyere opp i vannsøylen, spesielt gjelder dette ung hyse som hovedsakelig spiser plankton. Eldre og større hyse spiser fiskeegg og fisk, og beiter på gytelodde langs kysten av Finnmark, men det viktigste byttet er bentiske virvelløse dyr. Yngre hyse er føde for torsk, grønlandssel og vågehval.

Vanlig uer er i Norsk rødliste kategorisert som sterkt truet (EN), med gytetid i april–mai. Vanlig uer lever utelukkende av dyreplankton i de første leveårene, for deretter å gå over til krill, lodde, sild og torskefisk. Som byttedyr er småuer viktig føde for torskefisk og kveite. Vanlig uer lever på 100–500 meters dyp på kontinentalsokkelen i Nordsjøen-Barentshavet, og også spredt mesopelagisk i Norskehavet. Vanlig uer «yngler», altså de «gyter» levende larver.

Blåkveite er en art av fisk i flyndrefamilien. Hos blåkveite foregår gyting om vinteren langs vestsiden av Tromsøflaket/langs eggakanten mellom Vesterålen og Spitsbergen. Viktige utbredelsesområder for både unge og voksne individer finnes østover i Norskehavet og Barentshavet. Basert på genetisk kartlegging av blåkveitebestanden, viser det seg at den nordøstatlantiske blåkveiten er en selvstendig bestand med lite utveksling med andre bestander. Blåkveite er en toppkonsument i Norskehavet, og føden består i hovedsak av reker, lodde, polartorsk, blekksprut og fiskeavfall.





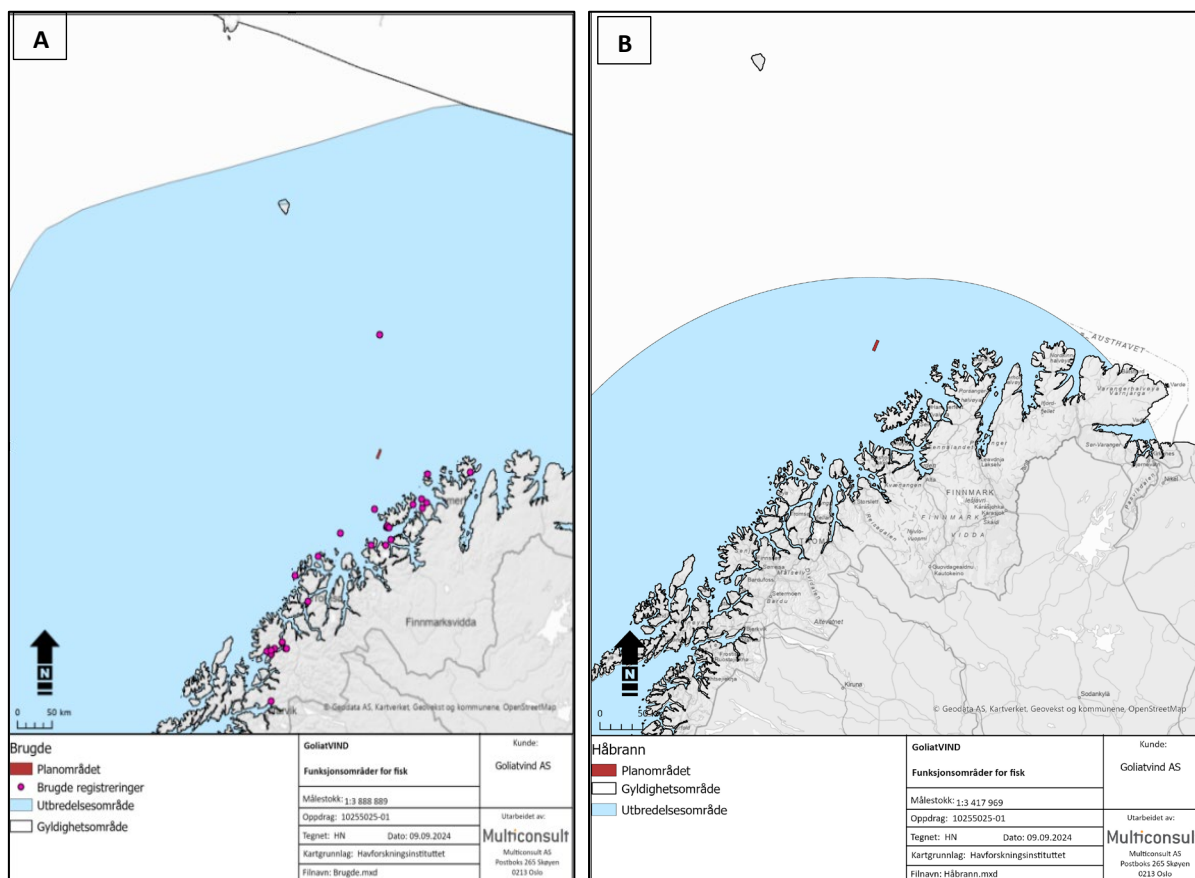
Figur 5-7. Funksjonsområde for nordøstarktisk hyse (A), vanlig uer (B) og blåkveite (C).

### 5.7.2 Bruskfisk

Håbrannen lever vanligvis pelagisk, sjelden dypere enn 150 meter. Den jager særlig etter pelagisk fisk som sild, sei, makrell og sardiner, men også blekksprut, torsk, pigghå og annen fisk. Den kan bevege seg over store områder, og har en vid utbredelse langs hele norskekysten, Nord-Atlanterhavet, Stillehavet og Middelhavet. Fra elektronisk merking av håbrann er det observert at disse kan vandre opp til hundre kilometer per dag, og at ulike individer har svært ulike vandringsmønstre. Ett merket individ er registrert vandrende nordover til Barentshavet mellom norskekysten og Svalbard, og oppholdt seg i området i oktober måned<sup>/18/</sup>.

Brugde lever av små krepsdyr (åte) som filtreres fra vannmassene gjennom de svært lange gjelle-spaltene. Brugda finnes mest pelagisk i tempererte farvann i nord og sør; i Atlanterhavet så vel som i Stillehavet. Om sommeren migrerer brugde inn til norskekysten, og kan observeres svømmende langsomt i overflaten der den tar til seg dyreplankton i store mengder. Det er observert brugde langs hele norskekysten<sup>/19/</sup>. Det gjennomføres også kartlegging av brugdas vandringsmønstre ved elektronisk merking, og individene som er sporet ser ut til å vandre langt.

Både brugde og håbrann har utbredelsesområde i planområdet, samt at det er registrert observasjoner av brugde både sør og nord for planområdet<sup>/20/</sup> (figur 5-8), hovedsakelig søkende etter mat.



Figur 5-8. Utbredelsesområdet for bruskfiskartene brugde (A) og håbrann (B). For brugde er det inkludert innmeldte observasjoner registrert i Havforskningsinstituttets database Dugnad for havet<sup>/20/</sup> (rosa prikker). Enkelte registreringene er fra 2019 til 2024.

Bestanden av håbrann har gått sterkt ned, noe som har gjort at den ble plassert på den norske rødlisten i 2006, kategorisert som sårbar. Denne vurderingen ble opprettholdt i rødlisterevisjonene i 2015 og 2021. Håbrannen har vært fredet i Norge og EU siden 2010. Artsdatabanken har i sin

rødlistevurdering klassifisert brugda som sterkt truet (EN). Denne vurderingen ble gitt ved revisjonene av rødlisten både i 2010, 2015 og 2021. Vurderingen er basert på at det er lite brugde å se langs norskekysten. Kunnskapen om brugdas bestandsstørrelse er dessverre begrenset.

Området har ingen spesielt viktige funksjoner for fisk, men fødesøk, vandring, gytevandring og drift av egg og larver gjennom plan- og influensområdet kan forekomme. Vi vurderer området etter kriterier satt i «Landskapsøkologiske sammenhenger» i M-1941. Vi vurderer planområdet som et naturområde som binder sammen funksjonsområder for vanlig forekommende arter, som gir **noe verdi**.

## 5.8 Sjøpattedyr

Når det gjelder sjøpattedyr, har det i de senere årene vært observert flere arter, samt økende antall av vågehval i Barentshavet om sommeren<sup>/24/</sup>. Innledende analyser av romlig fordeling av de vanligste artene av hval og byttedyr viser at de ulike hvalartene fordeler seg i forhold til spesifikke habitat; knølhval, vågehval og finnhval beiter gjerne på nordlige banker, i områder med lodde, polartorsk, og krill, mens kvitnos beiter både i det sørlige Barentshavet og i polarfronten - sannsynligvis blant annet på lodde<sup>/24/,/30/</sup>.

Blåhval finnes i alle verdenshav, men er relativt sjelden i det nordlige Atlanterhavet, men kan påtreffes så langt nord som Spitsbergen. Man vet ikke mye om vandringsmønsteret til disse hvalene. Om våren vandrer den nordover til beiteområdene, blant annet til farvannene ved Svalbard og Norskehavet, mens på høsten vandrer blåhvalen sørover mot yngleområdene. Disse vandringene foregår antakelig langt til havs siden dyrene sjelden observeres langs kysten. Man har ikke gode bestandsoverslag for denne arten, men regner med at det finnes mellom 600 og 1500 i det nordlige Atlanterhavet. Blåhvalene sees oftest alene, av og til i par, og i enkelte områder med mye mat kan man finne enda flere samlet. Blåhvalen spiser utelukkende krill.

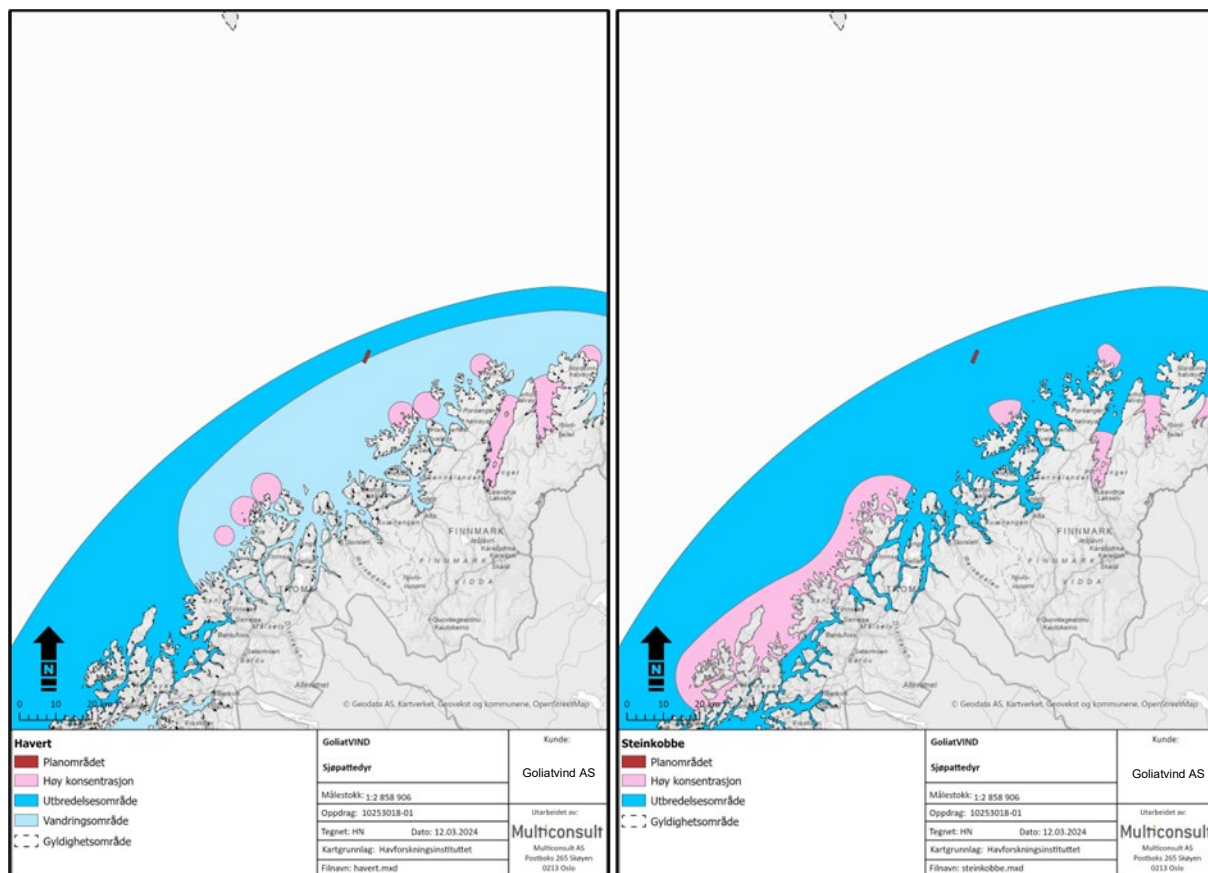
Finnhval finnes over hele verden, med minst tre adskilte bestander, hvorav en finnes i det nordlige Atlanterhavet. Finnhval og blåhval er nært beslektet, og det er funnet individer som er en hybrid av disse artene. Den viktigste beiteperioden er på sommeren, når hovedkilden til næring er krill. Den spiser imidlertid også fisk, og i Barentshavet og langs Finnmarkskysten er lodda en viktig næringskilde. Reproduksjon finner sted på vinteren i varmere strøk, og her fødes også kalvene på vårparten. Finnhvalbestanden i nordøst Atlanterhavet har tatt seg opp, og det er observert stadig økende antall finnhvaler i sommermånedene, da særlig langs vest- og nord-kysten av Spitsbergen og i Hinlopenstretet. Det er beregnet å være mellom 25 000–30 000 finnhvaler i det nordøstre Atlanterhavet. De største forekomstene i dette området er ved østkysten av Grønland.

De nært beslektede «springerartene» kvitskjeving og kvitnos har utbredelse innenfor planområdet (se C og D i figur 5-11). Kvitskjeving foretrekker noe varmere områder og er den dominerende springerarten fra Stad og sørover, og mens kvitnos er mest vanlig lengere nord. I tillegg til kvitskjeving og kvitnos, er det også enkelt observasjoner av «springerartene» tumler og gulflankedelfin langs kysten nordover fra Tromsø. Dette er arter som hovedsakelig er tilknyttet varmere vann, og forekommer bare sporadisk i norske farvann, hovedsakelig i sørligere deler. Ingen av observasjonen registrert i artsdatabankens artskart ligger i nærheten av planområdet for GoliatVIND.

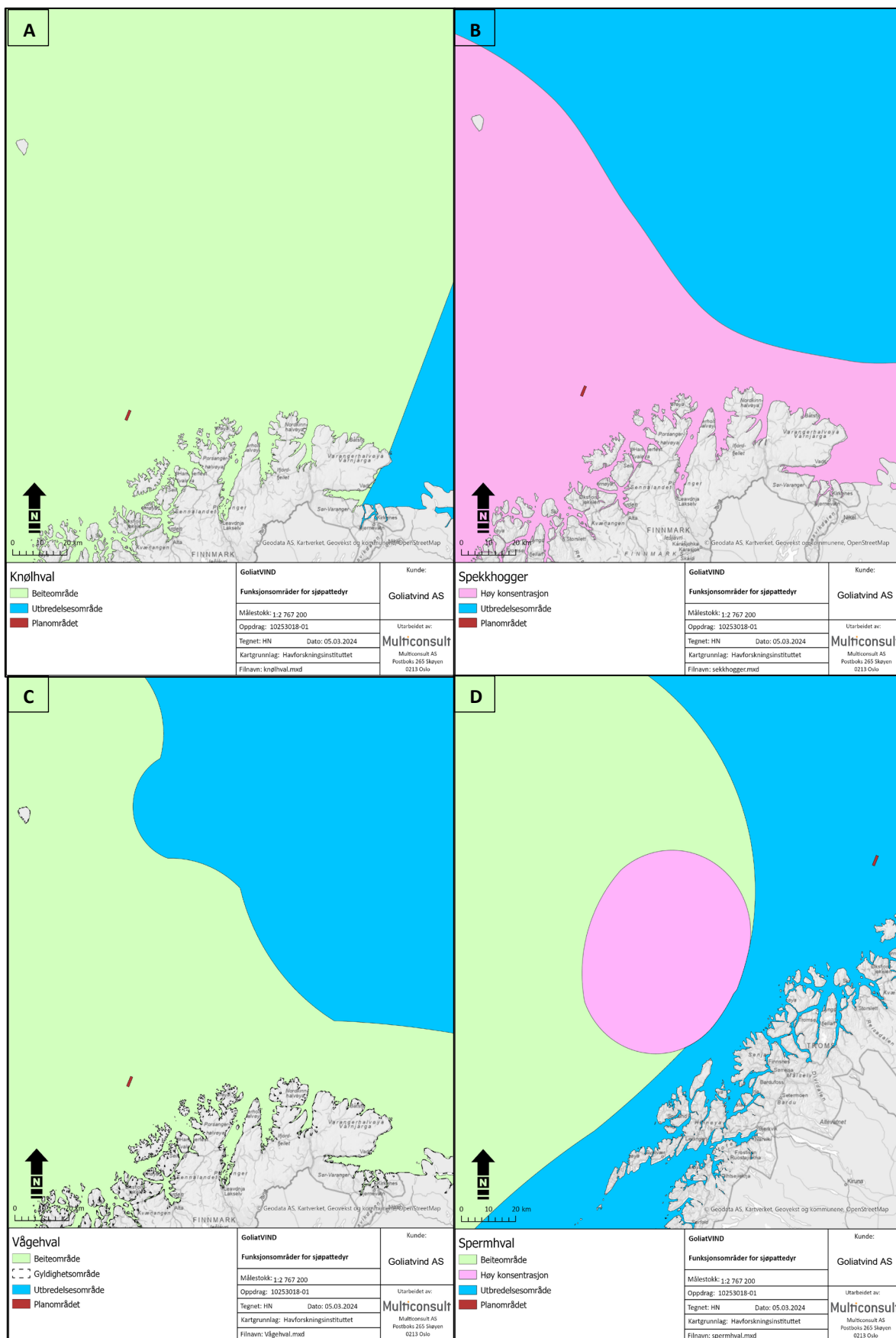
Når man ser på utbredelseskart er det i hovedsak spekkhogger, knølhval, spermhval og vågehval som kan tenkes å til tider finnes i høye tettheter i nærheten av planområdet (se figur 5-10)<sup>/26/</sup>. Av selartene, er steinkobbe og havert, som oppholder seg i kystnære strøk og er relativt stasjonære gjennom hele livet, også sannsynlig å finne i planområdet fra tid til annen. Planområdet faller inn under det generelle utbredelsesområdet til steinkobbe, men for havert er planområdet inkludert i

felt der man regner med at mye vandring finner sted og hyppigere besøk kan derfor forventes (se figur 5-9).

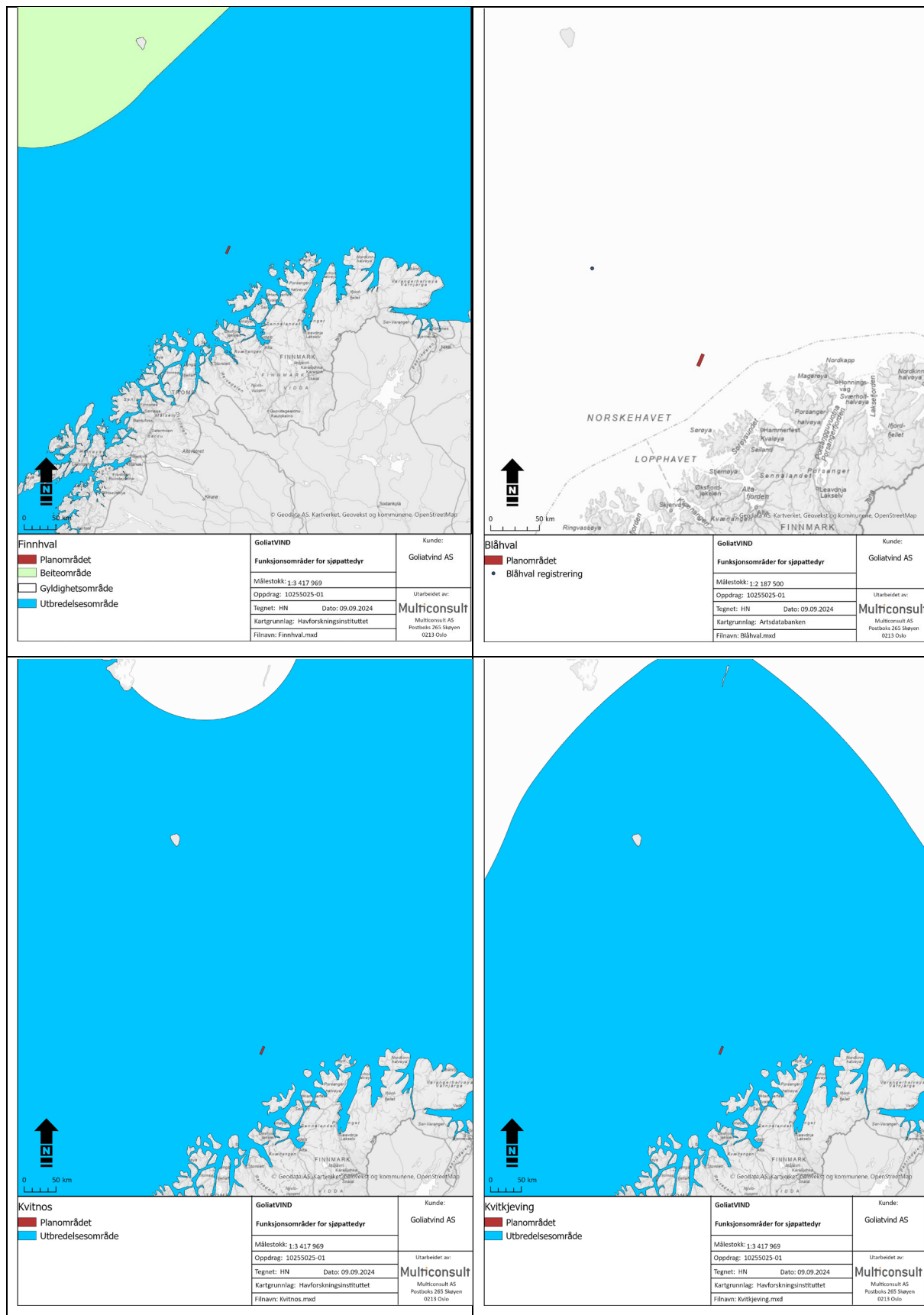
Selv om planområdet ligger innen beiteområder og overlapper med randsonen av registrert vandringsområde for havert, som er vurdert som sårbar (VU) på den norske rødlista, er det ikke sannsynlig at området har en spesielt viktig funksjon eller er av betydning for artenes tilstedeværelse i regionen. Med bakgrunn i dette vurderes verdien basert på kriteriene i M-1941 til **noe**.



Figur 5-9. Funksjonsområder til sjøpattedyr; havert (t.v.) og steinkobbe (t.h.).



Figur 5-10. Funksjonsområder til sjøpattedyr; A) knølhval, B) spekkhogger, C) vågehval og D) spermhval.



Figur 5-11. Funksjonsområder til sjøpattedyr; A) finnhval, B) blåhval, C) kvitnos og D) kvitksjeving.

## 5.9 Flaggermus

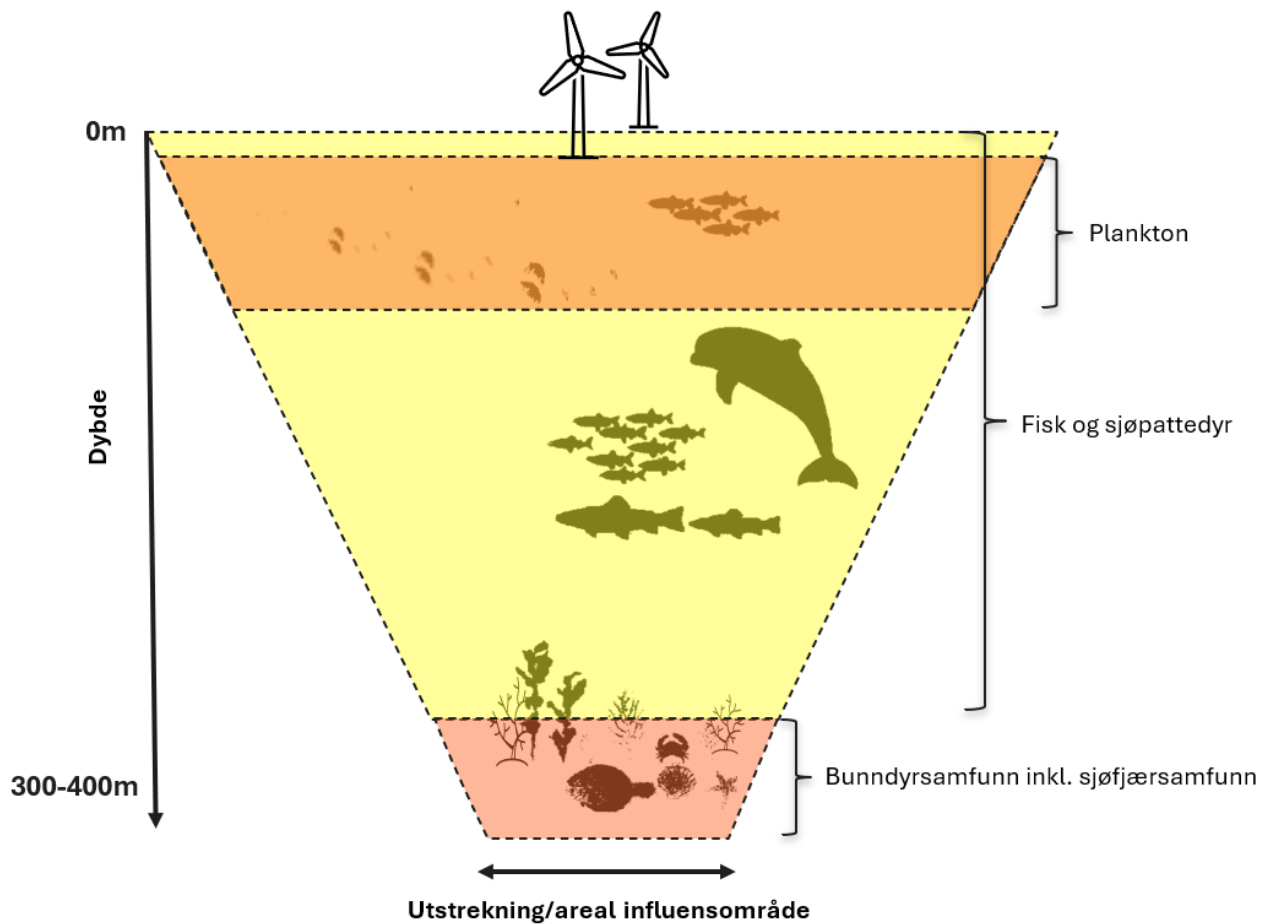
Man finner flaggermus over nesten hele jordkloden, med unntak av polområdene, de høyeste fjellene og noen isolerte øyer. I Norge finnes flaggermus i alle deler av landet, også helt nord. Det er totalt rapportert elleve ulike arter i Norge<sup>/61/</sup>. Artsdatabankens utbredelseskart for de norsk flaggermusartene viser at de fleste har leveområder til og med Trøndelag, mens nordflaggermus (VU) er vist til og med Troms. I artskart finne det imidlertid ni registreringer av flaggermus i Finnmark av tre ulike arter. Nordflaggermus er registret i Alta, Tana og Sør-Varanger (fire observasjoner), trollflaggermus i Lebesby (to registreringer, men det er nok samme dyr) og skimmelflaggermus i Tana. Flaggermus opptrer altså også i Finnmark, men det er nok små bestander som holder til i mer skjermede områder med gunstig klima. Ut mot kysten og storhavet er nok klimaet for tøft for flaggermus.

## 5.10 Fremmedarter

Som tidligere skrevet finnes snøkrabbe og kongekrabbe i Barentshavet. Snøkrabbe er vurdert som naturlig innvandret, og er ikke risikovurdert, mens kongekrabbe er liste på fremmedartlista med svært høy økologisk risiko (SE)<sup>/70/</sup>. Utover disse er det registrert seks fremmede marine arter i Barentshavet (pollpryd, krokberer, klamremanet, spøkelseskrepsen *Caprella mutica*, pukkellaks og regnbueørret)<sup>/71/</sup>. Av disse artene er det bare pukkellaks som er registrert langt til havs.

## 5.11 Samlet verdivurdering

Som beskrevet i kap. 3.5, er det vanskelig å avgrense influensområdet. Tiltaket planlegges gjennomført i et relativt dypt havområde, hvor en stor del av de økologiske prosessene foregår i frie, bevegelige vannmasser over et geografisk vidstrakt havområde (se kapittel 3.5). Nær bunnen er influensområdet lettere å avgrense, og basert på studier knyttet til effekter av borekampanjer i området, er influensområdet for bunndyrsamfunn avgrenset til en buffersone på 200 m rundt fotavtrykket for inngrep. Det er ikke mulig å avgrense influensområdet i delområder som kan vises i et todimensjonalt arealbasert verdikart på en hensiktsmessig måte, slik det vanligvis gjøres for eksempel etter veileder M-1941. Forekomster og naturverdiers generelle utbredelse er imidlertid vist i kapitlene ovenfor. Ettersom området er svært representativt for en større del av Barentshavet, er figur som oppsummerer de marine naturverdiene fremstilt som et todimensjonalt tverrsnitt av vannmassene, iht. verdivurderingene beskrevet tidligere i kapittelet (figur 5-12).



Figur 5-12. Illustrert verdivurderingen av de ulike marine naturmangfoldverdiene med relativ plassering av hovedvekt biomasse i et tverrsnitt av vannmassene; planktonsamfunn (stor verdi), fisk (noe verdi), sjøpattedyr (noe verdi), og bunndyrsamfunn inkludert sjøfjær samfunn (stor verdi).

## 6 Påvirkning

### 6.1 Arealbeslag

Hver av de fem turbinene som planlegges utplassert skal ha seks ankre. Ankrene vil være av typen sugeanker eller draganker som plasseres på havbunnen. Begge typene vil gjøre betydelig skade på bunnsamfunnet i området det plasseres, men arealet vil være begrenset. Begge typene har en diameter på 6-8 meter, og i et område på 50-60 m<sup>2</sup> per anker vil bunnssubstratet slik det er i dag være fundamentalt endret så lenge ankeret ligger ute. Utlekking av kabler vil også føre til direkte arealbeslag, men fotavtrykket vil være lite. Det er ikke besluttet om transformator skal plasseres på turbin eller på sjøbunnen i en transformatorstasjon. Dersom det plasseres en transformatorstasjon på havbunnen, vil denne også føre til direkte beslag på om lag 300 m<sup>2</sup>.

Plassering av transformatorstasjon, ankere og kabler på havbunnen vil medføre forstyrrelser i et større område. Konstruksjoner som treffer havbunnen, samt justeringer av plassering, kan føre til graving i og oppvirvling av sjøbunn, slik at sedimenter spres. Dette kan føre til kortvarig nedslamming i et større område. I denne sonen vil imidlertid bunnssubstrat kunne vende tilbake til opprinnelig tilstand etter litt tid (< 5 år)<sup>/25/</sup>.

Immobile organismer som finnes i området vil bli skadelidende som følge av arealbeslag og forstyrrelser på sjøbunnen<sup>/31/</sup>. Ved tilstedeværelse av spesielt sårbare arter og biotoper kan skaden ha en varig innvirkning på marint naturmangfold i området.

Ved avvikling av anlegget og fjerning av alle konstruksjoner vil påvirkningen kunne forsvinne over tid, ettersom området vil rekoloniseres av stedegne arter fra omkringliggende områder.

### 6.2 Endret substrat

Der ankere og transformatorstasjon plasseres på havbunnen, vil substratet endres fra bløtt til hardt. Flytende konstruksjoner, kjetting, liner og ankerfester vil også danne fast substrat der det i dag kun er frie vannmasser. Dette vil legge til rette for etablering av mer typiske hardbunnsamfunn, som antas i liten grad å være til stede i planområdet i dag<sup>/31/</sup>.

Ved avvikling av anlegget og fjerning av alle konstruksjoner vil påvirkningen kunne forsvinne umiddelbart. Det er imidlertid ikke uvanlig å la bunnfaste elementer stå igjen, slik at de kan fortsette å fungere som «kunstige rev» for assosierte arter.

### 6.3 Hydromorfologiske endringer

Et havvindanlegg vil generelt redusere vindhastigheten i den høyden som vindturbinene befinner seg i, og senke energinivået i et område rundt havvindanlegget<sup>/32/</sup>. Rotorbevegelsene vil i tillegg bidra til turbulensdannelse ned mot havoverflaten i området rundt turbinen. Dette vil naturligvis påvirke vannmassene i nærheten av turbinene. Men den viktigste effekten på havoverflaten og sirkulasjonen nedover i dypet sees sannsynligvis nedstrøms for havvindanlegget, der man vil kunne få lokale soner for «oppvelling» og «nedvelling» av vannmasser som påvirker både temperaturforhold og nærings-saltkonsentrasjoner i tillegg til lokale strømmer<sup>/32/,/33/</sup>. I grunne områder vil påvirkningen kunne nå ned til havbunnen og fører til forstyrrelser av bunnsediment. Det er imidlertid usannsynlig i planområdet, der dybden er 300–400 meter.

Ved avvikling av anlegget og fjerning av turbinene vil denne påvirkningen forsvinne nokså umiddelbart.

## 6.4 Undervannsstøy

Undervannsstøy er vurdert i en egen rapport<sup>/34/</sup>. Der beskrives generering og forplantning av undervannsstøy fra de ulike fasene: anleggsfase, driftsfase og dekommisjonering basert på beregninger, antakelser fra litteratur og erfaringer rundt denne typen aktiviteter. En oppsummering av denne rapporten er gitt her.

### 6.4.1 Karakteristikk for de ulike fasene

Bygging av GoliatVIND medfører en forventet anleggsfase på 2–3 år. Her inngår både arbeid ved kai og til havs. Anleggsfasen ute i havet er begrenset til sommerhalvåret 2028 og 2029. Anleggsfasen vil innebære økt skipstrafikk som gir økt støy i området når materialer og strukturelle elementer skal fraktes til området. I tillegg vil installasjonen av vindturbinene føre til en generelt økt mengde støy i området. Vi antar her konservativt at det benyttes dragankere ettersom festing av dragankere er antatt å generere mye mer støy enn festing av sugeankere.

Drift- og vedlikeholdsfasen for GoliatVIND og tilhørende enheter skal sikre pålitelig kraftproduksjon i enhetenes 25-års levetid, og mulig levetidsforlengelse. Her forventer vi at forhøyde akustiske effekter blir generert fra selve vindturbinene og en mindre mengde lett vedlikehold i løpet av noen få vår- eller sommeruker hvert år. Denne komponenten domineres fullstendig av vindturbinenes driftsstøy siden denne er konservativt antatt å generere kontinuerlig 7 dager i uken, 24 timer per døgn. Gjennom hele perioden er det antatt en økning i støy nivå på 3 db per tiår som følge av menneskelig aktivitet<sup>/60/</sup>.

Hvis det blir behov for tyngre vedlikehold kan man legge til støy tilsvarende det som forekommer i anleggsfasen. Sannsynligheten for dette er normalt liten, men for å sikre en konservativ tilnærming er det lagt inn én større vedlikeholdsaktivitet hvert år som strekker seg over to uker. Dette gir en konservativ tilnærming til generert undervannsstøy, og sikrer at generert støy fra denne fasen ikke underestimeres.

Etter avsluttet driftsfase skal det vurderes effekter av demontering av vindkraftverket. I denne fasen vil det også være mer skipstrafikk enn hva som forekommer normalt i området. For denne fasen antar vi omtrent samme nivå på aktivitet som for anleggsfasen, men uten behov for festing av dragankere. Normalt antar man en litt kortere tid for riving og fjerning av anlegget enn for anleggsfasen, og her er den satt til to år.

### 6.4.2 Konklusjoner fra støyrapporten

Her oppsummeres konklusjonene fra rapporten «Vurdering av undervannsstøy»<sup>/34/</sup>.

Det er beregnet støy ved normal skipstrafikk i anleggsfasen og i driftsfasen ved det planlagte vindkraftanlegget. Det er funnet at den største lydpåvirkningen oppstår ved festing av draganker. Det er 190 dB re 1 µPa akkumulert lydtrykk i et område innenfor 100 meters radius fra vindturbinene. Her kan både temporære og permanente skader på både fisk og pattedyr opptre, men mest sannsynlig har dyr i denne sonen forlatt området lenge før nivåene blir så høye at de tar skade av dem.

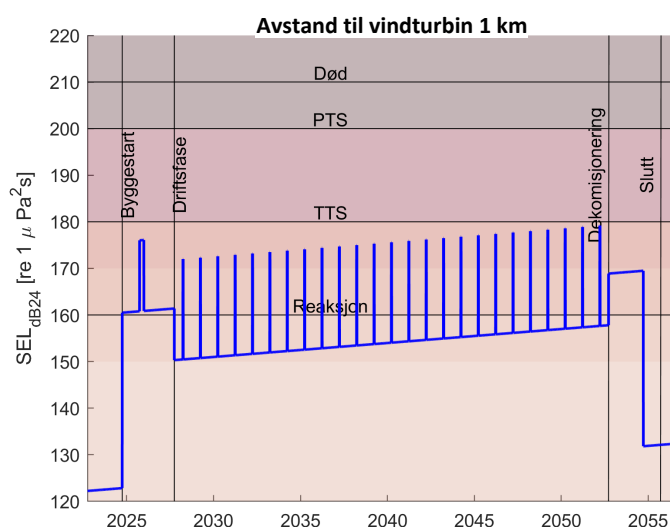
Innenfor en radius på 5 kilometer ligger lydnivået fra festing av dragankerene på 165 dB re 1 µPa. Dette nivået vil kunne føre til endret adferd og temporær terskelforskyvning hos både fisk og marine pattedyr, i tillegg vil det potensielt kunne være gjenopprettbar skade på fisk innenfor noen hundre meter opp til noen kilometer fra anleggsområdet.

Det er funnet høyere lydtrykk (over tid) i driftsfasen enn fra normal båttrafikk. Det skal noteres at denne lydeksponering er basert på et konservativt anslag på 159 dB re 1 µPa@1m for 18 MW turbiner, da det finnes lite eksisterende data på lydtrykk fra turbiner av denne størrelsen. Lyd fra

vindkraftverk i driftsfasen er normalt sett lavere enn lyd fra skipstrafikk. Basert på resultatene vil man kunne forvente reaksjon hos både fisk og pattedyr i en radius på 15-20 kilometer fra vindturbinene, mens risiko for TTS (temporær terskel forskyvning) vil kunne forekomme i umiddelbar nærhet av vindturbinene innenfor 1 kilometer.

For marine pattedyr forventes det at det kun er de aller minste hvalene (som opererer innen høye frekvensbånd) som blir påvirket på lengre avstander. Dette er i samsvar med observasjoner av at nise forflytter seg (flykter) fra områder med sterk støy (for eksempel ved peling) og kan trekke seg flere titalls kilometer unna en peleoperasjon i sjø. For de større hvalene som kommuniserer ved lavere frekvenser er det kun risiko under de mest støyende aktivitetene som tungt vedlikehold og ankertrekking.

Siden alle støyende kilder i området har en kildestyrke mindre 180 dB re 1  $\mu\text{Pa}$  @ 1m, kan man konkludere at det ikke foreligger noen risiko for direkte fysiske (hverken permanente eller temporære) skader fra kortvarig eksponering av lyder, ettersom de fleste typer fisk, hval og sel tåler momentane lydimpulser opp til 185 dB re 1  $\mu\text{Pa}$ <sup>/73/</sup>. Selv sild, som er en av de mest følsomme artene for lydforstyrrelser, klarer disse nivåene godt.



Figur 6-1. Støy gjennom hele levetiden til vindturbinene på 1 kilometers avstand. Blå linje angir daglig gjennomsnittsstøy  $SEL_{dB24}$ . Vertikale sorte linjer angir de forskjellige fasene i prosjektet og sort horisontale linjer angir terskelverdier for fisk (generelt).

Flere nyere vitenskapelige artikler peker på at virvelløse organismer kan bli mer påvirket av undervannslyder enn hva man hittil har trodd, og at det er spesielt evnen til å orientere seg som kan påvirkes. Enkelte studier indikerer også at fiskeyngel kan bli tiltrukket av støy/partikkelbevegelse som følger av havvindturbiner i drift.

## 6.5 Elektromagnetiske felt (EMF)

Rundt alle elektriske anlegg i drift oppstår det lavfrekvente elektromagnetiske felt. En elektrisk ladning som er i ro, produserer kun ett elektrisk felt. Hvis ladningen beveges, vil det også oppstå et magnetisk felt. Akselererte ladninger gir en elektromagnetisk bølge som brer seg utover, og strømførende sjøkabler vil derfor føre til etablering av elektromagnetiske felt i området rundt kabelen. Elektromagnetiske felt fra sjøkabler kan påvirke dyrs bevegelser (attraksjon/unnvikelse), interaksjoner mellom rovdyr og bytte, dyrenes fysiologi, utvikling og evne til navigasjon. Spesielt har EMF påvirkning på bruskfisk. De har elektroreseptorer, Lorenzini'ske ampuller, som er et sanseorgan som gjør dem i stand til å oppdage elektriske felt. Bruskfisk benytter elektromagnetiske felt i jakt, flukt, kommunikasjon og orientering<sup>/66/,/69/</sup>, og dermed er det rimelig å anta at effekten på bruskfisk

er større enn for øvrige fisk. Studier viser at volt så lavt som 1-5 nV/cm kan påvirke adferd<sup>/69/</sup>. Avstanden hvor elektriske felt vil falle under 1-5 nV/cm og bli umerkbare for bruskfisk, avhenger sterkt av kabelens konstruksjon og strømnivået den fører. I mange tilfeller vil feltet reduseres til udetekterbare nivåer for bruskfisk innenfor noen få meter til titalls meter, avhengig av hvor dypt kabelen er gravd ned, havbunnens ledningsevne, og den nøyaktige strømstyrken. Tidligere forsøk viser at det er ulik respons for ulike arter, fra å unngå områdene med EMF til å oppsøke dem dersom ladningene kan minne om byttedyr. Både håbrann og brugde lever hovedsakelig pelagisk, og det er rimelig å anta at pelagiske arter i mye mindre grad vil bli påvirket av EMF fra sjøkablene enn arters om lever på eller nær bunnen (bentiske arter). Påvirkningen vil forsvinne i det øyeblikket kablene ikke lenger fører strøm.

Kablene knyttet til GoliatVIND vil ha vekselstrøm, og vekselstrømkabler har små felt siden de tre fasene ligger i samme kabel og dermed utligner hverandre.

## 6.6 Kollisjonsfare

Det er godt kjent at vindkraftutbygginger på land kan være negativt for flaggermus, i hovedsak på grunn av kollisjoner og tap/forringelse av viktige funksjonsområder<sup>/62/</sup>. Enkelte arter av flaggermus tiltrekkes også av vindturbiner. Dette kan også være et problem knyttet til havbaserte vindkraft-anlegg, dersom anlegget inngår i funksjonsområde for flaggermus. Dette er bl.a. undersøkt ved Kriegers Flak Havmøllepark som ligger Østersjøen mellom 15 og 40 km fra kysten til Danmark. Det ble observert en rekke flaggermus innenfor vindkraftverket, og det var tydelige artsforskjeller. To arter brukte område til næringssøk, mens en annen art kun ble registrert under trekk<sup>/63/</sup>.

Dette er en problemstilling som er langt mindre for havvindkraftverk som ligger langt fra land siden flaggermus ikke har havet som fødesøksområde. Den eneste mulig problemstillingen er da kollisjon under trekk.

Selv om det oppgis at kunnskapen rundt havvind er begrenset<sup>/65/</sup> er det svært lite sannsynlig at GoliatVIND kan påvirke flaggermus. For det første er det svært lite flaggermus i nordligste fylkene, spesielt Finnmark. Om det hadde vært store bestander av flaggermus ville de ikke ha trukket så langt ut som til Goliat på næringssøk, det er svært lite sannsynlig at det vil forekomme insekter så langt ut.

Den andre mulige påvirkningen er kollisjoner under trekk. Noen av artene av flaggermus trekker mest sannsynligvis ut av landet og sørover om høsten for å overvintre på kontinentet og i Storbritannia. Det er kjent at enkelte flaggermus kan trekke over svært lange avstander. Det er oppgitt at storflaggermus, skimmelflaggermus og trollflaggermus kan trekke opp til 1000–2000 km<sup>/62/,/64/</sup>. Avstanden mellom Finnmarkskysten og Longyearbyen er 800 km, så i teorien kan enkelte flaggermus trekke så langt. Men det finnes ikke flaggermus eller gode leveområder for denne dyregruppen hverken på Svalbard eller Grønland. Det er svært lite trolig at det foregår migrasjon av flaggermus nordover fra Fastlands-Norge, samt den store avstanden fra land, antas det dermed at vindturbiner på Goliatfeltet ikke i noen grad vil medføre negativ påvirkning på flaggermus.

## 6.7 Forurensning

### 6.7.1 Anleggsfase

Utslipp i anleggsfase vil i hovedsak være knyttet etablering av forankringspunkter, nedspyling av kabler og sleping og installering av fundamenter, og i hovedsak bestå av risiko knyttet til partikkel-oppvirvling og uhellsutslipp. Eventuelle uhellsutslipp og/eller ulykker under nedspyling av kabler, vil være av midlertidig karakter.

Legging av sjøkabler utføres ved å spyle dem ca. 1 meter ned i sjøbunnen. Nedspyling av kabler kan føre til lokal oppvirvling av sedimentene, og partiklene kan spres med strømmen før de resedimenterer. Hvor langt partiklene spres, avhenger av bl.a. strømningsforhold og topografi på stedet.

Hvis sedimentlaget er tynt, vil kablene alternativt legges på havbunnen og dekkes med stein. Hvis topografien på bunnen er svært ujevn, kan det være behov for å jevne ut traseen. Dette er bare aktuelt hvis det er lite sediment og det ikke er mulig å etablere kabelgrøft. Da vil det være lite sediment som kan virvles opp. Forankring av flytende turbinfundamenter kan også føre til lokal oppvirvling av sedimenter.

I dette området anses dette å ha ubetydelige konsekvenser. Det er ikke forurensede sjøsedimenter så langt til havs, og det er ikke nødvendig med avbøtende tiltak ved legging av kabel.

Produksjon og montering av vindkraftanlegget fører til produksjon av avfall. Ved uforsvarlig behandling, uhell, dårlige rutiner etc. kan dette havne i naturen (havet). Det vil imidlertid bli stilt strenge krav til entreprenører med hensyn til rutiner for avfallshåndtering, så det er ikke noe som tilsier at dette vil være en vesentlig problemstilling ved utbygging av GoliatVIND.

### 6.7.2 Driftsfase

Havvindanlegg har en svært begrenset bruk av kjemikalier og minimale utslipp sammenlignet med utslipp fra en oljeplattform.

#### Kjemikaliebruk

Under drift vil hovedbruken av kjemikalier være knyttet til drift av vindturbinen. En vindturbin vil inneholde smøreolje, girolje og hydraulikkolje, og i tillegg vil turbinene ha kjølesystemer hvor det benyttes glykol eller et annet kjølemedium, og mindre transformatorer hvor det benyttes transformatorolje. Det planlegges ikke for bruk av antibegroingsanlegg. En oversikt over kjemikalier med estimerte mengder er vist i tabellen under.

Tabell 6-1. Estimert kjemikalieforbruk per vindturbin.

| Kjemikalie                                          | Volum                  |
|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Hydraulikkolje (planlegges skiftet hvert tiende år) | 1 m <sup>3</sup>       |
| Smøreolje                                           | 0,5 m <sup>3</sup>     |
| Girolje                                             | 0,2–0,3 m <sup>3</sup> |
| Kjølevæske                                          | 19 m <sup>3</sup>      |
| Transformatorolje                                   | 7 m <sup>3</sup>       |

Kjemikaliene (antakelig med unntak av noen smøreoljer) vil holdes i et lukket system slik at man unngår utslipp til miljø ved en eventuell skade og uhell. Det vil også være deteksjonssystemer som avgir en alarm dersom olje- eller kjølevæskennivåene synker, slik at beredskapstiltak raskt kan iverksettes. Til tross for at kjemikalene vil holdes inne i lukkede systemer kan det ikke utelukkes at det vil forekomme episoder med mindre lekkasjer og uhellsutslipp. Fra andre vindparker ser man at det i hovedsak er vindturbinenes hydraulikk med innhold av hydraulikkolje hvor det er størst risiko for uhellsutslipp.

Det er derfor planlagt årlig vedlikehold av turbinene for raskt å kunne avdekke feil og mangler som kan medføre forurensende utslipp fra vindturbinene. Det planlegges ikke å benytte antibegroingsmidler på de deler av konstruksjonene som står under vann, men det vil antakelig bli behov for å bruke erosjonsbeskyttelse.

Det ytterste laget av vindturbinbladene vil også oftest være dekket med en beskyttende membran for å unngå vanninntrengning og skade på rotorbladene. Denne membranen vil kunne inneholde små mengder av helse- og miljøfarlige stoffer.

### **Potensielle utslipp under driftsfase**

Utslipp fra offshore vindturbiner kan potensielt stamme fra følgende kilder:

- Uhellsutslipp av olje eller kjølevæske ved skade eller feil på anlegget. Utslippene vil da i hovedsak synke ned i oppsamlingstrau i bunnen av tårnene.
- Utslipp av mikroplast ved slitasje av rotorblader og turbiner. Utslipp av mikroplast forventes å spres via vind og havstrømmer til omkringliggende områder.
- Utslipp av metaller ved erosjon av konstruksjoner under vann.
- Skade eller uhellsutslipp som oppstår under vedlikehold av turbinblader.

### **Uhellsutslipp ved turbinhavari eller andre skader/feil på anlegget**

Vindturbiner kan havarere ved at ulike deler svikter som følge av produksjonsfeil, monteringsfeil, slitasje eller ekstreme lasttilfeller. Et havari kan føre til utslipp av oljer og/eller kjølevæske, og turbindeler som vingemateriale kan spres i havet.

Kollisjoner eller andre hendelser som for eksempel eksplosjon og brann som gir skade på anlegget vil også kunne gi utslipp av kjemikalier.

Ifølge Global Offshore Wind Health and Safety Organization skjer de fleste uønskede hendelsene om bord på fartøy ved frakt og montering av turbiner. I 2022 viser deres årsrapport at det var 157 hendelser på verdensbasis med mulig skade, eller faktisk skade på en havvindturbin. Det ble ikke oppgitt hvor mange av hendelsene som medførte et faktisk utslipp av forurensning til det marine miljø<sup>/37/</sup>.

### **Slitasje og utslipp av mikroplast og bisfenol A**

Slitasje på vindturbinene kan gi utslipp av små plastpartikler. Dette kommer fra topplaget på turbinbladet som kalles «coating». Dette laget beskytter glassfiberkjernen i midten av bladet, det som gir bladet styrke. Beregninger gjennomført av norske myndigheter anslår at for landbaserte anlegg kan hvert rotorblad kunne bidra med ca. 100–200 g mikroplast per år<sup>/58/</sup>. En sammenstilling av data fra ulike aktører gjennomført av DNV mht. utslipp av mikroplast antyder årlige utslipp på 150–200 g/år/per vindturbin<sup>/67/</sup>. For 5 turbiner vil da årlig mengde utslipp ligge mellom 0,5 og 1 kg per år. Til sammenligning er utslipp av mikroplast fra fiskeriaktiviteter langs Norges kyst estimert å ligge mellom 1 000 og 10 000 tonn per år<sup>/68/</sup>.

Disse undersøkelsene er basert på vindturbiner som har mindre rotorblader enn det som planlegges på Goliat. Regndråper er hovedårsaken til slitasje som gir mikroplast, men et sjømiljø med sjøsprøyt og mye salt vil også gi økt slitasje utover hva som er observert ved landbaserte vindturbiner, og dermed større mengde mikroplast som frigis til sjø.

Mikroplast vil potensielt fraktes svært langt via vind og havstrømmer. Mikroplasten vil også kunne inneholde små mengder med topplaget av turbinbladene, som igjen kan gi lokale utslipp med små mengder helse- og miljøfarlige stoffer sammen med mikroplasten.

Dersom slitasjen blir så stor at man får utslipp av glassfiber inne i vingebledene, kan det være fare for utslipp av bisfenol A som er en av bestanddelene i glassfiberen. En slitasje som går inn til glassfiberen vil imidlertid gi en negativ effekt på vindturbinenes produksjon, og det tilstrebes derfor å unngå slitasje. Et estimat gjennomført av NORWEA i 2021 indikerer maksimalt utslipp av bisfenol A på 1,5 mg/turbin/per år<sup>/67/</sup>.

Undersøkelser Multiconsult har gjennomført på oppdrag fra Statkraft mht. utlekking av bisfenol A ved et 20 år gammelt eksisterende vindkraftpark på Smøla, har imidlertid ikke klart å påvise utlekking av bisfenol A eller en sammenheng med tilstedeværelse av bisfenol og vindturbiner <sup>/41/</sup>.

### ***Erosjon knyttet til konstruksjoner under vann***

For å beskytte konstruksjoner under vann fra erosjon vil det være behov for erosjonsbeskyttelse, og da antakelig offeranoder i form av sink eller aluminium. Det er lite kunnskap knyttet til metallutslipp til sjø grunnet erosjonsbeskyttelse på konstruksjoner, men undersøkelser gjennomført i vannsøyle og sediment utenfor havvindanlegg i Nordsjøen antyder forhøyede nivåer av blant aluminium, sink, bly og kadmium sammenlignet med bakgrunnsnivåer<sup>/38/</sup>. De forhøyede nivåene ble ikke vurdert å utgjøre en risiko for marine økosystemer.

Vedlikehold og reparasjoner av turbinbladene vil også være en kilde til små lokale utslipp av mikroplast via pussestøv, avskrap, søl og lignende.

### ***Akkumulering av kjemikalier og mattrygghet***

Organiske miljøgifter med lav vannløselighet som tas opp i marine organismer har potensial for å lagres i fettvev, og deretter oppkonsentreres, dvs. bioakkumuleres oppover i næringskjeden <sup>/40/</sup>. Tungmetaller, og da spesielt de som har høy vannløselighet, vil ikke ha samme potensial for oppkonsentrering, da disse stoffene ikke vil lagres i fettrike vev, men skilles igjen raskt ut ved opptak.

Utlekking av tungmetaller fra ulike bestanddeler av vindturbinene vil derfor ikke ha potensial for å akkumulere i organismene og oppover i næringskjeden slik at det vil bli et problem for mattrygghet.

Det er en rekke undersøkelser som viser tilstedeværelse av mikroplast i marine systemer og organismer, og potensialet for akkumulering oppover i næringskjeden<sup>/42/</sup>. Bisfenol A derimot, som er vannløselig og lett brytes ned av marine bakterier og sollys, akkumuleres ikke oppover i næringskjeden.

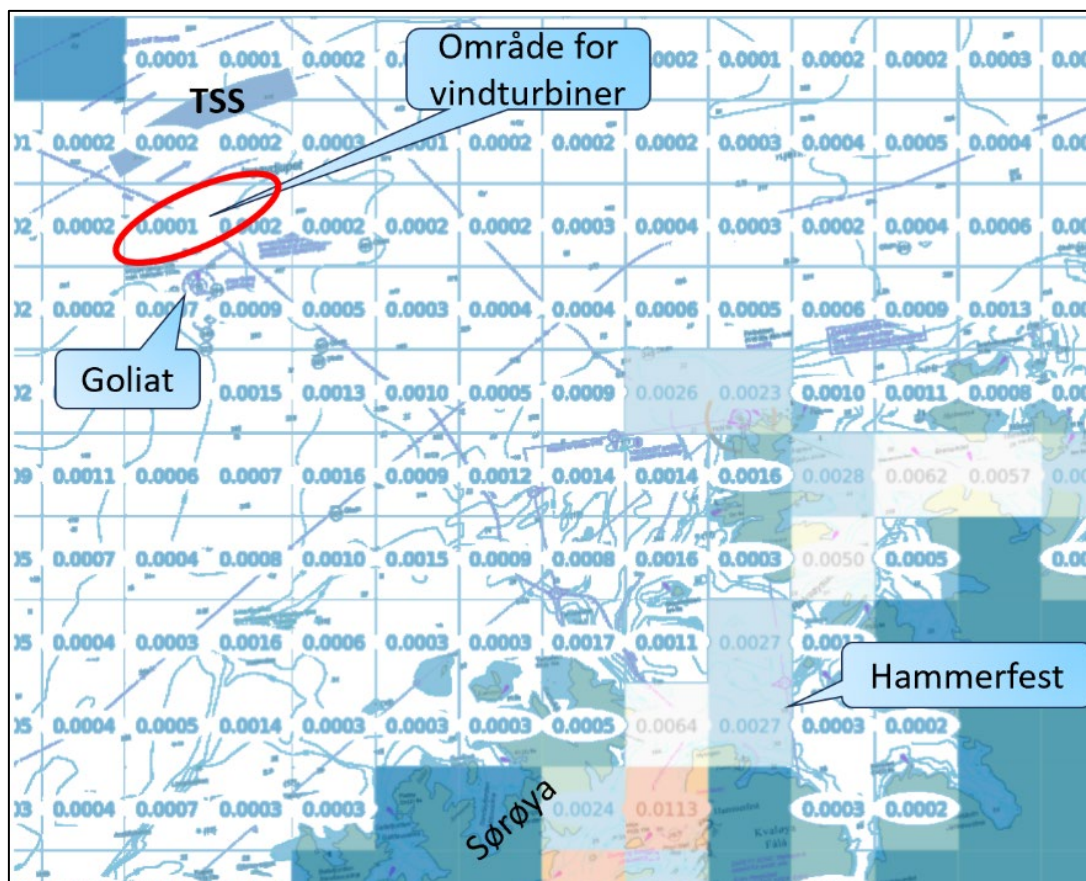
Det finnes ingen grenseverdier for inntak av mikroplast, og svært liten kunnskap om hvordan mikroplast i sjømat vil påvirke human helse. Sammenlignet med estimerte utslipp fra andre marine næringer, vil bidrag fra de 5 planlagte turbinene ved Goliatfeltet være neglisjerbart.

### **6.7.3 Uhellsutslipp og beredskap**

Forurensningsfaren ved havvindkraftverk er i hovedsak assosiert med følgende:

- Forurensning knyttet til skipstrafikk og/eller mobilisering av forurensning fra sjøbunnen
- En hendelse som medfører skade på konstruksjoner tilknyttet havvindanlegget
- En skipskollisjon som medfører skade på konstruksjoner tilknyttet havvindanlegget
- En hendelse tilknyttet fartøy som gjør arbeider tilknyttet havvindanlegget
- En hendelse som innebærer en eksplosjon eller brann som igjen medfører forurensning

Kystverket har gjort sannsynlighetsberegning for ulykke med utslipp basert på eksisterende skipstrafikk i området. Sannsynligheten for at det skal inntreffe en ulykke i planområder er beregnet til å være 0,0001–0,0002 (intervall = 5000–10 000 år)<sup>/39/</sup>, se figur 6-2.



Figur 6-2. Sannsynlighet for ulykker med utslipp innenfor gitte kvadratiske områder (utarbeidet av Kystverket).

Vurderingene er basert på tilgjengelige trafikkdata, og store forandringer innen fiskeriene eller skipstrafikken, eksempelvis på den Nordlige Sjørute (Nordøstpassasjen) i Sibir, vil kunne forandre sannsynlighetene noe – likedan økende trafikk med servicefartøy til vindkraftanlegget. Til tross for dette vurderes de beregnede sannsynlighetene som representative også for planforslaget.

NOFO (Norsk Oljevernforening for Operatørselskapene), som blant annet omfatter Goliatfeltet, har i dag tilgang til 30 beredskapsfartøy med hjemmehavn i Finnmark, og en egen stasjon i Hammerfest slik at de raskt skal kunne mobilisere ved ulykker i nordområdene. Kystverket har også et eget beredskapslager i Hammerfest som raskt kan mobilisere ved uhellsutslipp og/eller ulykker.

Produksjonen av olje på Goliat representerer en fare for utslipp til sjø, men så vidt vi er kjent med har det ikke vært noen alvorlige hendelser der. I perioden fra oppstart i mars 2016 til 2019 er det rapportert 40 reelle hendelser. Omtrent ti av sakene som er varslet gjelder utslipp av mindre volumer miljøskadelige stoffer, dvs. uten hendelser med potensial for helseskade. Det er rapportert om gasslekkasje, hydraulikkutslipp, utslipp av hydrokarboner, og utslipp av slop (bore- og fylleslam) til sjø<sup>17/</sup>.

Utslipp til luft fra Goliat FPSO som primært driftes med strøm fra land er i hovedsak knyttet til testing og sporadisk bruk av gassturbin og sikkerhetskritisk fakling. Snøhvit-gassledningen passerer også området, og representerer en fare for forurensning om det skulle oppstå lekkasjer.

Eventuelle utslipp fra GoliatVIND vil høyst sannsynlig være av et betydelig lavere volum enn hva som har sluppet fra Goliatfeltet i dens driftsperiode. Risikoen for uhellsutslipp av olje ansees som lav.

#### **6.7.4 Avfall**

##### **Anleggsfase**

Ved bygging av anlegget forventes det at man i stor grad vil benytte seg av prefabrikkerte elementer bygd i utlandet, og hovedandelen av avfall fra denne fasen forventes å være emballasje, eller annen type avfall som produseres om bord i fartøyene. Dette avfallet vil kunne leveres til mottak i norske havner.

##### **Driftsfase**

Drift av vindkraftanlegget fører til noe produksjon av avfall. Ved uforsvarlig behandling, uhell, dårlige rutiner etc. kan dette havne i naturen (havet).

Avfall i forbindelse med drift av de enkelte turbinene vil i all hovedsak være spillolje og brukte oljefilter. Dette er farlig avfall som vil leveres til avfallsanlegg som har tillatelse til å motta farlig avfall etter avfallsforskriftens kapittel 11.

#### **6.7.5 Avslutning**

Havenergiloova (§ 6-1) slår fast at energianlegg skal fjernes ved nedlegging. Den som har konsesjon for anlegget, skal i god tid før utløpet av konsesjonen utarbeide en avslutningsplan. Her vil riveprosessen beskrives, og hvordan rivingsavfallet skal håndteres og gjenbrukes.

Det foregår i dag en hurtig utvikling innenfor avfallshåndtering og resirkulering av havvindprosjekter, og det forventes at en større grad av anlegget vil kunne resirkuleres enn hva som er tilfelle i dag<sup>/67/</sup>.

## 7 Konsekvenser og avbøtende tiltak

Et vindkraftverk til havs vil påvirke marint naturmangfold der det plasseres, og kan i noen tilfeller også påvirke arters bruk av området som beite-, gyte- og/eller oppvekstområde. Større vindkraftverk vil også kunne føre til hindringer og endringer i enkelte arters vandringsmønstre, men det er mest sannsynlig uproblematisk ved anlegg av størrelsen det her er snakk om. Avbøtende tiltak vil i hovedsak være rettet mot redusert risiko for spredning av forurensning og avfall. Risiko for skade på marint naturmangfold vil også kunne begrenses ved å ta hensyn til sårbare perioder for ulike artsgrupper. Det er viktig at sårbare arter og naturtyper kartlegges og hensyntas i detaljplanleggingen, slik at man i størst mulig grad unngår irreversibel skade på marine naturverdier. Forvaltningen skal ta særlig hensyn til behovet for beskyttelse av sårbare naturtyper og arter i SVO-er, og planområdet ligger innenfor SVO Kystsonen Finnmark (BH4).

### 7.1 Konsekvenser av tiltaket i ulike faser

Konstruksjoner som plasseres på havbunnen vil legge direkte beslag på arealer, og i anleggsfasen vil forstyrrelsen av havbunn strekke seg et godt stykke utover det fysiske arealet som opptas, ved at sjøbunn virvles opp og sedimenter spres i vannmassene før de igjen legger seg på bunnen<sup>/9/</sup>. Enkelte organismer kan være sårbare for økt sedimentasjon, og slike forstyrrelser kan derfor gi utslag i endret artssammensetning og samfunnsstruktur på sjøbunnen. Effekten på hovedvekten av bunn-dyrsamfunnene vil sannsynligvis være kortvarig, og etter anleggsfasen forventes det at organisme-samfunnene gradvis vender tilbake til opprinnelig tilstand<sup>/9/</sup>. Hvor lang tid dette tar, ser ut til å være avhengig av sedimenttype og artssammensetning<sup>/43/</sup>. Større effekter kan forventes dersom tiltaksområdet har spesielt viktige funksjoner for visse arter, eller dersom spesielt sårbare biotoper er til stede. For enkelte bunngytende fiskearter, som f.eks. sild og lodde, vil tildekking av egg, larver og juvenile stadier kunne være svært skadelig. Lodde gyter på grunnere vann, og det er ikke sannsynlig at gyting foregår i planområdet. Silda kan gyte på dypere vann, men registrert gytefelt overlapper ikke med planområdet, og selv om planområdet ligger innenfor oppvekstområdet til sild, er det ikke sannsynlig at tiltaksområdet er spesielt viktig. Det er heller ikke grunnlag for å hevde at området er spesielt viktig for tidlige livsfaser av noen andre slike arter. Selv om lokale artssamfunn vil bli skadelidende som følger av fysiske forstyrrelser på havbunnen i anleggsfasen og direkte arealbeslag i anleggets livstid, er konsekvensene svært lokale og av liten betydning for naturmangfoldet i området som helhet. Dersom konstruksjonene fjernes, vil bunnsamfunnene mest sannsynlig gradvis vende tilbake til opprinnelig tilstand.

Svamp og koralldyr (som sjøfjær) er filtrerende organismer som kan være følsomme ovenfor høye nivåer av partikler i vannmassene, som kan medføre tilstopping av filterorganene, redusert vekst, redusert reproduksjon og dårligere rekruttering<sup>/44/,/45/,/46/</sup>. Modeller viser at det er sannsynlig utbredelse av sjøfjær i planområdet, noe videotransekter også bekrefter. Sjøfjærsamfunn antas å være sårbare for både fysiske forstyrrelser og nedslamming. Flere av artene er langlevde (flere tiår) og blir sent kjønnsmodne, egenskaper som ofte kobles til sårbarhet. Naturtypen er i tillegg svært dårlig kartlagt, og dette er bakgrunnen for at den finnes på OSPARs liste over truede og/eller minkende habitat. De vanligste sjøfjærene ser ut til å ha en årlig reproduktiv syklus, med lang modning av gameter, men synkron gyting innenfor et relativt begrenset tidsvindu (ca. 1 måned). Tidspunktet varierer noe fra art til art, og liten piperenser og vanlig sjøfjær ser ut til å gyte på slutten av sommeren<sup>/47/</sup>, stor piperenser gyter midtvinters<sup>/48/</sup>, mens hanefot muligens ikke har noen definert gytesesong<sup>/49/</sup>. Dette er perioder da sjøfjærsamfunnene kan være ekstra sårbare. Risiko for skade på sjøfjærsamfunn vil være svært lokal, tilknyttet aktiviteter i anleggsfasen, og antagelig i størst grad til dyrenes reproduktive periode fordi nedslamming kan hindre rekruttering. Tidligere og nylige gjennomførte undersøkelser viser imidlertid at området rundt Goliat, inkludert planområdet, er

nokså homogent og representativt for regionen, at det i liten grad er snakk om store ansamlinger av sårbare arter, og at bunnsamfunnene i stor grad domineres av flerbørstemark. Flerbørstemark er mobile, og har evne til å reetablere områder nokså raskt etter forstyrrelser, som vist i tidligere studier av bunndyrsamfunn i området<sup>/50/</sup>. Det anses ikke som sannsynlig at tiltaket vil få store konsekvenser for utbredelsen av arter, sårbare arter eller biotoper i området.

Det er vist at havvindanlegg kan føre til lokale oseanografiske endringer<sup>/51/</sup>. Endret omrøring og vannbevegelse kan også føre til kontinuerlig lokal forstyrrelse av havbunn, men dybden i planområdet gjør det lite sannsynlig at denne effekten vil være av betydning her. Endringer i sirkulasjon av vannmasser mellom grunne og dype vannlag, kan likevel føre til nye soner for oppvelling og nedvelling, endrede strømmer og endringer i temperatur- og oksygenforhold. Dette vil igjen kunne påvirke den biologiske produksjonen i området. Det finnes flere beskrivelser basert på modellering, teoretiske diskusjoner og empiriske data fra forskningslitteraturen som redegjør for mekanismene bak dette i forbindelse med havvindanlegg<sup>/51/,/52/</sup>. Modellering antyder også at responsen i oseanografiske forhold øker raskt med økt størrelse på vindkraftverket<sup>/53/</sup>. Påvirkning på lokal biomasseproduksjon som følger av nye, lokale oppvellingssoner er sannsynligvis den viktigste økosystemeffekten. Økt primærproduksjon vil kunne gi grunnlag for økt produksjon også på høyere trofiske nivå, med påfølgende økt tilgang på mat, blant annet for fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Forutsetningen for dette er at organismer som faktisk kan utnytte økningen i næringssalter på en effektiv måte også befinner seg i oppvellingssonene. Dette er mest sannsynlig tilfellet i planområdet. I tillegg må støy fra turbinene ikke føre til at fiske og sjøpattedyr skyr området. Endringene vil reverseres ved avvikling av anlegget.

Installasjoner langt til havs kan i teorien bli såkalte «stepping stones» for introduksjon av arter eller «refugier» for stedegne arter som ellers ville manglet substrat<sup>/53/</sup>. Dersom vindkraftverkets konstruksjoner kan benyttes som substrat for fastsittende arter av dyr og alger, kan dette føre til at også andre marine organismer, som krepsdyr, snegl og småfisk får et habitat å leve i. Studier fra vindkraftverk i grunnere havområder tyder så langt på at tilgang på ulike tredimensjonale strukturer (som utgjøres av både kunstig substrat og habitatformende arter) og den økte produksjonen kan tiltrekke arter som f.eks. torsk, sjøkreps, taskekrabbe og hummer på grunn av økt tilgang på mat og skjulesteder<sup>/50/</sup>. Høyere tetthet av fisk og krepsdyr kan i sin tur føre til at sjøpattedyr også oppsøker områdene på leting etter mat<sup>/50/</sup>. En slik kaskade av effekter som resulterer i et rikt naturmangfold på flere trofiske nivå, kalles ofte for «kunstig rev»-effekten. Dersom tettheten av kunstige rev blir veldig høy, kan imidlertid en uønsket konsekvens være introduksjon av arter og sykdommer. Arter og sykdommer som ellers ikke ville hatt mulighet til å spre seg over åpent hav, får tilgjengelige stoppesteder, såkalte økologiske «stepping stones», som likevel gjør avstanden mulig å forsere. I omfanget vi her snakker om, og med tanke på at tettheten av slike installasjoner i omkringliggende havområder foreløpig er svært lav, er det usannsynlig at et havvindanlegg i planområdet vil medføre økt risiko for introduksjon/spredning av fremmede arter eller sykdommer.

Økt tilførsel av organisk materiale fra økt produksjon i vannmasser og «kunstig rev»-effekter kan gi grunnlag for høyere produksjon i bunnsamfunnene, og øker potensialet for karbonlagring i sedimentene. Men, fordi havbunnen i tiltaksområdet ligger så dypt (200–300 meter), vil tilsiget spres over et stort område, og effekten antagelig bli forsvinnende liten. En lokal økning i produksjon vil kunne føre til et mer variert livsmiljø og høyere biodiversitet i området, spesielt i øvre vannlag, men konsekvensen er også en endring i det lokale økosystemet. Det er vanskelig å vurdere om dette i sin helhet vil være positivt for marint naturmangfold, fordi kunnskapen om ringvirkninger i omkringliggende og opprinnelige økosystem er mangelfull. Det er av samme grunn vanskelig å vurdere hvorvidt en slik økosystemendring vil være reversibel.

Vindkraftverket vil føre til støy både i anleggs- og driftsfasen som kan tenkes å påvirke arter som befinner seg i eller ferdes gjennom området. Tiltaksområdet brukes som beiteområde for blant annet torsk og flere sjøpattedyr, og det er sannsynlig at flere arter kan opptre i området i relativt høye tettheter i visse perioder. Planområdet ligger i et oppvekstområde til sild, men utgjør en forsvinnende liten andel av det totale arealet i regionen (figur 5-6). Sild er blant fiskeslagene som er mest sårbar ovenfor støy, etterfulgt av torsk, og i anleggsfasen vil man kunne se skade på fisk innen et par hundre meter fra tiltaksområdet. Det er primært indre organer som lever, nyrer eller gonader som kan skades, og fisk som er nær støykilden kan også dø. Så langt til havs, vil imidlertid områdebruken være svært vid, og det er ikke sannsynlig at en eventuell unnnvikende adferd i planområdet vil ha noen konsekvens for bestander av hverken fisk eller sjøpattedyr på sikt. Selv om unnnvikelsesadferd er sannsynlig i anleggsfasen, kan eventuelle små effekter i driftsfasen motvirkes av anleggets funksjon som kunstig rev, som gjør områdene attraktive på grunn av økt tilgang på skjulesteder og mat<sup>/50/</sup>. Kontinuerlig lavfrekvent støy kan påvirke atferd som kan ha konsekvenser for bioturbering i sedimenter, beiting, reproduksjon, dynamikken mellom predator og byttedyr og kommunikasjon<sup>/35/</sup>. Hvor store disse effektene er sammenlignet med positive effekter av økt mattilgang og ly i vindkraftanlegg er ukjent. Det er også kunnskapshull omkring marine dyrs evne til å tilpasse seg støypåvirkninger over tid. Støy fra vindturbiner i driftsfasen er generelt lavere enn støy fra skipstrafikk, og trafikken i planområdet er allerede betydelig (se kapittel 6.4). Det er derfor lite sannsynlig at støy fra vindturbinene vil ha noen merkbar konsekvens for marint naturmangfold i området i driftsfasen. Et nytt studium foretatt av Havforskningsinstituttet peker på at økte nivåer av partikkelbevegelse som følger av vindturbiner i drift (se kapittel 6.4) kan virke tiltrekkende på torskeyngel<sup>/36/</sup>. Offshore vindkraftutbygging i størrelsesordenen det er snakk om i forbindelse med GoliatVIND vil neppe påvirke torskebestander (skrei og kysttorsk), men det er verdt å bemerke denne effekten med tanke på samlet belastning dersom større deler av kysten bygges ut.

Elektromagnetiske felt (EMF) som skapes av gjenstander og kabler som fører strøm kan påvirke marine organismer<sup>/53/</sup>. Man vet at en del arter kan være sensitive ovenfor EMF, og at dyrenes evne til navigasjon, matsøk og muligens kommunikasjon, kan påvirkes. Spesielt er bruskfisk sensitive for EMF på grunn av deres spesielle sanseorgan, som består av mange små elektroreseptorer, de såkalte Lorenzini'ske ampuller. Det har ved laboratorieforskning også blitt observert at hyselarver, som under forflytning navigerer ved hjelp av jordens magnetiske felt, får sterkt redusert svømmeaktivitet ved eksponering for menneskeskapt EMF<sup>/54/</sup>. Graden av økologisk konsekvens er ikke kjent, særlig fordi studier i dyrenes naturlige miljø i liten grad er gjennomført<sup>/53/</sup>. Kablene knyttet til GoliatVIND vil imidlertid ha vekselstrøm. Vekselstrømkabler har små felt siden de tre fasene ligger i samme kabel og dermed utligner hverandre. Det forventes derfor ikke at GoliatVIND vil ha en påvirkning på marint naturmiljø knyttet til elektromagnetiske felt.

Effekten av oljelekkasjer avhenger hovedsakelig av typen olje/kjemikaler som slippes ut, og mengde. Olje er lettere enn vann, og har en svært lav vannløselighet, noe som betyr eventuelle oljeutslipp vil legge seg som et flak eller film på vannoverflaten. Det er derfor i hovedsak marine pattedyr, fisk og fugl som befinner seg i vannoverflaten, eller den øverste delen av vannsøylen, som vil bli negativt påvirket ved en eventuell oljelekkasje eller oljeutslipp<sup>/55/</sup>.

Studier og andre konsekvensutredninger<sup>/8/,/56/,/57/</sup> som har vurdert påvirkningen av lekkasjer på marint miljø fra både vindturbiner og andre konstruksjoner (blant annet oljeplattformer) har alle vurdert effekten som ubetydelig, som følge av at påvirkningen anses som kortvarig, av mindre omfang (individnivå), og at fortykning forekommer såpass hyppig at uhellsutslipp virker å ha et relativt lite påvirkningsområde (ca. 100 m)<sup>/56/</sup>. Det anses rimelig å anta at den samme vurderingen kan gjøres i dette tilfellet, da de fleste kjemikaliene som benyttes holdes i lukkede systemer, sannsynligheten for

store uhellsutslipp er meget lave (se kapittel 6.6), og flere av de samme oljene som er vurdert i andre studier er også de som benyttes her.

Mikroplast og potensielt bisfenol A er mulige utslipp som følge av slitasje på turbinblader. Effekten mikroplast (plastfragmenter < 5 mm)<sup>/58/</sup> kan ha på marint miljø avhenger av dens kjemiske sammensetning og hvilken type plast og produkter det stammer fra. Det er bisfenol A som er det farligste kjemikalet forbundet med mulig lekkasje og slitasje på vindturbiner, da dette stoffer er hormonforstyrrende, og kan påvirke en rekke organismer negativt<sup>/58/</sup>. Erfaringer fra eksisterende anlegg tilsier at det er veldig sjeldent slitasje i det omfanget som trengs for bisfenol A utslipp forekommer<sup>/58/</sup>. Bisfenol A vil i hovedsak være tilknyttet rotorbladenes indre glassfiberkjerne, og ikke tilknyttet den ytre membranen. Slitasje av de ytre membranene vil også medføre redusert produksjonskapasitet, og det vil derfor gjennomføres jevnlig vedlikehold under driftsfasen for å unngå nettopp dette.

Miljødirektoratet anslår at det slippes ut under ett tonn mikroplast fra norske vindturbiner (ca. 1400 stk.) grunnet løpende slitasje. En norsk aktør har undersøkt dette, og kom til 200 gram per turbin/år. Med total 1400 turbiner gir dette 280 kg mikroplast per år<sup>/58/</sup>. Dette utgjør en liten del av Norges totale utslipp av mikroplast som er anslått til 19 000 tonn per år<sup>/59/</sup>. Konsekvensene av mikroplastutslipp kan på samme måte som med oljelekkasjer har en negativ effekt på individnivå, og antas å ha et lite påvirkningsområde. Da utslipp fra vindturbiner er såpass lave i forhold til andre kilder, forventes det ikke at disse utslippene vil ha signifikante påvirkninger på det marine miljø, men det bør på verdensbasis etterstrebes å redusere tilførselen av mikroplast til det marine miljø.

Av mer indirekte effekter bør også positive effekter av eventuelle soner med forbud mot fiske nevnes<sup>/37/</sup>. I størrelsesordenen det er snakk om her, vil effekten sannsynligvis være liten, men dersom havvind langs norskekysten oppskaleres vil effekten kunne bli betydelig. Det er dokumentert at havvindkraftverk har vært med på å øke biodiversiteten i bunndyrsamfunn på tilsvarende nivå som i marine verneområder (Marine protected areas (MPAs))<sup>/57/</sup>. Sikkerhetssonen vil også kunne gi beskyttelse av eventuelle sårbare bunnhabitater i området mot aktiviteter som tråling. Nedsiden er at fiskeaktiviteten sannsynligvis da vil økes i andre områder, noe som kan føre til høyere økosystempress og ringvirkninger som kan være vanskelig å forutsi.

## 7.2 Vurdering av varig konsekvens

Basert på utredningen av naturverdier, påvirkning som følger av tiltaket og mulige konsekvenser er det foretatt en systematisk vurdering av konsekvensgrad og samlet konsekvens for hvert tema (se tabell 7-1). Førre-var prinsippet (jmfør naturmangfoldloven § 9) legges til grunn for vurderingene, og der usikkerheten har vært stor, vurderes den samlede konsekvensen strengt.

Vurderinger av økosystemeffekter er svært usikre, da kunnskapen om kaskader av effekter i marine økosystemer generelt er mangelfull og svært vanskelig å få oversikt over. I de fleste tilfeller vil det være mulig å foreta en usikker vurdering av grad av sannsynlig økosystemendring, men hvilke ringvirkninger dette vil ha med tanke på marint naturmangfold er det nesten umulig å få oversikt over.

Tabell 7-1. Oppsummering av vurdering av konsekvens for marint naturmangfold basert på metodikk beskrevet i kapittel 3. \* markerer områder der vurderingen er svært usikker grunnet mangler i kunnskapsgrunnlaget. Vi har også foretatt vurdering av økosystemeffekt som ingen, liten, moderat eller stor endring.

|                    | Planktonsamfunn                                                                                                                                                                                                      | Bunnsamfunn (inkl. sjøfjærsamfunn)                                                                                                                                                                                                                            | Fisk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Sjøpattedyr | Økosystemeffekt                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | Stor verdi                                                                                                                                                                                                           | Stor verdi                                                                                                                                                                                                                                                    | Noe verdi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Noe verdi   |                                                                                                                                                                                                                                           |
| Habitatendring     | Habitatendring som følge av tiltaket er ikke en relevant problemstilling for plankton                                                                                                                                | Anker, kabler og transformatorstasjon vil legge direkte beslag på havbunn. Kartlagt substrattypen i området er svært representativ for det sør-vestlige Barentshavet, restitusjonstiden er forventet kort og arealet som beslaglegges er lite sett i forhold. | Fisk og sjøpattedyr forventes i liten grad å påvirkes negativt av habitatendringer som følger tiltaket.<br><br>Konstruksjoner i vannmassene og på havbunnen vil tilføre fast substrat, som vil kunne fungere som kunstige rev. Dette vil kunne øke habitatkompleksiteten og lokal biomasseproduksjon, og føre til bedre tilgang på skjulesteder og mat.                      |             | «Kunstig rev-effekter», økt lokal produksjon og habitatkompleksitet vil kunne føre til endringer i artssamfunn som slår positivt ut for lokalt biomangfold.<br><br>Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til ringvirkninger av dette. |
|                    | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig endring                                                                                                                                                                                | (3 + 1 + 3 = 7)<br>Noe forringet                                                                                                                                                                                                                              | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig endring, mulighet for forbedring                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                    | Ubetydelig konsekvens                                                                                                                                                                                                | Noe negativ konsekvens                                                                                                                                                                                                                                        | Noe positiv konsekvens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             | Moderat endring*                                                                                                                                                                                                                          |
| Endret sirkulasjon | Endret sirkulasjon er ikke forventet å påvirke planktonsamfunn negativt.<br><br>Endret sirkulasjon kan føre til etablering av nye oppvellingssoner, som vil kunne føre til lokalt økt produksjon av planktonbiomasse | Endret sirkulasjon i øvre vannlag vil i liten grad ha effekter på 300-400 meters dyp.                                                                                                                                                                         | Endret sirkulasjon er ikke forventet å påvirke fisk og sjøpattedyr negativt.<br><br>Dersom endret sirkulasjon fører til økt produksjon i de frie vannmasser, gir dette et bedre næringsgrunnlag også for stedege arter på høyere trofiske nivå.                                                                                                                              |             | Økt næringsgrunnlag vil kunne ha positive effekter i forekomster av stedege arter på alle trofiske nivå.<br><br>Ringvirkningene av dette er imidlertid svært usikre.                                                                      |
|                    | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig endring, mulighet for forbedring                                                                                                                                                       | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig endring                                                                                                                                                                                                                         | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig endring, mulighet for forbedring                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                           |
|                    | Noe positiv konsekvens*                                                                                                                                                                                              | Ubetydelig konsekvens                                                                                                                                                                                                                                         | Noe positiv konsekvens*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             | Moderat endring*                                                                                                                                                                                                                          |
| Støy               | Vi har ikke funnet studier som dokumenterer effekter av støy på plankton.                                                                                                                                            | Støy fra vindturbiner i anleggs- og driftsfasen vil i liten grad nå ned til bunndyrssamfunn i planområdet.                                                                                                                                                    | Støy fra vindturbiner i anleggsfasen vil kunne påvirke fisk og sjøpattedyr, hovedsakelig gjennom endret adferd. Skadelige effekter på fisk vil kunne forekomme i et svært begrenset område.<br><br>I driftsfasen vil påvirkningen utelukkende være endret adferd. Nivået er sammenlignbart med støykilder som allerede er til stede, så påvirkningen forventes å være liten. |             | Endret adferd hos dyr kan føre til endret beitetrykk og predatorbyttdyr-dynamikk i området, men effekten vil neppe være stor i anleggets driftsfase.                                                                                      |
|                    | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig                                                                                                                                                                                        | (1 + 1 + 1 = 3)<br>Ubetydelig                                                                                                                                                                                                                                 | (1 + 2 + 1 = 4)<br>Noe forringet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                                                                                                                                                                                                                                           |

|                  | Planktonsamfunn                                                                                                                                                                                                        | Bunnsamfunn (inkl. sjøfjærsamfunn)                            | Fisk                           | Sjøpattedyr                           | Økosystemeffekt                                                                       |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Stor verdi                                                                                                                                                                                                             | Stor verdi                                                    | Noe verdi                      | Noe verdi                             |                                                                                       |
|                  | Ubetydelig konsekvens                                                                                                                                                                                                  | Ubetydelig konsekvens                                         | Noe negativ konsekvens         |                                       | Liten endring*                                                                        |
| Forurensning     | Lekkasje av miljøfarlige stoffer og mikroplast vil kunne påvirke organismer negativt, men være av svært begrenset omfang og varighet.                                                                                  |                                                               |                                |                                       | Det forventes ingen økosystemeffekter som følger av forurensning fra havvindanlegget. |
|                  | (1 + 1 + 1 = 3). Ubetydelig                                                                                                                                                                                            |                                                               |                                |                                       |                                                                                       |
|                  | Ubetydelig konsekvens                                                                                                                                                                                                  |                                                               |                                |                                       | Ingen endring                                                                         |
| Avfall           | Avfall skal i utgangspunktet håndteres på forsvarlig vis og ikke havne i havet. Uhell og ulykker som fører til avfall på avveie vil kunne påvirke organismer negativt, men være av svært begrenset omfang og varighet. |                                                               |                                |                                       | Det forventes ingen økosystemeffekter som følger av avfall fra havvindanlegget.       |
|                  | (1 + 1 + 1 = 3). Ubetydelig                                                                                                                                                                                            |                                                               |                                |                                       |                                                                                       |
|                  | Ubetydelig konsekvens                                                                                                                                                                                                  |                                                               |                                |                                       | Ingen endring                                                                         |
| Samlet vurdering | Ubetydelig konsekvens for plankton-samfunn                                                                                                                                                                             | Noe negativ konsekvens for bunnsamfunn (inkl. sjøfjærsamfunn) | Ubetydelig konsekvens for fisk | Ubetydelig konsekvens for sjøpattedyr | Moderat, lokal endring i økosystem                                                    |

### 7.3 Samlet belastning

Vurdering av samlet belastning følger av naturmangfoldloven § 10 hvor det står at «en påvirkning av et økosystem skal vurderes ut ifra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for». Samlet belastning er videre omtalt i forskrift om konsekvensutredning § 21, som sier at de «samlede virkninger av planen eller tiltaket sett i lys av allerede gjennomførte, vedtatte eller godkjente planer eller tiltak i influensområdet» også skal vurderes. Økosystemet i Barentshavet er påvirket av fiskeri, og aktiviteter knyttet til olje- og gassutvinning, noe havbunnen i planområdet også bærer preg av<sup>12/</sup>. Vi er ikke kjent med andre planer for utbygging eller utnytting i området, men det er sannsynlig at det over tid vil bli mer utvinning av olje/gass i nærheten.

Det er lite sannsynlig at tiltaket vil føre til bestands- eller økosystemendringer på en større skala. Naturverdiene innenfor planområdet er svært vanlige i en stor del av Barentshavet. Selv om bunndyrsamfunnet lokalt vil kunne bli skadelidende, er utstrekningen svært begrenset og reetableringspotensialet stort. Mulig reaksjoner hos fisk og sjøpattedyr som følge av støy fra vindturbinene vil kunne forekomme innen en radius på 20 km. I driftsfasen er det lite sannsynlig at støy vil ha noe merkbar effekt på marint naturmangfold, selv om stressresponser vil kunne ses på individnivå (se kap. 6.4). Mikroplastutslipp fra havvindinstallasjonene vurderes som små i forhold til totalutslippet i Norge. Mikroplast i havet er imidlertid et globalt problem, og utslipp til marine miljøer bør unngås så langt det er mulig.

Tiltaket vil også kunne ha en positiv effekt på lokal biomasseproduksjon. Lokale oseanografiske endringer kan føre til etablering av lokale oppvellingssoner for næringsrike vannmasser, og tilførsel av strukturer kan resultere i «kunstig rev»-effekter. Slike effekter kan forsterkes av forbud mot fiske i området, som også kan føre til økt biodiversitet i bunndyrs- og fiskesamfunnene lokalt. På den annen side, kan fiske- og tråleforbud i ett område føre til økt fisketrykk andre steder. Usikkerheten knyttet

til graden av hver av disse ulike effektene er imidlertid stor, og de totale samvirkningene og ringvirkningene i økosystemet som helhet desto vanskeligere å vurdere.

Økosystemeffekter i Barentshavet som følge av klimaendringer må også tas i betraktning ved vurdering av samlet belastning. Konsekvensen av klimaendringer for marine økosystemer er svært komplekst og vanskelig å forutse, og det er utfordrende å vurdere tiltaket i lys av dette.

Oppvarmingen foregår også raskere i arktiske områder sammenlignet med resten av verden, og en konsekvens av dette er allerede målbare endringer i utbredelsen av marine arter. Dette vil endre økosystemene i havområdet på lang sikt. GoliatVIND er et lite tiltak i denne sammenhengen, og selv om utbygging bidrar til den samlede belastningen som naturmangfold lokalt i tiltaksområdet står ovenfor, er det ikke sannsynlig at dette vil ha noen påvirkning på utviklingen i Barentshavet.

## 7.4 Avbøtende tiltak

For å minimere risiko for skade på sårbare naturverdier kan man vurdere:

- Å legge arbeider utenfor perioder der aktiviteter kan komme i konflikt med spesielt sårbare faser av organismers livssyklus.

Sjøfjærbunn finnes i området, og risiko for varig skade på disse samfunnene kan reduseres ved å legge arbeider som berører sjøbunn, som nedlegging av ankere og sjøkabler, utenfor vanlig gytesesong. De vanligste artene av sjøfjær gyter på litt forskjellige tidspunkt, og det er uklart akkurat når gyting finner sted i denne regionen, men på våren og høsten er sannsynligheten størst for at man unngår overlapp.

Planområdet overlapper ikke med spesielt viktige gytefelt, men lodde på gytevandring kan påtreffes i området på vinteren og larver kan drive med strømmen gjennom planområdet på våren og sommeren. I disse fasene er økt turbiditet i vannmasser og støy/trykk de viktigste stressfaktorene som følger av tiltaket. Risiko for skade kan reduseres ved å legge arbeider som fører til slik påvirkning til høst og tidlig vinter.

Effekten av begrensninger med tanke på tidspunkt for anleggsarbeider vil imidlertid være minimal siden risikoen for skade allerede vurderes som svært lav. Kostnad og praktisk gjennomførbarhet ved en slik tilpasning bør derfor veie tungt.

For å redusere risiko for forurensende utslipp bør følgende avbøtende tiltak gjennomføres:

- Det bør installeres lekkasjedeteksjonsutstyr i turbiner som raskt vil avdekke og stanse eventuelle lekkasjer på utstyret
- Jevnlig vedlikehold av turbiner for å redusere risiko for utslipp av mikroplast og helse- og miljøfarlige stoffer
- Etablere gode rutiner for å samle opp pussestøv og avskrap der det er mulig ved vedlikehold og reparasjoner av vindturbinene
- Det må etableres en beredskapsplan for eventuelle uhell og uhellsutslipp under som oppstår under drift av havvindkraftverket.

## 7.5 Usikkerhet

### Metode

Kvaliteten på dataunderlaget for konsekvensvurderingene deles i fire klasser, se tabell 7-2.

Tabell 7-2. Klassifisering av datakvalitet.

| Klasse | Beskrivelse                           |
|--------|---------------------------------------|
| 1      | Svært godt datagrunnlag               |
| 2      | Godt datagrunnlag                     |
| 3      | Middels godt datagrunnlag             |
| 4      | Mindre tilfredsstillende datagrunnlag |

**Marint naturmangfold**

Beskrivelsene av marint naturmangfold i planområdet er basert på informasjon tilgjengelig i offentlige databaser og rapporter, og kartleggingen av bunnhabitatet i GoliatVIND området gjennomført av DeepOcean og Akvaplan-niva. Underlagsmaterialet er omfattende, og gir et dekkende bilde av hvilke arter og biotoper det er sannsynlig å finne i planområdet. Det er god overensstemmelse mellom feltrapporten fra kartleggingen og øvrig underlag. Dataunderlaget er ikke heldekkende, men mest sannsynlig svært representativt, og vurderes dermed som godt (klasse 2).

**Forurensning og vannmiljø**

Beskrivelsene av forurensning og vannmiljø er basert på informasjon tilgjengelig i offentlige databaser og rapporter. Underlagsmaterialet er mangelfullt, og det gir ikke et godt grunnlag for å vurdere sannsynlighet og risiko for at det påtreffer et forurensende utslipp fra havvindanlegg. For forurensning og vannmiljø klassifiseres derfor datagrunnlaget som middels godt (klasse 3).

De viktigste usikkerhetene er knyttet til manglende kunnskap om utslipp fra havvindanlegg, og effekter knyttet til utslipp av bisfenol A og mikroplast.

**Påvirkning og effekter**

Beskrivelsene av påvirkning er basert på en betydelig mengde internasjonale forskningsartikler, rapporter og kunnskapsoppsummeringer. Lite av denne litteraturen og kunnskapen stammer fra norske farvann, og hovedvekten av grunnlaget er basert på erfaringer og studier fra grunnere områder. Det finnes en god del kunnskap om hvordan havvindanlegg påvirker atmosfæriske, oseanografiske og biologiske forhold. Effekter på enkelte organismegrupper er godt dokumentert, men kunnskapen om effekter på økosystemnivå er fortsatt mangelfull. Datagrunnlaget er omfattende, men overførbarheten med tanke på den geografiske plasseringen av dette tiltaket er usikker. Datagrunnlaget for vurdering av påvirkning og effekter vurderes derfor også som middels godt (klasse 3).

**Samlet usikkerhet**

Samlet defineres underlaget for vurdering av konsekvens som middels godt, klasse 3.

**7.6 Oppfølgende undersøkelser**

Det utarbeides et miljøoppfølgingsprogram (MOP) for prosjektet. Dette skal følge prosjektet og revideres etter hvert som planene for vindkraftanlegget detaljeres. Resultatene fra denne konsekvensutredningen sammen med videre detaljprosjektering vil i stor grad avdekke behovet for miljøoppfølging.

I kartleggingen av to traseer som følger sannsynlig plassering av turbinenes forankringspunkter ble det bekreftet at bunnsamfunnet i planområdet i hovedsak består av alminnelige og vidt utbredte arter. Det ble ikke påvist forekomster av sårbare biotoper (i henhold til OSPARs kriterier).

Undersøkelsene viste imidlertid en jevn tilstedeværelse av svamp, sjøfjær og gravende megafauna, selv om tettheten var relativt lav. Disse samfunnene antas sårbare ovenfor fysiske forstyrrelser<sup>/22/,/23/</sup>,

men det er liten kunnskap om effekter og evne til reetablering etter forstyrrelser. For å styrke kunnskapsgrunnlaget, anbefales det å jevnlig følge opp den visuelle kartlegging av artssamfunn på havbunnen etter anleggsfasen og i driftsfasen.

For å styrke kunnskapsgrunnlaget med hensyn til spredning av mikroplast og metaller fra havvindkraftverk kan det vurderes å gjennomføres overvåkning av vannsøyle og sjøbunn etter at anlegget er satt i drift, dersom fagmiljøet anser det som hensiktsmessig. Det vil også gjøres en vurdering av om det er mulig å overvåke utlekking av mikroplast fra vingbladene.

Selv om det ikke er forventet at støy vil ha noen innvirkning på bestandsnivå for arter av fisk og sjøpattedyr, kan det være hensiktsmessig å gjøre støymålinger i området før, under installasjon og under drift for å øke kunnskapsgrunnlaget rundt støy fra flytende havvindanlegg.

## 8 Referanser

- /1/ Klima- og miljødepartementet (2021). Meld. St. 13 (2020–2021). Klimaplan for 2021–2030. Godkjent i statsråd 8.1.2023. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>
- /2/ Statnett (2023). Kortsiktig Markedsanalyse 2023-2028. <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/planer-og-analyser/kortsiktig-markedsanalyse/>.
- /3/ Regjeringen (2023). Kraft- og industriløft for Finnmark. Pressemelding 08.08.2023. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/kraft-og-industriloft-for-finnmark/id2990581/>.
- /4/ Nærings- og fiskeridepartementet (2022). Veikart. Grønt industriløft. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/veikart-for-gront-industriloft/id2920286/>.
- /5/ Odfjell Oceanwind, Source Galileo & Kansai Electric Power (2023). Melding med forslag til prosjektspesifikt utredningsprogram for GoliatVIND. Oktober 2023.
- /6/ Energidepartementet (2024). Fastsettelse av utredningsprogram for GoliatVIND. Mottatt 11.11.2024.
- /7/ Miljødirektoratet (2023). Konsekvensutredning av klima og miljø. Veileder M-1941. <http://www.miljodirektoratet.no/konsekvensutredninger>
- /8/ Akvaplan-niva (2017). Virkninger for marint naturmiljø ved utbygging og drift av Johan Castberg. Rapport 6397-04.
- /9/ Cochran, S.K.J., Ekehaug, S., Pettersen, R., Refit, E.C., Hansen, I.M. & Aas, L.M.S. (2019). Detection of deposited drill cuttings on the sea floor - A comparison between underwater hyperspectral imagery and the human eye. Marine Pollution Bulletin, Volume 145, Pages 67-80.
- /10/ Eni Norge AS, StatoilHydro ASA & Det norske oljeselskap ASA (2008). Goliat. Plan for utbygging og drift av Goliat. Del 2 Konsekvensutredning. Dok.nr. 000096\_DV\_CD.HSE.0219.000\_00, datert 7.11.2008.
- /11/ Eni Norge AS (2007). Goliat development project. Concept selection phase. Forslag til program for konsekvensutredning. Vurdering av høringsuttalelser. Dokument datert 02.11.2007.
- /12/ Akvaplan-niva (2024). Mapping of seabed habitats at the Goliat Wind area (rapportnr. 66000\_2). Datert 03.09.2024.
- /13/ Acona CMG & Akvaplan-niva (2008). Konsekvensutredning Goliat. Konsekvenser for fiskeri og havbruk. Rapport NO-07122.
- /14/ Maraeno (2023). Bunnsedimenter (kornstørrelse). Nettbasert karttjeneste besøkt 29.09.2023; <http://mareano.no/kart/mareanoPolar.html?#maps/7152>.
- /15/ Akvaplan-niva (2020). Overvåknings- og grunnlagsundersøkelser i Barentshavet 2019. Rapport.nr 60711.03.
- /16/ Hallanger, G., Gjerstad, K., Eriksen, E., Nerland Bråte, I.L., Kiel Jensen, L., Ask, A.V., Kögel, T., Huserbråten, M., Boitsov, S., Bank, M., Gabrielsen, G.W. & Grøsvik, B.E. (2004). Marine litter and microplastics in the Barents Sea area. Miljødirektoratet M-2805.
- /17/ Acona (2019). Utredning av feltutbyggingsprosjekter på norsk sokkel. Hovedrapport. Utarbeidet for Petroleumstilsynet, rapp.nr. SAK2018/1225.
- /18/ Bortoluzzi, J. R., McNicholas, G. E., Jackson, A. L., Klöcker, C. A., Ferter, K., Junge, C., Bjelland, O., Barnett, A., Gallagher, A., Hammerschlag, N., Roche, W. & Payne, N. (2024). Transboundary movements of porbeagle sharks support need for continued cooperative research and management approaches. Fisheries Research. 275. 10.1016/j.fishres.2024.107007.
- /19/ Artsdatabanken. (2024). Artskart. Hentet 15.08.2024 fra: <https://artskart.artsdatabanken.no/>.

- /20/ Havforskningsinstituttet. (2024). Dugnad for havet, Marine citizen science. Hentet 15.08.2024 fra <https://dugnadforhavet.no/dataportal>.
- /21/ Aglen, A., Børsheim, Y., Chierici, M., Eriksen, E., Fosså, J.H. (red.), Hvingel, C., Johannesen, E., Jørgensen, L., Knutsen, T., Naustvoll, L.-J., Skern-Mauritzen, M., Sundet, J. & Vikebø, F. (2012). Kunnskap om marine naturressurser i Barentshavet sørøst. Rapport fra Havforskningen nr. 21-2012.
- /22/ OSPAR Commission (2010). Background document for deep sea sponge aggregations. OSPAR Biodiversity Series 485/2010, ISBN 978-1-907390-26-5. Tilgjengelig på [http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00485\\_deep\\_sea\\_sponge\\_aggregations.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00485_deep_sea_sponge_aggregations.pdf).
- /23/ OSPAR Commission (2010). Background Document for Seapen and Burrowing megafauna communities. OSPAR Biodiversity Series 481/2010. 27pp. ISBN 978-1-907390-22-7. Tilgjengelig på <https://www.ospar.org/documents?v=7261>.
- /24/ Arneberg, P., van der Meeren, G.I., Frantzen, S. & Vee, I. (red.) (2020). Status for miljøet i Barentshavet – rapport fra Overvåkingsgruppen 2020. Fisker og Havet nr. 2020-13, Havforskningsinstituttet.
- /25/ Akvaplan-niva (2016). Note: Visual survey of sediment conditions at Goliat Eye. August 2016.
- /26/ Utbredelseskart fra Havforskningsinstituttet, tilgjengelig via <http://kart.hi.no/data/web/?0>.
- /27/ Gjøsæter, H. (1998). The population biology and exploitation of capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea, Sarsia, Volume 83, Issue 6, Pages 453-496. <http://doi.org/10.1080/00364827.1998.10420445>.
- /28/ Havforskningsinstituttet. Tema: Lodde – Barentshavet. Hentet 18.11.2024 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/lodde--barentshavet>.
- /29/ ICES (2020). Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR). ICES Scientific Reports. Report. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5998>
- /30/ Hamilton, C.D., Lydersen, C., Aars, J., Biuw, M. and others (2021). Marine mammal hotspots in the Greenland and Barents Seas. Mar Ecol Prog Ser 659:3-28. <https://doi.org/10.3354/meps13584>
- /31/ Dannheim, J., Degraer, S., Elliot, M., Smyth, K. & Wilson, J.C. (2019), Chapter 4: Seabed communities. Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions, Volume 3: Offshore: Potential Effects. (Ed. Perrow, M.R.) Pelagic Publishing.
- /32/ Boström, G., Ludewig, E., Schneeohorst, A. & Pohlmann, T. (2019). Chapter 3: Atmosphere and ocean dynamics. Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions, Volume 3: Offshore: Potential Effects. (Ed. Perrow, M.R.) Pelagic Publishing.
- /33/ Havforskningsinstituttet (2020). Rapport fra havforskningen: Potensielle effekter av havvindanlegg på havmiljøet. <http://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-42>
- /34/ Multiconsult (2024). GoliatVIND. Vurdering av undervannsstøy. Multiconsult-rapport 10255025-01-RIMT-RAP-01.
- /35/ Havforskningsinstituttet (2024). Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet. Kunnskapsgrunnlag, vurderinger og råd for 2024. Rapport fra havforskningen NR 2023-63.
- /36/ Cresci, A., Zhang, G., Larsen, T., Shema, S., Skiftesvik, A.B. & Browman, H.I. (2023). Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae are attracted by low-frequency noise simulating that of operating offshore wind farms. Communications Biology, vol. 6, p. 10.
- /37/ G+ Global Offshore Wind Health and Safety organization (2022). Incident report.

- /38/ Kirchgeorg, T., Weinberg, I., Hörnig, M., Baier, R., Schmid, M.J. & Brockmeyer, B. (2018). Emission from corrosion protection system of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, volume 136.
- /39/ Kystverket (2022). Sannsynligheten for akutt forurensning fra skip i norske havområder og ny kunnskaps om lavsvoveldrivstoffenes grunnleggende egenskaper.
- /40/ Jørgen Stenersen (2002). Gifter- Virkninger og mekanismer. Utvalgte temaer fra toksikologien.
- /41/ Multiconsult (2025). 10252119-01-RIM-Not-003 Undersøkelser av bisphenol A.
- /42/ Parolini, Stucchi, Ambrosine & Romano (2023). A global perspective on microplastic bioaccumulation in marine organisms. *Ecological Indicators*, volume 149
- /43/ Newell, R.C., Seiderer, L.J., & Hitchcock, D. (1998). The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology*, Volume 36, Pages 127-178.
- /44/ Edge, K.J., Johnston, E.L., Dafforn, K.A., Simpson, S.L., Kutti, T. & Bannister, R.J. (2016). Sub-lethal effects of water-based drilling muds on the deep-water sponge *Geodia barretti*. *Environmental Pollution*, Volume 212, Pages 525–534.
- /45/ Kutti, T., Bannister, R.J., Fosså, J.H., Krogness, C.M., Tjensvoll, I. & Søvik, G. (2015). Metabolic responses of the deep-water sponge *Geodia barretti* to suspended bottom sediment, simulated mine tailings and drill cuttings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 473, Pages 64–72.
- /46/ Bell, J.J., McGrath, E., Biggerstaff, A., Bates, T., Bennett, H., Marlow, J. & Shaffer, M. (2015). Sediment impacts on marine sponges. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 94, Issues 1–2, Pages 5-13.
- /47/ Musgrave, E.M. (1909). Memoirs: Experimental Observations on the Organs of Circulation and the Power of Locomotion in Pennatulids. *Journal of Cell Science*, Volume 215, Pages 443–481: doi: <http://doi.org/10.1242/jcs.s2-54.215.443>.
- /48/ Miatta, M & Snelgrove, P.V.R. (2022). Sea pens as indicators of macrofaunal communities in deep-sea sediments: Evidence from the Laurentian Channel Marine Protected Area. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Volume 182, ISSN 0967-0637, doi: <http://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103702>
- /49/ Edwards, D.C.B. & Moore, C.G. (2008). Reproduction in the sea pen *Pennatula phosphorea* (Anthozoa: Pennatulacea) from the west coast of Scotland. *Marine Biology*, Volume 155, Pages 303–314. <http://doi.org/10.1007/s00227-008-1028-6>.
- /50/ Nehls, G., Harwood, A.J.P. & Perrow, M.R. (2019). Chapter 6: Marine mammals. *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*, Volume 3: Offshore: Potential Effects. (Ed. Perrow, M.R.) Pelagic Publishing.
- /51/ Boström, G. (2008). On the influence of large wind farms on the upper ocean circulation. *Journal of Marine Systems*, Volume 74, Issues 1-2, Pages 585-591. <http://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.05.001>.
- /52/ Boström, G., Ludewig, E., Schneeohorst, A. & Pohlmann, T. (2019). Chapter 3: Atmosphere and ocean dynamics. *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*, Volume 3: Offshore: Potential Effects. (Ed. Perrow, M.R.) Pelagic Publishing.
- /53/ Haberlin, D., Cohuo, A. & Doyle, T.K. (2022). Ecosystem benefits of floating offshore wind. Cork: MaREI – Science Foundation Ireland Centre for Energy, Climate and Marine, University College Cork.

- /54/ Cresci, A., Durif, C.M.F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B. & Browman, H.I. (2022). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (*Melanogrammus aeglefinus*), *PNAS Nexus*, Volume 1, Issue 4, September 2022, pgac175, <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175>
- /55/ Mauricio, H.O.C., Shadman, M., Amiri, M.M., Silva, C., Estefen, S.F. & La Rovere, E. (2021). Environmental impacts of offshore wind installation, operation and maintenance, and decommissioning activities: A case study of Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier.
- /56/ Bakke, T., Dale, T., Golmen, L.G., Kvassnes, A., Johnsen, T.M. & Åltand, Å. (2013). Detaljreguleringsplan for sjøområder i Vats- og Yrkefjorden. Konsekvensutredning. Deltema: marint miljø. NIVA-rapport nr. 6470.
- /57/ Farr, H., Ruttenberg, B., Walter, R.K., Wang, Y.H. & White, C. (2021). Potential environmental effects of deepwater floating offshore wind energy facilities. *Ocean and Coastal management* 207. Elsevier.
- /58/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2022). Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land. Forurensning. Hentet 02.10.2023 fra <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/forurensning/>.
- /59/ Sundt, P., Haugedal, S. R., Rem, T. & Schulze, P.-E. (2020). Norske landbaserte kilder til mikroplast. Miljødirektoratet, rapport M-1910. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/april-2021/norske-landbaserte-kilder-til-mikroplast/>.
- /60/ Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E. & Embling, C. B. (2019). The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Front. Mar. Sci.*, vol. 6, nr. 606, p. 21.
- /61/ Artsdatabanken (2024). Flaggermus Chiroptera. Hentet 23.08.2024 fra <https://artsdatabanken.no/Taxon/Chiroptera/298>.
- /62/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2023). Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land. Flaggermus. Hentet 23.08.2024 fra <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/flaggermus/>.
- /63/ Christensen, M. (2024). Flaggermus ved Kriegers Flak Havmøllepark 2022 og 2023. WSP-rapport.
- /64/ Frafjord, K. (2023). Flaggermus i Store norske leksikon på snl.no. Hentet 23.08.2024 fra <https://snl.no/flaggermus>.
- /65/ Offshore Norge (2023). Miljøregelverket for havvind En komparativ studie av miljøregelverket for havvind i Norge, Danmark og UK. Rapport datert oktober 2023.
- /66/ Collin, S. & Whitehead, D. (2004). The functional roles of passive electroreception in non-electric fishes. *Animal Biology*. 54. 10.1163/157075604323010024.
- /67/ DNV. Strategisk konsekvensutredning for havvind. Fagutredning: Virkninger av forurensning og avfall. 26.6.2024
- /68/ Akva-plan NIVA (2021) Sea-based sources of microplastic to the Norwegian marine environment.
- /69/ Tricas, T. & Sisneros, J. (2004). Ecological Functions and Adaptation of the Elasmobranch Electrosense. 10.1007/978-94-1060-3\_14.
- /70/ Artsdatabanken (2023). Fremmede arter i Norge - med økologisk risiko 2023. Hentet 20.11.2024 fra: <http://www.artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023>.

- /71/ Miljøstatus (2023). Fremmede arter i Barentshavet. Hentet 20.11.2024 fra:  
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/havindikatorer/barentshavet/fremmede-arter/fremmede-arter-i-barentshavet/>.
- /72/ Systad, G.H.R., Hilde, C.H., Bårdsen, B.-J. & Fauchald, P. (2024). Konsekvenser for fugl ved etablering av havvindkraftverk ved Goliat. NINA Rapport 2469. Norsk institutt for naturforskning.
- /73/ Oppedal, F., Vindas, M., Sivle, L. D.; de Jong, K.; Dempster, T.; Forland, T. N., Barrett, L. 2024. Lyd i lakseoppdrett. Rapport fra havforskningen 2024-23. Havforskningsinstituttet.