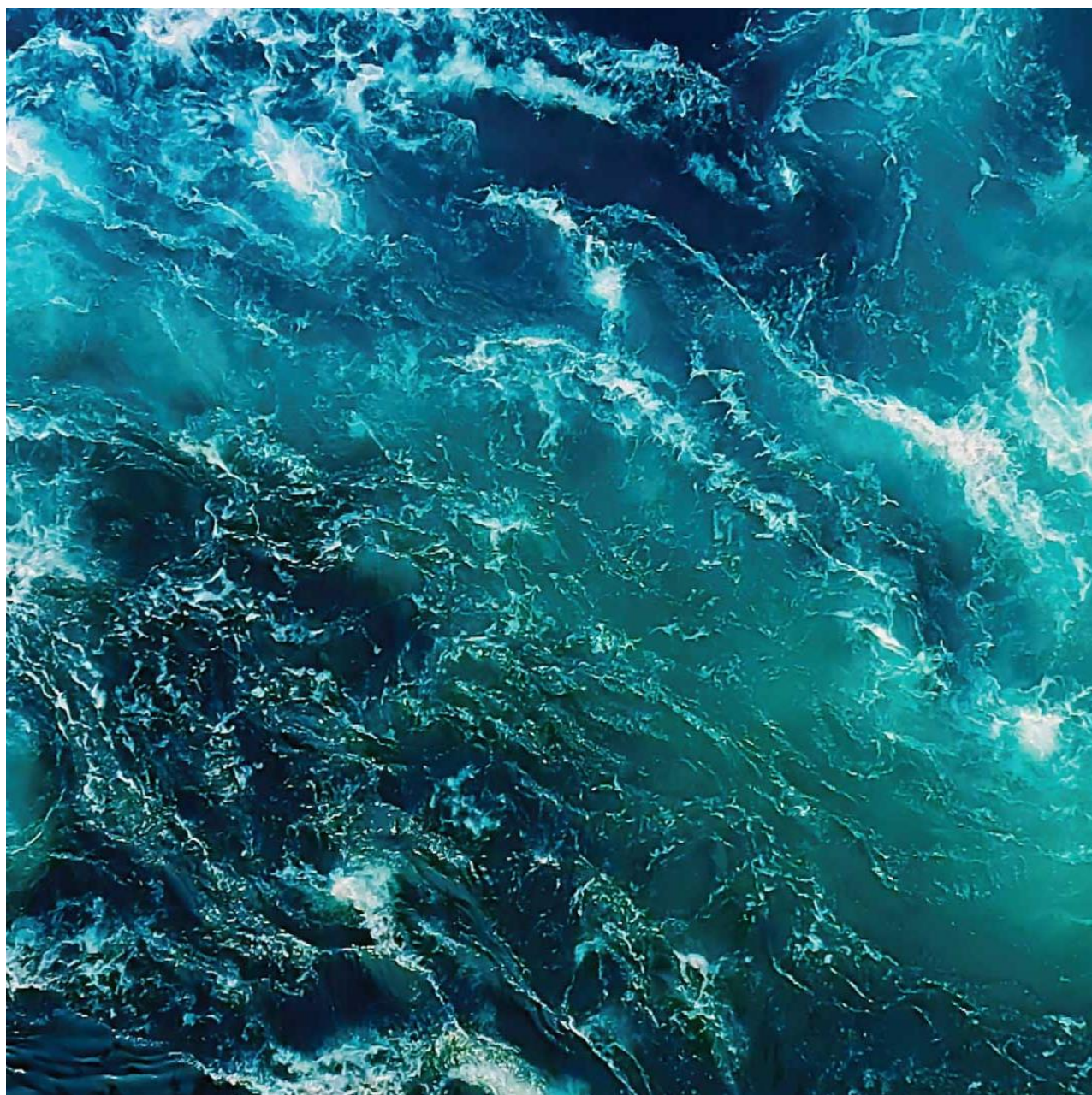


Fagutredning for virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser: Vestavind B, Vestavind F, Sørvest F

Akvaplan-niva AS Rapport: 2024 65415.01



Fagutredning for virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser: Vestavind B, Vestavind F, Sørvest F

Forfattere	Anna Siwertsson, Michael Bedington, Pierre Blévin, Sandra Gran, Sonja Kistenich, Marta Moyano, Sanna Majaneva, Christoph Noever, Ingvild Ytterhus Utengen, Ørjan S. Vabø
Kart	Chris Emblow
Dato	25-10-2024
Rapport nr.	2024 65415.01
Antall sider	179
Distribusjon	Gjennom kunden
Kunde	Norges Vassdrag og Energidirektorat
Kontaktperson	Ingvild Andersson

Sammendrag

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra NVE og utgjør et faglig grunnlag for strategisk konsekvensutredning av 20 områder på norsk sokkel identifisert for mulig etablering av havvind. Utredningen sammenstiller kunnskapsgrunnlag om virkninger av etablering av havvind på naturmangfold i de frie vannmassene generelt, og vurderer virkninger for hvert enkelt av de tre områdene Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F. I denne rapporten utredes virkninger fra havvind på sjøpattedyr, plankton og fisk, og følgende påvirkninger har blitt identifisert som de som har størst innvirkning på naturmangfold i de frie vannmasser:

- Oseanografiske endringer
- Elektromagnetisme
- Undervannsstøy
- Lysforurensning
- Fysisk påvirkning fra fundamenter

De fysiske havvindanlegg vil påvirke sirkulasjon og lagdeling av vannmassen, noe som igjen kan påvirke produktiviteten til planteplankton, samt fordeling og utbredelse av dyreplankton, fiskeegg og larver. Slike endringene kan ha ringvirkninger på fiskebestander og hele det marine økosystemet. Elektromagnetiske felt fra strømkabler, undervannsstøy og lys kan gi både fysiologiske og adferdsmessige endringer hos fisk og pattedyr. Av disse er effekter av støy mest studert, og vurderes til å være en viktig påvirkningsfaktor fra havvind på sjøpattedyr og fisk. Etablering av havvind i åpne havområder introduserer harde strukturer som kan fungere som kunstige rev ved at de koloniseres av fastsittende organismer. Dette kan for eksempel føre til manetoppblomstringer, og strukturene kan fungere som skjul for fisk og mobile bunndyr, og tiltrekke seg fisk og sjøpattedyr.

Vurdering av konsekvens for hver gruppe (sjøpattedyr, plankton og fisk) er gjort for fire faser (planlegging, utbygging, drift, avvikling) av havvind, der det fokuseres på direkte effekter av den/de påvirkningsfaktorene som forventes å medføre størst virkning.

Utredningsområdet **Vestavind B** ligger i Nordsjøen, ut for Vestland, og er vurdert egnet for flytende havvind. Utbygging av havvind i dette området vurderes å medføre noe negativ konsekvens for flere grupper av sjøpattedyr, plankton og fisk, og middels negativ

konsekvens for noen bestander av torskefisk med gyteområde som overlapper med området (blålange, sei og øyepål). I de fleste tilfeller er denne vurderingen relatert til at Vestavind B overlapper med viktige funksjonsområder for flere arter, f.eks. beiteområde for bardehvaler, spermhval og spekkhogger, migrasjonsområde for flere hvalarter, og gyteområde for en rekke torskefisk (blålange, øyepål, sei, brosme og lange). Mangel på kunnskap om både utbredelse av arter og funksjonsområder og om effekter fra flytende havvind, medfører middels til høy usikkerhet i vurderingene for de fleste grupper.

Vestavind F ligger i Nordsjøen, ut for Rogaland fylke, og er egnet for flytende havvindteknologi. Vestavind F er identifisert som et mulig tilleggsareal til Utsira Nord, som allerede er åpnet for etablering av havvind. I nullalternativet for Vestavind F inngår utbygging av 1,5 GW, som fremgår av åpningsvedtaket for Utsira Nord. Denne utredningen vurderer konsekvenser av 1) økt kapasitet i allerede åpnete prosjektområder, og 2) nye havvindanlegg i tilleggsareal utenom Utsira Nord. Konsekvensen av økt kapasitet innenfor prosjektområdene i Vestavind F (alternativ 1) er vurdert til å være ubetydelig i alle faser, unntatt utbyggings- og avviklingsfasen der støy kan ha noe negativ konsekvens for sjøpattedyr. Utbygging av ytterligere flytende havvindanlegg i tilleggsareal (alternativ 2) vurderes i tillegg å medføre noe negativ konsekvens i flere faser for fisk og for sjøpattedyr i planleggingsfasen. Det forventes også noe negativ konsekvens for planteplankton og pelagiske krepsdyr grunnet forventede større endringer i oseanografiske forhold når et større geografisk område blir bygget ut. Det knyttes middels til høy usikkerhet til vurderingene for de fleste ressursene, grunnet utilstrekkelig kunnskap om både utbredelse av arter, funksjonsområder og om effekter fra flytende havvind.

Sørvest F er plassert i midtre deler av Nordsjøen, og grenser mot sørøst til dansk sokkel. Området vurderes aktuelt for bunnfast havvindteknologi. Sørvest F er identifisert som et mulig tilleggsareal til Sørliche Nordsjø II, som allerede er åpnet for etablering av havvind.

I nullalternativet for Sørvest F inngår utbygging av 3 GW som Sørliche Nordsjø II allerede er åpnet for. I denne utredningen vurderes konsekvenser av kapasitetsutvidelse utover dette for to ulike alternativer: 1) Kapasitetsutvidelse ved nye havvindanlegg innenfor ikke tildelt område i Sørliche Nordsjø II, innenfor grensene til Sørvest F, og 2) Nye havvindanlegg i tilleggsareal nord for det åpnete området Sørliche Nordsjø II. Disse to alternativene vurderes i de fleste tilfeller ha lik grad av konsekvens for pelagisk naturmangfold. Utbygging av ytterligere bunnfaste havvindanlegg i Sørvest F vurderes å medføre middels negativ konsekvens for tobis, som lever deler av livssyklusen sin nedgravd i bunnsedimentet, og forventes å bli påvirket av aktiviteter, særlig i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen. Detaljert kartlegging av bunnsubstrat anbefales før utbygging, for å unngå tobisområder.

Middels negativ konsekvens vurderes også for torskefisk i den sørlige delen av Sørvest F, der spesielt aktiviteter i utbyggingsfasen vil kunne påvirke gyteområdene for brosme og lange. Konsekvensen for disse gruppene i andre faser, og for andre grupper av sjøpattedyr, plankton og fisk, vurderes til noe negativ.

De fleste vurderingene i foreliggende utredning er forbundet med middels til stor usikkerhet på grunn av utilstrekkelig kunnskap om arters utbredelse og sesongvariasjon, direkte og indirekte effekter av ulike påvirkningsfaktorer fra havvind, særlig på populasjonsnivå, og den samlede effekten fra alle faser og påvirkninger.

Bedre kartlegging vil kunne minske usikkerheten for de fleste områder og ressurser. Negative konsekvenser kan reduseres ved å plassere havvindanlegg utenfor viktige funksjonsområder, f.eks. gyte- og vandringsområder. Kortvarige aktiviteter, som seismikk

og pæling, kan gjennomføres i de minst sårbare periodene for de marine ressursene, det vil si utenom perioder for f.eks. gyting og migrasjon. Basert på tilgjengelig informasjon om gytetidspunkt er de minst sårbare periodene for fisk fra august – desember i Vestavind B, september – mars i Vestavind F, og juli – november i Sørvest F.

Ulike tekniske løsninger og utforming av havvindanlegget vil medføre ulik grad av påvirkning. For kortvarige støyende aktiviteter, f.eks. pæling, kan avbøtende tiltak, som skremmeinnretninger eller "soft start"/"ramp up", brukes for å advare sjøpattedyr og fisk og få de til å forlate området. For bedre kunnskap om effekter fra havvind anbefales en kombinasjon av eksperimentelle studier og feltstudier, f.eks. for å sammenligne forhold før, under og etter utbygging av havvind.

Godkjenninger



Anna Siwertsson
Prosjektleder



Virginie Ramasco
Kvalitetskontroll rapport



Lars-Henrik Larsen
Kvalitetskontroll rapport

Forord

På oppdrag fra Energidepartementet skal Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) gjennomføre en strategisk konsekvensutredning (SKU) av 20 havområder identifisert for havvind. Utredningsprogrammet ble fastsatt av Energidepartementet 14. sept. 2023. På oppdrag for NVE har Akvaplan-niva i samarbeid med NIVA og Runde Forsking utført denne fagutredningen for virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser.

Oppdragsgiver har bedt om to fagutredninger:

- En for de tre områdene Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F, som skal danne grunnlag for en åpningsprosess frem mot utlysning i 2025.
- En for de øvrige 17 identifiserte områdene

Dette er den første utredningen som gjelder de tre områdene Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F. Fagutredningen sammenstiller nåværende kunnskapsgrunnlag for virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser generelt, og vurderer virkningene for hvert enkelt av de tre områdene.

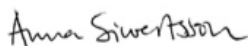
Akvaplan-niva takker NVE for oppdraget.

Oversikt over personell ansvarlige for vurderingene:

Vurderingsgruppe	Personell
Sjøpattedyr	Pierre Blévin, Ingvild Ytterhus Utengen (Akvaplan-niva)
Fisk	Christoph Noever, Ørjan S. Vabø (Runde forskning)
Plankton	Marta Moyano (NIVA), Sonja Kistenich (NIVA), Sanna Majaneva (Akvaplan-niva)

Tromsø,

25. oktober 2024



Anna Siwertsson

Innhold

FORORD	5
1 BAKGRUNN	3
2 DEL 1: KUNNSKAPSGRUNNLAG.....	4
2.1 Naturmangfold i de frie vannmasser	4
2.2 Avgrensing mot fagutredning for virkninger på bunnsamfunn og naturtyper	7
2.3 Påvirkninger fra havvind med ulik teknologi og i ulike faser	8
2.3.1 Oseanografiske endringer	9
2.3.2 Elektromagnetisme	10
2.3.3 Undervannsstøy	12
2.3.4 Lys	15
2.3.5 Fysisk påvirkning fra fundamenter	16
2.4 Dokumenterte effekter av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser	19
2.4.1 Effekter på sjøpattedyr.....	19
2.4.2 Effekter på fisk.....	25
2.4.3 Effekter på plankton.....	31
2.5 Oppsummering av kunnskapsmangler	37
3 DEL 2: METODE FOR VURDERING AV KONSEKVENNS AV HAVVINDUTBYGGING.....	40
3.1 Innsamling av data	40
3.1.1 Bunntopografi og oseanografiske forhold.....	40
3.1.2 Næringsaktiviteter.....	40
3.1.3 Oseanografiske endringer	40
3.1.4 Naturmangfold i de frie vannmasser	41
3.2 Prinsipper for konsekvensvurdering.....	41
3.3 Identifisering av relevante miljøverdier	42
3.3.1 Identifiserte arter av sjøpattedyr.....	42
3.3.2 Identifiserte arter av fisk.....	44
3.3.3 Identifiserte grupper av plankton	46
3.4 Delområder og verdisetting.....	47
3.4.1 Verdisetting sjøpattedyr.....	50
3.4.2 Verdisetting fisk.....	51
3.4.3 Verdisetting plankton	53
3.5 Vurdering av grad av påvirkning.....	54
3.5.1 Nullalternativ og referanseprosjekt.....	54
3.5.2 Påvirkningskriterier og -skala.....	54
3.5.3 Vurdering av påvirkning på sjøpattedyr	59
3.5.4 Vurdering av påvirkning på fisk.....	61
3.5.5 Vurdering av påvirkning på plankton.....	64
3.6 Konsekvens	65
3.7 Usikkerheter.....	67
3.7.1 Vurdering av usikkerhet	67
4 DEL 3 SPESIFIKKE TEKSTER FOR UTREDNINGSOMRÅDENE	70
4.1 Vestavind B.....	70
4.1.1 Sammendrag: Vestavind B	70
4.1.2 Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind B.....	71

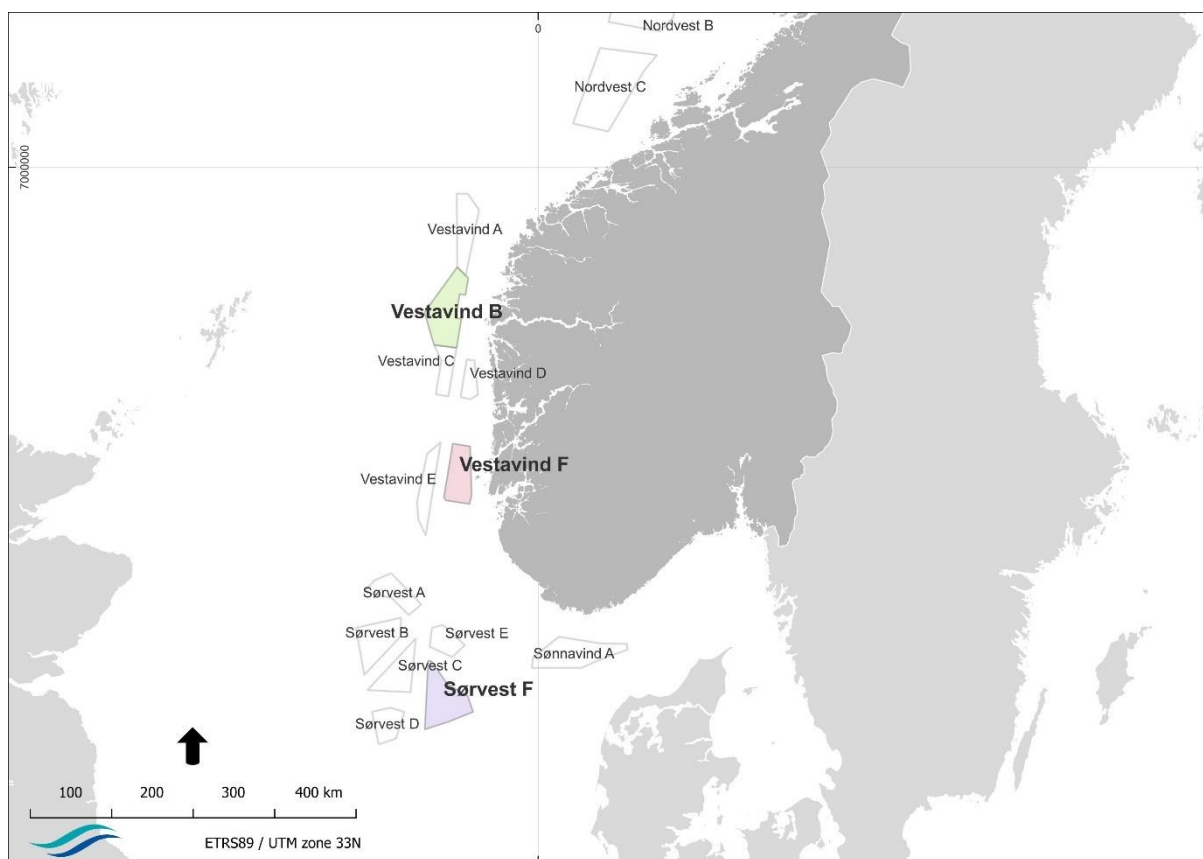
4.1.3	Identifiserte forekomster, verdivurdering og delområder: Vestavind B	73
4.1.4	Påvirkning og konsekvens: Vestavind B.....	82
4.1.5	Kunnskapsmangler: Vestavind B	96
4.2	Vestavind F.....	97
4.2.1	Sammendrag Vestavind F	97
4.2.2	Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind F.....	98
4.2.3	Identifiserte forekomster, verdivurdering og delområder: Vestavind F	102
4.2.4	Påvirkning og konsekvens: Vestavind F.....	109
4.2.5	Kunnskapsmangler: Vestavind F	126
4.3	Sørvest F.....	127
4.3.1	Sammendrag: Sørvest F	127
4.3.2	Områdebeskrivelse og nullalternativ: Sørvest F.....	128
4.3.3	Identifiserte forekomster, verdivurdering og delområder: Sørvest F	132
4.3.4	Påvirkning og konsekvens: Sørvest F.....	139
4.3.5	Kunnskapsmangler: Sørvest F	155
5	DEL 4: BETRAKTNINGER OM SAMLEDE VIRKNINGER	156
5.1	Begrensninger og usikkerhet i utredningen	156
5.1.1	Omfang av arter/grupper som vurderes.....	156
5.1.2	Variasjon i utbredelse/forekomster nå og i fremtiden	156
5.1.3	Vurdering av populasjonseffekter.....	156
5.1.4	Indirekte effekter	157
5.1.5	Erfaringer fra å inkludere plankton i utredningen.....	157
5.2	Samlede virkninger og storskalaeffekter	157
5.2.1	Samlede virkninger	157
5.2.2	Storskala utbygging og konsekvens for pelagisk naturmangfold	158
5.2.3	Storskala utbygging og risiko for introduksjon og spredning av fremmede arter	158
5.2.4	Virkninger fra havvind på økosystem.....	159
6	REFERANSER.....	160
7	VEDLEGG	179

1 Bakgrunn

Denne utredningen sammenstiller kunnskap om virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser generelt, og vurderer virkninger av havvind i tre områder: Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F (Figur 1). I Sørvest F og Vestavind F er det åpnet for utbygging av havvind i deler av området, Sørlige Nordsjø II (tildelt Ventyr våren 2024) og Utsira Nord, mens Vestavind B er et nytt område som skal utredes (identifisert av NVE i 2023). Disse tre områdene skal utredes med sikte på åpning og utlysning av prosjektområder i 2025, og skal ikke vurderes opp mot hverandre eller de øvrige 17 områdene.

I denne rapporten utredes virkninger fra havvind på marine pattedyr, plankton og fisk. Noen organismer i disse gruppene er delvis tilknyttet havbunnen, og disse omtales også i studien av virkninger på bunnsamfunn og naturtyper (Cochrane m.fl. 2024). I vurderingene vektlegges spesielt truede eller nær truede arter på den norske rødlista, arter på OSPARs liste over truede og/eller minkende arter og habitater, ansvarsarter for Norge, samt økologisk- og kommersielt viktige arter som kan forventes å være sårbare for havvind.

Rapporten er delt inn i fire deler: 1) Kunnskapsgrunnlag om virkninger fra havvind på naturmangfold i de frie vannmasser, 2) Metodebeskrivelse for vurdering av virkninger og konsekvens, 3) Vurderinger for de tre områdene Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F, 4) Betraktninger om samlede virkninger.



Figur 1. Utredningsområder for mulig utbygging av havvind på sørlig del av norsk sokkel. Områdene omtalt i foreliggende rapport er vist med farge: Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F.

2 DEL 1: Kunnskapsgrunnlag

2.1 Naturmangfold i de frie vannmasser

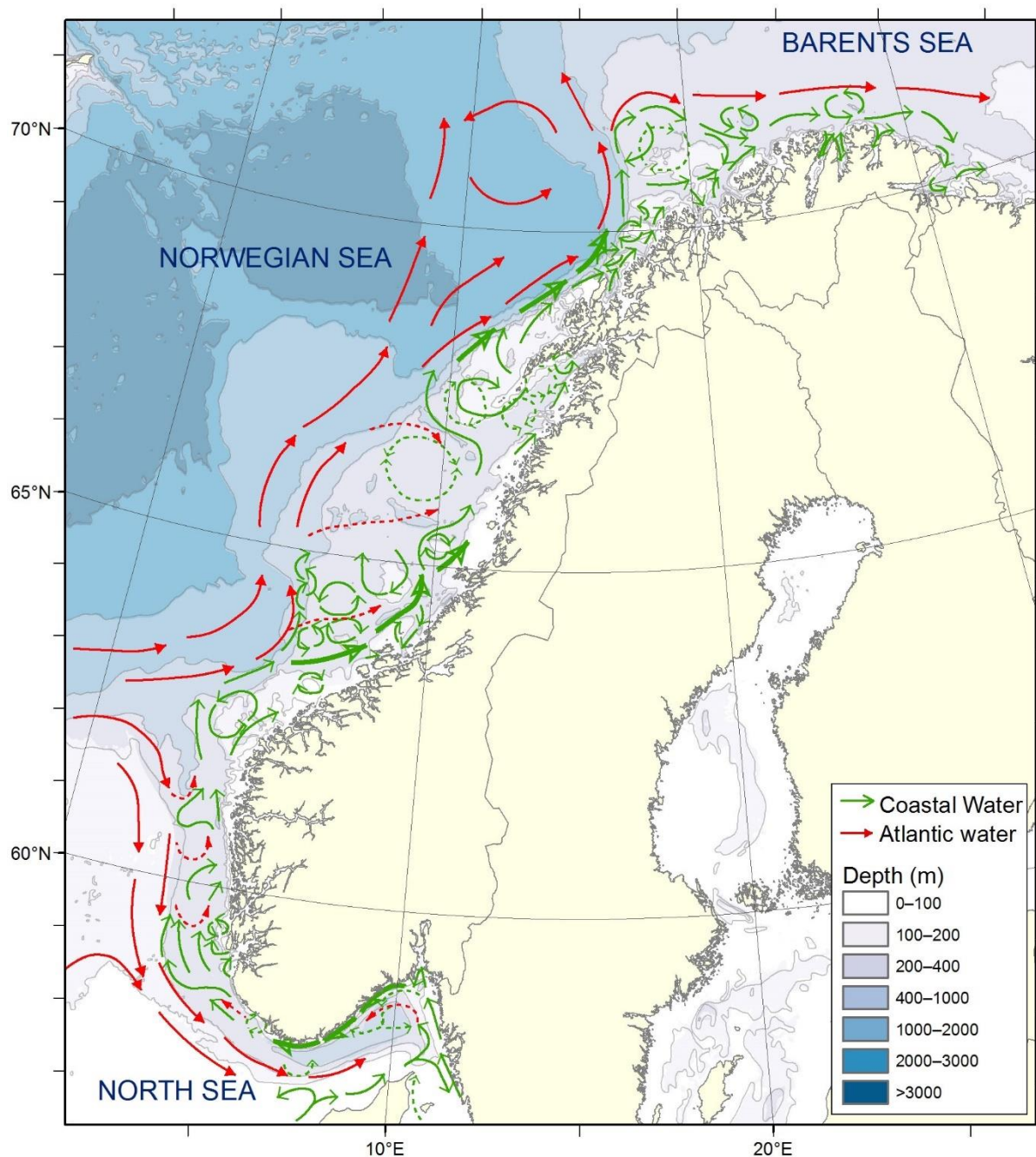
Naturmangfold i de frie vannmassene består av en rekke forskjellige organismer, fra plankton til hvaler og inkluderer også mikroorganismer som bakterier og virus. De frie vannmassene er deler av vannsøylen som ikke er i direkte kontakt med havbunnen, og kalles pelagialen. Organismer som lever i de frie vannmassene kalles pelagiske, mens de som lever på eller nær bunnen betegnes som bentiske eller demersale. Økosystemer i havet deles ofte i en pelagisk og en bentisk næringskjede. På laveste nivå i den pelagiske næringskjeden finnes planteplankton, som danner grunnlaget for livet i havet gjennom fotosyntese. Andre pelagiske organismer er avhengige av planteplankton for å overleve, vokse og formere seg. Planteplankton blir spist av dyreplankton, som i sin tur beites på av en rekke dyr, blant annet fisk, som igjen blir spist av større fisk, sjøfugl og hval.

Organisk materiale, f.eks. avføring (feces) og døde organismer, fra de frie vannmassene synker ned til havbunnen, og danner grunnlaget for den bentiske næringskjeden. Den bentiske næringskjeden består både av dyr som lever av det som synker ned, dyr som filtrerer ut næring fra vannmassene, og predatorer som lever av å spise andre dyr. Denne oppdelingen i pelagiske og bentiske næringskjeder er pragmatisk, og det finnes mange koblinger og organismer som benytter begge områdene. For eksempel spiser mange fiskearter byttedyr fra både pelagiske og bentiske miljø. Andre arter skifter miljø i ulike livsstadier, f.eks. maneter som har et fastsittende polyppestadie og en pelagisk medusa, eller omvendt har mange bunndyr et pelagisk larvestadium som gjør det mulig å spre seg til nye områder.

Mens mange bunnlevende organismer kan være fastsittende eller lite mobile, er pelagiske organismer ofte spredt over store områder og har ikke like klart avgrensede utbredelsesområder som bunnfaunaen. Utbredelse av organismer og prosesser vil derfor ofte spenne langt utover grensene for utredningsområdene for havvind. Det pelagiske økosystemet er tredimensjonalt, og det er store variasjoner mellom ulike dyp i de frie vannmassene. Noen pelagiske organismer har liten evne til egenbevegelse (plankton) og blir hovedsakelig ført passivt med havstrømmer, mens andre (fisk, pattedyr) er mobile og kan forflytte seg og aktivt oppsøke områder med optimale forhold.

De 20 områder som vurderes for etablering av havvind er lokalisert langs hele norskekysten. Det totale området spenner over 6 breddegrader (ca. 670 km, fra 56 til 72°N), og det er stor variasjon i fysisk-kjemiske forhold og artssammensetning i økosystemene fra sør til nord. Langs den norske kysten er det to viktige havstrømmer som fører med seg ulike vannmasser nordover (Figur 2). Nærmest land fører kyststrømmen næringsrikt og mindre salt vann fra Østersjøen og norske elver nordover. Utenfor kyststrømmen transporterer den Nordatlantiske strømmen (forlengelsen av Golfstrømmen) varmere og saltere atlantisk vann nordover. Kystvannet blandes på sin vei nordover med vann fra Atlanterhavsstrømmen, og blir derfor gradvis saltere.

Utredningsområdene ligger i ulik avstand fra kysten, og vil i ulik grad være influert av den Nordatlantiske strømmen og den norske kyststrømmen. Fysiske og kjemiske egenskaper til vannet, som temperatur, salt- og næringsinnhold, påvirker både planteplanktonproduksjon og fysiologiske prosesser hos pelagiske organismer. Vannets egenskaper varierer både med sesong og i ulike vannmasser, og påvirkes av havstrømmer og klimatiske forhold.



Figur 2 Kyststrømmen (grønne piler) har sin opprinnelse i Østersjøen og er sterkest langs kysten. Atlantisk vann med opprinnelse i Mexicogulfen strømmer langs sokkelkanten utenfor kyststrømmen (røde piler). Figur fra Havforskningsinstituttet (2020).

I beskrivelser av de frie vannmassene deles vannsøylen inn i vertikale soner. Øverst finnes epipelagisk sone (<200 m), der det er nok lys til fotosyntetisk aktivitet. Den kalles derfor også fotisk eller eufotisk sone. I denne sonen foregår det meste av primærproduksjon, og tettheten av konsumenter (dyreplankton og pelagisk fisk) er som regel størst her. Under denne sonen er mesopelagisk sone, der det fortsatt er noe lys men ikke nok til fotosyntese. Ofte brukes begrepet mesopelagisk om områder mellom 200 og 1000 m dyp. I mesopelagialen finnes organismer som fisk, krepsdyr, bløtdyr og nesledyr. Mange av artene vandrer opp i epipelagialen om natten for å beite og ned i mesopelagialen igjen om dagen.

Flere av utredningsområdene ligger i områder med 200-400 m dyp og inkluderer derfor både epipelagiske og mesopelagiske vannmasser. Områdene i sørvest (Figur 1) ligger i grunnere områder i Nordsjøen, på 50-100 m dyp. Det er også foreslått områder for havvind i Norskerenna, en undersjøisk fordypning (250-700 m) som skiller Nordsjøplataet og den Norske kysten og strekker seg fra Oslofjordens utløp til Stad. De fleste av disse utredningsområdene ligger i nordlig del av Norskerenna med dybder på mellom 160 og 380 meter.

Plankton er livsformer i havet som har liten evne til egenbevegelse, og driver med strømmene. Plankton inkluderer en rekke organismer, både planter og dyr, i et bredt størrelsesspekter, fra noen mikrometer til flere meter. Dyreplankton dekker et bredt spekter av organismer fra flere ulike rekker, og inkluderer både skallbærende organismer som hoppekreps og krill, og myke organismer med høyt vanninnhold, ofte referert til som gelatinøse dyreplankton, eksempelvis glass- eller brennmaneter.

Blant dyreplankton finnes arter som lever hele livet som plankton (holoplanktonisk) mens andre bare har deler av livssyklus som plankton (meroplanktonisk). Plankton kan ofte påvirke sin vertikale posisjon i vannsøylen, mens horisontal bevegelse er helt avhengig av havstrømmer og sirkulasjonsmønstre (Melle m.fl. 2004). Mens planteplankton trenger lys og er begrenset til den fotiske sonen, finnes dyreplankton overalt, fra bunn til overflate. Mengde og artssammensetning varierer geografisk og med miljøforholdene, og også gjennom sesongsyklusen. Spesielt dyreplankton er kjent for å foreta vertikal-vandringer, både gjennom døgnet og sesongmessig. Denne vertikalmigrasjonen er den største koordinerte biomassebevegelsen på jorden. Mange planktonarter er følsomme for forurensning og klimaendringer, og deres tilstedeværelse eller fravær kan brukes som indikatorer på endringer i økosystemet. Plankton er grunnlaget for mye av produksjonen i havet, og endringer i planktonsamfunn vil kunne påvirke resten av økosystemet.

Fisk. Det finnes hundretalls ulike arter av fisk i norske havområder, og det er stor variasjon i både størrelser og levemåter. Det vil derfor være stor variasjon i hvordan fisk kan bli påvirket av menneskelige aktiviteter og endringer i klima. Mange fiskearter kan oppnå en høy levealder og disse artene er ofte ekstra sårbare fordi det tar lengre tid før bestanden å gjenopprettes etter en forstyrrelse.

Fisk er en veldig variert og artsrik gruppe som omfatter et mangfold av kroppsformer og levevis, som inkluderer alt fra store vandrende bestander av pelagisk fisk som makrell, sild og lodde til mer bunntilknyttede arter som blåkeite, brosme og tobis, og bruskfisk som ulike arter av hai og skater. Anadrome (f.eks. laks) og katadrome (f.eks. ål) fiskearter vandrer mellom ferskvann og saltvann gjennom ulike faser i livet. Flere av de store fiskebestandene vandrer fra mer kystnære gyteområder til beiteområder i åpne havområder i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. I Nordsjøen har arter som sei og kveite oppvekstområder langs kysten, før de vandrer ut fra kysten. Nordsjøsei gyter langs eggakanten og larvene driver med strømmene over Norskerenna inn mot kysten. Lengre nord gyter for eksempel Nordøstarktisk (NØA) sei og Norsk vårgytende (NVG) sild langs den norske kysten. Egg og larver av ulike fiskearter driver nordover med kyststrømmen. NVG sild har oppvekstområder i Barentshavet og vandrer deretter til beiteområder i Norskehavet. Voksen fisk vandrer hvert år mellom beiteområder i Norskehavet og gyteområder langs kysten. Langs kysten i nord har for eksempel Nordøstarktisk (NØA) torsk og lodde gyteområder. Egg og larver driver med strømmen nordover inn i Barentshavet og gytmoden fisk vandrer tilbake til gyteområdene hvert år.

Sjøpattedyr finnes i alle verdens hav, utviser et imponerende mangfold, og spiller avgjørende roller i økosystemet. Hvaler har en viktig økologisk funksjon ved å øke havets evne til karbonfangst og lagring (Pershing m.fl. 2010). De transporterer næringsstoffer fra havdypet opp til overflaten, noe som gir økt næring til planteplankton, som binder karbondioksid og er næringsgrunnlag for annet liv som f.eks. fisk. Samtidig er de fleste sjøpattedyr toppredatorer, og har en viktig økologisk funksjon som byttedyrregulatorer.

Omtrent 20 arter av sjøpattedyr opptrer jevnlig i norske farvann. Marine pattedyr i norske havområder er både migrerende og stasjonære. Flere store arter av hval passerer langs kysten av Norge på vei til beiteområder i nord og tilbake til kalvingsområder i sør. Mindre arter, som nise og kystseler, befinner seg i norske havområder hele året. I tillegg er enkelte arter som f.eks. vågehval en kommersiell matressurs i Norge. På verdensbasis er 25% av sjøpattedyrene oppført som truet på IUCN rødlisten (Nelms m.fl. 2021). Langs norskekysten har vi eksempelvis spermhval og finnhval på denne listen (IUCN 2024). På den norske rødlista er havert vurdert som sårbar (Artsdatabanken, 2021).

I Norge er sjøpattedyr utbredt over et vidt spekter av kyst- og havområder. I åpent hav finner vi store hvalarter som knølhval, finnhval, vågehval, og spermhval. Disse hvalene migrerer mot våre breddegrader til spesifikke tider av året for å beite (Hansen m.fl. 2022, Kjørstad 2024). Mindre tannhvaler som spekkhoggere forekommer året rundt i spesifikke områder. Langs kysten og inne i fjorder finnes arter som steinkobbe, havert og nise. De bruker disse områdene til både reproduksjon, hvile og beiteområde. Langs kysten og i Norskehavet finnes også klappmyss, grønlandssel, blåhval og seihval til stede periodevis (Bjørge m.fl. 2010)

Ytterligere og mer detaljert informasjon om ulike arter av fisk og pattedyr som omtales i denne rapporten er tilgjengelig på <https://www.hi.no/hi/temasider/arter>.

2.2 Avgrensing mot fagutredning for virkninger på bunnsamfunn og naturtyper

Til tross for at plankton, fisk og sjøpattedyr hovedsakelig befinner seg i de frie vannmassene, kan ikke de tette koblingene til bunnsamfunn og naturtyper ignoreres. Mange arter benytter både bentiske og pelagiske miljøer og flere har en livssyklus som består av både en bentisk og en pelagisk fase.

De fleste bentiske evertebrater (virvelløse dyr) er meroplanktoniske, som betyr at de har en fase hvor de er bundet til bunnsubstratet og en eller flere faser hvor de lever i de frie vannmassene som plankton. Ofte er det larvestadiet som utvikler seg i de frie vannmassene, og det er denne planktoniske fasen som står for spredningen av disse ellers stedbundne organismene. Eksempler på slike organismer er sjøstjerner, kråkeboller, sjøanemoner, krabber og muslinger.

Også flere fiskearter som har sterk tilknytting til bunnsubstratet i sitt voksne liv starter livet sitt som plankton, f.eks. flatfisk, breiflabb, hyse og knurr. Blant fiskene bør også tobis (havsil) nevnes, siden de voksne fiskene i noen perioder lever nedgravd i sandbunn, og i andre perioder lever pelagisk. Selv når de oppholder seg pelagisk, er tobisen sterkt knyttet til habitater med egnet bunnsubstrat.

Et annet eksempel, som ofte blir glemt, er en del av manetsamfunnet. Maneter har ofte en livssyklus som veksler mellom to helt ulike former: et bunnlevende, fastsittende

polyppstadium og et frittlevende stadium (medusa). Livssyklusen har en liten bunnlevende polypp festet til et underlag på havbunnen eller kunstig struktur, og små maneter (ephyrae) snøres av fra toppen av polyppen. Disse små manetene utvikler seg til fritt svømmende meduser. Befruktede egg fra meduser klekkes til små larver, som etter hvert slår seg ned på bunnen og forvandles til polypper.

For vurdering av virkninger fra havvind er det gjort en oppdeling der alle sjøpattedyr, fisk, dyreplankton og planteplankton inkluderes i foreliggende utredning. Arter/grupper som er permanent tilknyttet havbunnen, både på og i substratet, og store krepsdyr (reke, sjøkreps) inkluderes i Fagutredning for virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper (Cochrane m.fl. 2024). For arter med livsstadier i begge miljøer er de inkludert basert på tilhørighet for voksenstadiet. Maneter har voksenstadiet i de frie vannmasser og er inkludert her, mens bunnlevende evertebrater med larvestadier i de frie vannmassene, f.eks. krabber og muslinger, er omtalt i Cochrane m.fl. (2024).

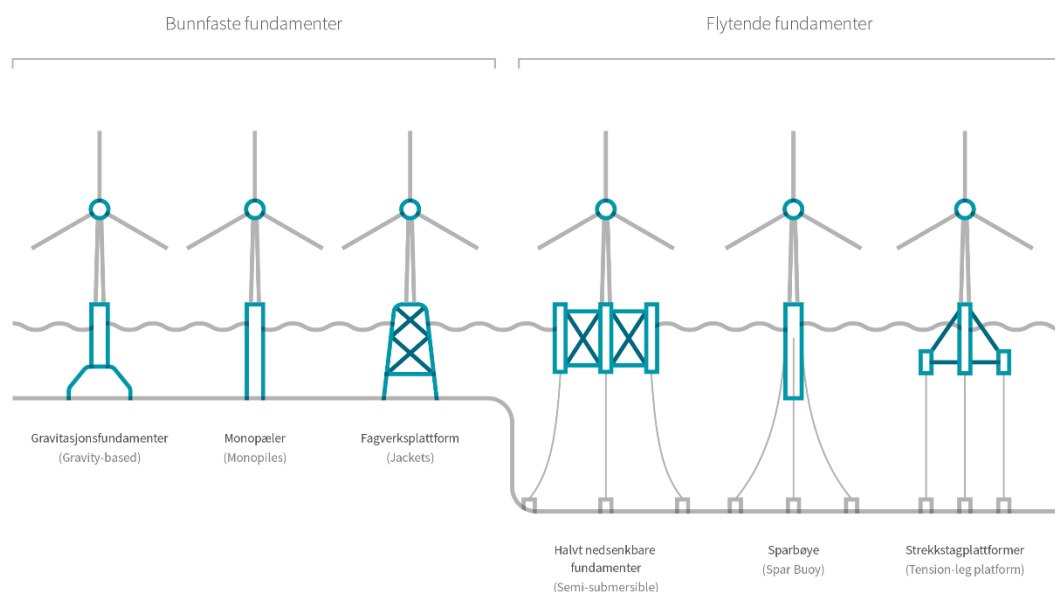
2.3 Påvirkninger fra havvind med ulik teknologi og i ulike faser

Etablering av havvindanlegg vil kunne ha en rekke konsekvenser for de pelagiske marine økosystemene, som vil variere avhengig av teknologi (flytende eller bunnfaste) og i ulike faser av havvindanleggets livssyklus. Noen eksempler på ulike typer teknologi vises i (Figur 3). Denne utredningen ser på fire faser: Planlegging, utbygging, drift og avvikling. Aktiviteter i planleggingsfasen inkluderer ulike typer av bunnkartlegginger, for eksempel geofysiske undersøkelser med bruk av seismikk og ekkolodd. I denne perioden planlegges design av havvindanlegget, noe som gir mulighet for å velge løsninger med minst mulig påvirkning. I utbyggingsfasen bygges havvindanlegget, og denne varer ofte i 1-3 år. Driftsfasen er den lengste perioden, og vanlig levetid for havvindanlegg er 20-30 år. Avviklingsfasen er minst kjent, da det er få havvindanlegg som har gjennomgått denne fasen, og ingen på norsk sokkel. Avvikling vil innebære hel- eller delvis demontering og fjerning av turbiner, fundamenter og kabler. Det antas at både varighet og aktiviteter i denne perioden er relativt likt som utbyggingsfasen.

Følgende påvirkninger har blitt identifisert som de som har størst innvirkning på naturmangfold i de frie vannmasser:

- Oseanografiske endringer
- Elektromagnetisme
- Undervannsstøy
- Lysforurensning
- Fysisk påvirkning fra fundamenter

Denne listen er ikke uttømmende, og andre påvirkninger som for eksempel utslipp knyttet til pæling og boreaktivitet, korrosjon, avflassing fra turbinblader og antibegroingsmidler, kan også påvirke organismer i de frie vannmasser.



Figur 3 Ulike typer fundament for bunnfast (til venstre: Gravitasjonsfundamenter, Monopæler, Fagverksplattform) og flytende havvindteknologi (til høyre; Halvt nedsenkbare fundamenter, Sparbøye, Strekkstagsplattformer). Kilde: NVE, 2023

2.3.1 Oseanografiske endringer

Havvindanleggenes fysiske tilstedeværelse vil påvirke sirkulasjon av vannmasser både innenfor selve anlegget og i området rundt. Denne påvirkningen forekommer hovedsakelig i **driftsfasen**. Vindturbinene fjerner energi fra vinden, som fører til redusert vindhastighet nedstrøms for havvindanlegget (over en avstand på titalls kilometer), og dette reduserer igjen mengden energi som overføres fra vinden til havoverflaten og nedover i vannmassene (Platis m.fl. 2018, Christiansen m.fl. 2022a). Vindenergien driver de vertikale havstrømmer som blander næringsstoffer fra dypet i havet oppover til overflaten, og blander oksygen i overflatelaget (produsert av planteplankton) ned i dypet. Redusert vindhastighet i vindfeltet bak turbinene vil endre styrken på disse vertikaltransportene, og dermed dybden av omrøringene i overflatelaget, der størstedelen av planteplanktonproduksjon skjer. Planteplankton trenger tilførsel av uorganiske næringssalter fra bl.a. dypere vannlag. Det er derfor sannsynlig at en reduksjon av vertikale havstrømmer kan føre til redusert vekst av planteplankton og redusert oksygentilførsel til dypere vannmasser (Daewel m.fl. 2022). Avhengig av dybdeforhold, kan vindenergi også påvirke bunnstrømmer og føre til endringer i resuspensjon og oppvirvling av sedimenter.

Effekten av redusert vindenergi på havstrømmer er imidlertid kompleks, da vindendringer samvirker med bl.a. tidevann og vannbevegelse og dette kan føre til dannelse av komplekse vertikale strømmer (Floeter m.fl. 2022, Christiansen m.fl. 2022a), samtidig som andre prosesser som tidevann også påvirker strømforholdene. De fleste studier indikerer en nedgang i produktiviteten av planteplankton i områder med havvind, men i noen områder kan produktiviteten faktisk øke. Den samlede effekten på planteplankton av redusert

vindenergi forventes å være liten (~1% endring i total vekst av planteplankton), men kan lokalt være betydelig større (~10% endring) (Daewel m.fl. 2022).

Utbygging av havvind påvirker også sirkulasjon og lagdeling gjennom friksjon av vannet som passerer forbi turbiner, fortøyninger og kabler i vannsøylen, noe som skaper turbulens. Økt turbulens fører til økt miksing av vannmasser, altså motsatt effekten av redusert vindenergi. Økt turbulens påvirker bare området innenfor og veldig nært havvindanlegget, og lokalt kan dette føre til økt produktivitet av planteplankton og tilførsel av oksygen til bunnvannet. Dette har blitt undersøkt for bunnfaste turbiner i relativt grunne havområder (20-50 m) (Rennau m.fl. 2012, Carpenter m.fl. 2016, Cazeneve m.fl. 2016, Schultze m.fl. 2020, Christiansen 2023), men ikke for dypere områder eller flytende vindturbiner. Effekten vil sannsynligvis være mindre for flytende havvindanlegg, da tårnstrukturene ikke dekker hele vannsøylen, og kun ankerliner og kabler finnes gjennom hele vannsøylen ned til bunn.

Ulike typer fundamenter vil kunne gi ulike grad av endring i turbulens, og de som strekker seg lengre ned i vannmassene (f.eks. sparbøye) vil som regel medføre mer turbulens enn grunnere fundamenter (f.eks. halvt nedsenkbare fundamenter). Omfanget av påvirkningen vil til stor del bestemmes av lokale forhold, som dybde, lagdeling av vannmassene og strømforhold (Dorrell m.fl. 2022). Endringer i oseanografiske forhold i dypere havområder er lite kjent, og bruk av modeller vil til en viss grad kunne bidra til økt kunnskap om mulige effekter. På havbunnen skapes virvler når turbulens fra turbinstrukturen bidrar til friksjonen langs bunnen. Disse virvlene fjerner sediment rundt foten av strukturen, transporterer dem bort og skaper et fordypet område eller et hull rundt strukturen, en prosess kjent som erosjon. Dette påvirker et svært begrenset område (på skalaen av meter) og i områder allerede påvirket under utbyggingsfasen.

2.3.2 Elektromagnetisme

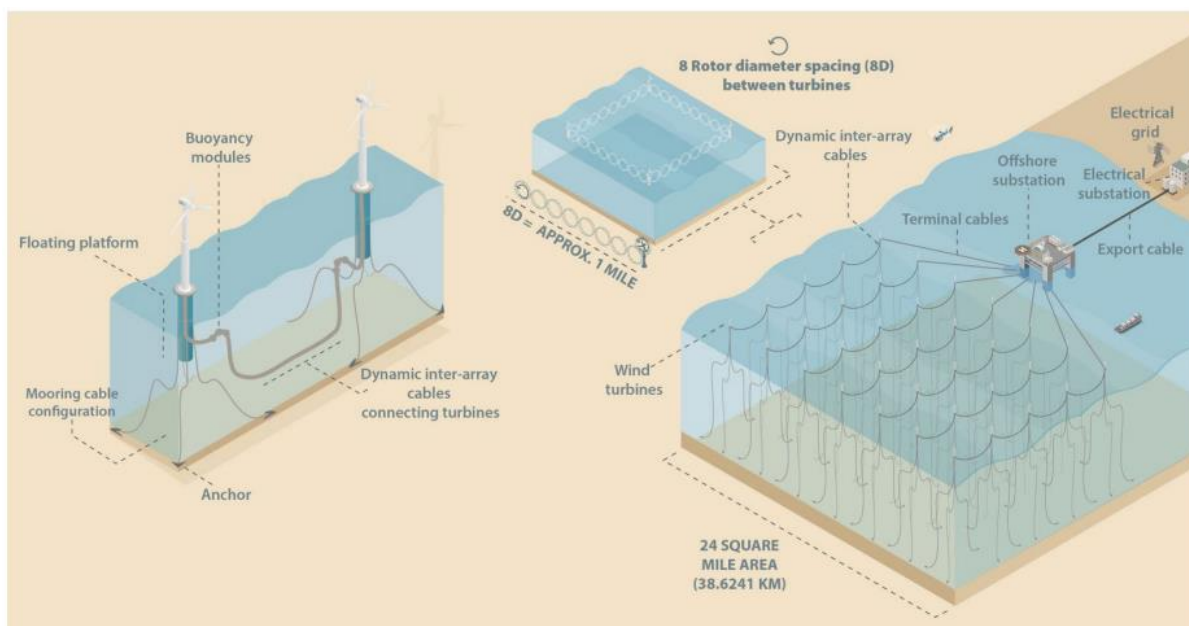
Elektromagnetiske felt fra undersjøiske kabler vil kunne påvirke marine organismer i **driftsfasen** av havvindanlegg.

Elektromagnetiske felt (EMF) oppstår naturlig på grunn av jordens rotasjon. Menneskeskapt kilder til EMF, som undersjøiske kabler, har eksistert i det marine miljøet i de siste to århundrene, men økende utbygging av havvindanlegg vil føre til at marine organismer oftere kommer i kontakt med EMF (Svendsen m.fl. 2022). Det finnes flere typer undersjøiske strømkabler i et havvindanlegg, blant annet kabler som forbinder turbiner og transformatorstasjonen og eksportkabler som sender strømmen til land. I tillegg finnes det mellomlandskabler som gjør det mulig å distribuere strøm mellom land (Hermans m.fl. 2024) (Figur 4).

Det er spesielt mengden kabler innenfor et havvindanlegg som bidrar til at et større område blir påvirket av et nettverk av EMF. Alle disse kablene skaper elektriske felt (E-felt) og magnetiske felt (B-felt) under drift, og intensiteten varierer avhengig av den spesifikke typen elektrisk strøm (likestrøm eller vekselstrøm), kabelens egenskaper, strømstyrke og miljøfaktorer (Gill & Desender, 2020). Elektriske felt fra kablene holdes inne i kabelen ved hjelp av skjerming og jording, mens magnetiske felt ikke kan skjermes og sendes ut i det omkringliggende miljøet (Newton m.fl. 2019, OSPAR 2023). Det magnetiske feltet kan indirekte indusere elektriske felt når sjøvann eller dyr beveger seg gjennom det. Magnetiske felt fra strømkabler er alltid sterkest nærmest kabelen, der de kan være flere ganger

sterkere enn det naturlige geomagnetiske feltet, men styrken avtar raskt med avstand, og allerede etter 6 meter er verdiene ganske normale (Svendsen m.fl. 2022a; Taormina m.fl. 2018).

Strømkabler i bunnfaste havvindanlegg og ilandføringskabler (eksportkabel) vil følge traseer langs eller i havbunnen. Kablene beskyttes mot fysisk skade ved at de graves ned (typisk 0,5 til 1,5 m) eller dekkes til med f.eks. beskyttende matter eller stein (OSPAR, 2023). Dette gjør at pelagiske organismer i mindre grad enn bunnlevende organismer blir utsatt for elektromagnetisk stråling fra kablene. I flytende havvindanlegg brukes dynamiske internkabler (kabler som er laget for å tåle bevegelse i vannmassene) i vannsøylen fra hver turbin, som så kobles sammen før ilandføring med en sjøkabel langs bunnen.



Figur 4 Illustrasjon av mengden kabler som trengs i et flytende havvindanlegg. Til høyre vises et helt anlegg med kabler mellom turbiner og transformatorstasjon og eksportkabel. Kilde: Maxwell m.fl. 2022.

Mange marine arter har evnen til å oppfatte elektromagnetiske felt og bruker jordens naturlige magnetfelt til orientering og navigasjon, spesielt under migrasjoner (trekk). Elektromagnetiske felt fra undervannskabler kan forstyrre disse prosessene, med potensielle konsekvenser på både individ- og populasjonsnivå. For kabler på eller i havbunnen, forventes bunnlevende arter som helt eller delvis oppholder seg på eller nært bunnen (bentopelagiske arter) å bli mer eksponert enn rent pelagiske arter (de Jong m.fl. 2020). Kunnskapen om effekter på pelagiske organismer fra dynamiske kabler i vannsøylen, er svært begrenset (OSPAR 2023). Bruskfisker (haier, skater og rokker) er svært følsomme for elektromagnetiske felt, og mange har en bentopelagisk livsstil, noe som gjør dem spesielt sårbare (Hermans m.fl. 2024). Eksperimentelle studier på fisk i tidlige livsstadier har avdekket ulike virkninger av elektromagnetiske felt på atferd, med varierte effekter på tvers av forskjellige arter (f.eks. Cresci m.fl. 2023). Konsekvensene for marine arter av eksponering for elektromagnetiske felt er fortsatt et fagfelt der det trengs ytterligere kunnskap.

2.3.3 Undervannsstøy

Støy i havet kommer både fra naturlige kilder som bølger, vind, dyr, og menneskelige aktiviteter som skipsfart, olje- og gassutvinning eller havvindanlegg. Lydkilder kan deles inn i kontinuerlige eller impulsive lyder. Impulsive lyder varer i kort tid og starter raskt (f.eks. pæling, seismikk, sprengninger), mens kontinuerlige lyder varer lengre og har ikke pulserende egenskaper (f.eks. fra skipstrafikk). En av de største kildene til kontinuerlig støy i havet er skip (Putland m.fl. 2022), og det er derfor sannsynlig at bakgrunnsstøyen er høyere i Nordsjøen sammenlignet med områder lengre nord: Norskehavet og Barentshavet (Faglig forum for norske havområder 2023). Menneskeskapt støy har økt de siste tiårene, og det er flere studier som har dokumentert at marine organismer påvirkes negativt av støy (McDonald m.fl. 2008, Duarte m.fl. 2021).

Undervannsstøy har to komponenter: en trykk-komponent som måles i desibel (dB) med referanse på 1 μPa og en bevegelseskomponent (partikkelbevegelse) som måles i meter per sekund (Svendsen m.fl. 2022). Sjøpattedyr er følsomme for lydtrykk, mens fisk og virvelløse dyr reagerer mest på partikkelbevegelse. Noen fisk er imidlertid også følsomme for lydtrykk hvis de har luftfylte organer (svømmeblære).

Lyden energi sprer seg i vannet og svekkes over avstand. Lavfrekvente lyder kan spre seg langt uten å miste mye energi, mens høyfrekvente lyder dempes raskt. Spredning av lyd i miljøet påvirkes av blant annet bunntopografi, substrat, temperatur og saltholdighet i vannmassene. Feltnmålinger av støy rundt havvindanlegg kan brukes for å beskrive og karakterisere undervannsstøy og i forhold til for eksempel vindhastighet og størrelse på turbiner (Tougaard m.fl. 2020). Basert på målte støynivåer er det mulig å bruke modeller for å få kunnskap om lydbildet over større områder (støykart) for et spesifikt prosjekt (f.eks. Burns m.fl. 2022, Risch m.fl. 2023).

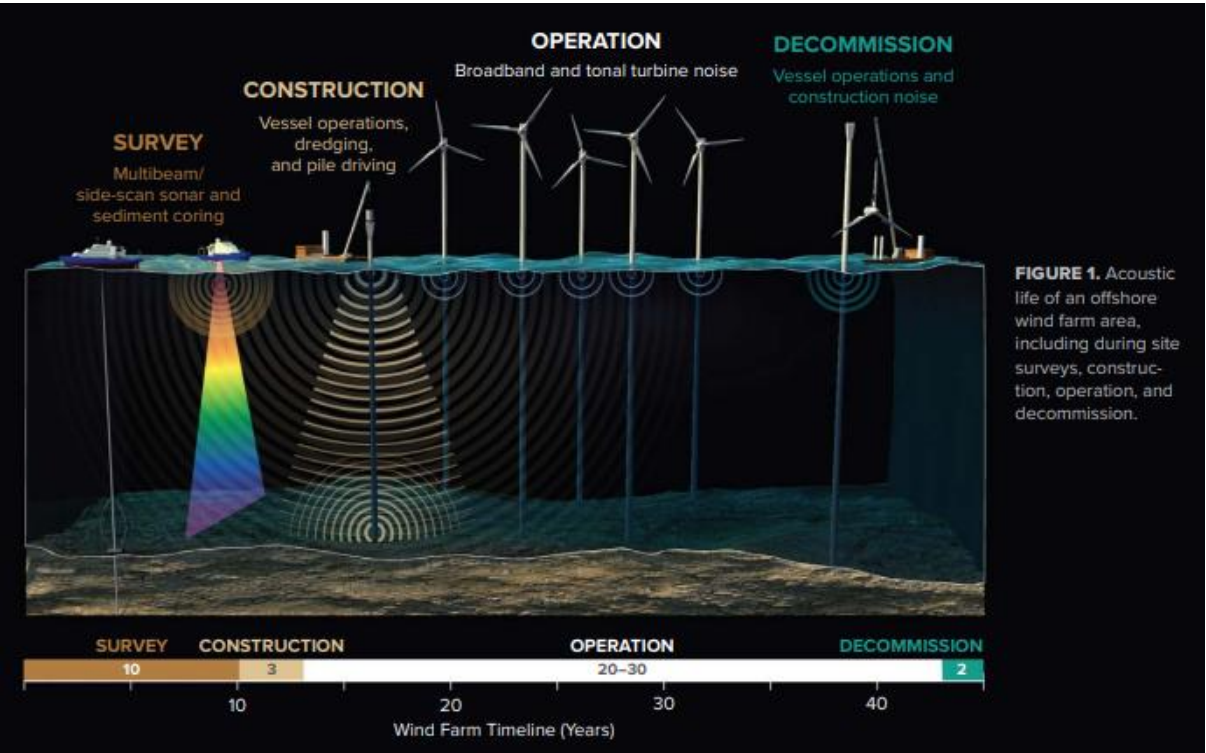
Aktiviteter forbundet med etablering av havvindanlegg vil generere både impulsiv og kontinuerlig støy, og det vil være betydelige forskjeller gjennom ulike faser og mellom ulike teknologier (Tabell 1, Figur 5).

I **planleggingsfasen** av et havvindprosjekt gjennomføres geofysiske undersøkelser for å kartlegge havbunnen i området. Disse metodene baserer seg på bruk av fysiske signaler (akustiske/seismiske, elektromagnetiske) og omfatter blant annet seismiske metoder og ekkolodd. Det tas også bunnprøver for å få mer detaljert informasjon om havbunnen, for plassering og installasjon av anker og fundamenter. Undervannsstøy i denne fasen kommer både fra skipstrafikk og bruk av seismikk.

Skipsstøy er en viktig kilde til lavfrekvent støy i havet. Den største kilden til skipsstøy er fra propellene (kavitering), men også maskineri, pumper, generatorer, og vann som føres langs skipet bidrar til lavfrekvent skipsstøy, ofte under 125 Hz (Richardson m.fl. 1995, Kvadsheim m.fl. 2017). Skipsstøy kan maskere kommunikasjon blant marine dyr, noe som er en potensiell negativ effekt (Erbe m.fl. 2016). Dette påvirker spesielt bardehvaler, som vokaliserer i samme frekvensbånd.

Tabell 1 Kilder til undervannsstøy i ulike faser av utbygging og drift av havvind og ved bruk av ulike teknologier

	Bunnfast	Flytende
Planlegging	Økt skipstrafikk	Økt skipstrafikk
	Bunnkartlegging (f.eks. seismikk)	Bunnkartlegging (f.eks. seismikk)
Utbygging	Økt skipstrafikk	Økt skipstrafikk
	Installasjon av fundamenter (pæling)	Installasjon av anker
	Legging av kabler og erosjonsbeskyttelse	Legging av kabler
Drift	Produksjonsstøy fra generator og girkasse mm, kan påvirkes av type fundament	Produksjonsstøy fra generator og girkasse mm
	Økt skipstrafikk	Økt skipstrafikk
		Korte smell relatert til forankringssystem
Avvikling	Økt skipstrafikk	Økt skipstrafikk
	Demontering og fjerning av fundamenter, kabler mm.	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm.



Figur 5 Eksempler på kilder til undervannsstøy i ulike faser av et havvindanlegg. Kilde: Mooney m.fl. 2020

Ved seismiske undersøkelser brukes vanligvis luftkanoner som lydkilde. Disse sender ut kraftige men korte (impulsiv støy) lydsignaler hovedsakelig under 150 Hz (Forland m.fl. 2023). Ved ordinære seismiske undersøkelser sendes det ut lydpulser omkring hvert 10. sekund. Lyttekabler, som oftest slepes etter fartøyet, fanger opp de reflekterte lydbølgene. Borestedsundersøkelse er en mindre seismisk undersøkelse som bruker mindre

luftkanonoppsett og skyter vanligvis med en frekvens på hvert 5. sekund (Forland m.fl. 2023). Undersøkelser i forbindelse med utbygging av havvind regnes som en mindre seismisk undersøkelse, og vil kunne bruke et slikt mindre luftkanonoppsett eller andre typer lydkilder beskrevet nedenfor. Beskrivelsene er hentet fra Havforskningsinstituttets rådgiving for menneskeskapt støy i havet (Forland m.fl. 2023).

En annen lydkilde som kan brukes er en "sparker". Dette er en enkel lydkilde med mye svakere lyd enn luftkanoner, og signalene når ikke like dypt i sedimentene. Denne kan brukes til kartlegging av grunne områder (<1000m), og dermed i alle utredningsområder. Det sendes ut fire lydpulser per sekund og kan regnes som en tilnærmet kontinuerlig lydkilde, i frekvensområdet 0,1-128 kHz, med mest energi mellom 200 og 300 Hz. Havforskningsinstituttet ser for seg at denne lydkilden sannsynligvis blir vanlig å bruke i forbindelse med bunnkartlegging i forkant av utbygging av havvindanlegg.

Ny teknologi under utvikling for seismiske undersøkelser, en marin vibrator (vibratorkilde) ("BASS"), som er en kontinuerliglydkilde med lavere spiss-trykk og smalere frekvensbånd (0-150 Hz), og betydelig lavere nivå av frekvenser over 150 Hz sammenlignet med luftkanoner. Lavere lydtrykk gir mindre risiko for skade på hørsel hos marine organismer, men den kontinuerlige lavfrekvente lyden kan påvirke adferd hos fisk (McQueen m.fl. 2024).

Side-scan sonar (SSD), sub-bottom profiler (SBP) og flerstråle ekkolodd (MBES) er andre lydkilder som brukes til å kartlegge havbunnen i forbindelse med etablering av havvind i Norge. Disse tre lydkildene bruker frekvenser over 85 kHz, og er derfor ikke hørbar for fisk, men kan høres av tannhval.

I **utbyggingsfasen** av et havvindanlegg, som vanligvis kan ta fra 1 til 3 år, vil det være flere støykilder, avhengig av om det er flytende eller bunnfaste anlegg, fundamenttype, type forankringer m.m. Felles for både flytende og bunnfast teknologi er at det vil føre til mer skipstrafikk (Thomsen m.fl. 2006). For bunnfaste turbiner er hovedkilden til støy pæling. Det blir ofte brukt en hydraulisk hammer som dunker ned påler i bunnen, og det kan ta noen timer per påle (Forland m.fl. 2023). Økt båttrafikk, installasjon av fortøyninger og legging av kabler og erosjonsbeskyttelse bidrar også til økt undervannsstøy i denne fasen, men sammenlignet med f.eks. pæling og seismikk er lydnivåene fra disse aktivitetene moderate til lave og ofte kortvarige (OSPAR 2009, 2023).

Forskning på undervannsstøy fra havvind har hatt størst fokus på utbyggingsfasen, og særlig effekter på sjøpattedyr og fisk knyttet til pæling (Risch m.fl. 2023 og referanser deri, Maxwell m.fl. 2022). Ved pæling genereres impulsiv støy, med lydtrykk målt til rundt 220 dB re 1 µPa ved en avstand på ca. 10 m (påle med en diameter på 0,75 m) og 200 dB re 1 µPa ved en avstand på 300 m (påle med en diameter på 5 m) (Mooney m.fl. 2020 og referanser deri). Mesteparten av energien er vanligvis under 500 Hz. Støy fra pæling kan føre til dødelige effekter, skader på organer (hørselstap), økt stressrespons (forhøyet kortisolnivå) og endret adferd hos sjøpattedyr og fisk (Svendsen m.fl. 2022; Huang m.fl. 2023). Selv om det er mindre forskning på virvelløse dyr, forventes det at også disse kan påvirkes (Mooney m.fl. 2020). I dag finnes relativt god kunnskap om ulike typer av avbøtende tiltak. For eksempel kan man planlegge støyende arbeid til tider som er mindre sårbare for fisk og sjøpattedyr. Sjøpattedyr i området kan også overvåkes, og følges opp med eventuell stans i arbeidet dersom de blir nærgående og faren for påvirkning vurderes som høy. Andre avbøtende tiltak er å gradvis øke støyen (soft start) eller bruke lyder som skremmer fisk og sjøpattedyr bort (som pingere for niser), som kan brukes uavhengig av dybdeforhold.

Støy i **driftsfasen** forventes å være lavere enn i konstruksjonsfasen, men det er kontinuerlig støy over en lengre tidsperiode (20-30 år). Under vann er støyen konsentrert i frekvenser under 200 Hz og stammer i hovedsak fra girkasse og generator som forplanter seg ned gjennom tårnet og ut i vannmassene (Risch m.fl. 2023, Forland m.fl. 2023). For flytende vindanlegg er det lite tilgjengelig informasjon, og driftsstøy fra turbinene forventes i denne utredningen være likt for bunnfaste og flytende vindanlegg (Risch m.fl. 2023).

En forskjell mellom bunnfast og flytende teknologi når det gjelder generering av undervannsstøy er støy knyttet til forskjeller i forankringssystemer. Ved høyere vindhastigheter og bølgehøyder er det ved flytende anlegg blitt registrert økt antall "korte smell", mest sannsynlig relatert til forankringslinjer og kabler i vannsøylen. Målinger fra flytende havvindanlegg viser forskjeller i hyppighet og karakterisering av disse lydene både mellom anlegg og mellom individuelle turbiner (Risch m.fl. 2023, Burns 2022, Martin 2011). Analyser av disse kortvarige lydene konkluderer foreløpig med at de ikke kan klassifiseres som "impulsivt" i forhold til effekter på sjøpattedyr, og det anbefales derfor å bruke grenseverdier for ikke-impulsiv støy for å vurdere påvirkning på sjøpattedyr (Risch m.fl. 2023, Burns 2022).

For en vindturbin i drift er det registrert økt bakgrunnsstøy nær vindturbinene (1-50 m) over et frekvensspekter fra 10 – 1000 Hz (de Jong m.fl. 2020). Det kan forventes at støynivåer, og dermed denne avstanden, vil være større ved bruk av større og flere turbiner (Tougaard m.fl. 2020). For bunnfaste havvindanlegg har overvåking vist at lyden fra hele anlegget spres seg lengre enn lyden fra bare én enkelt turbin. Det kan faktisk nå flere kilometer unna anlegget når bakgrunnsstøynivåene er lave (Tougaard m.fl. 2020, Stöber & Thomsen 2021). Dette mener (Risch m.fl. 2023) også vil gjelde for flytende anlegg.

Frekvensen av enkelte toner som skiller seg ut er sannsynligvis relatert til rotor og girkasse og varierer derfor med teknologi (Risch m.fl. 2023, Burns 2022, Stöber & Thomsen 2021). Det er nå en utvikling bort fra gir og mot mer bruk av direkte-drevne generatorer uten girkasse (de Jong m.fl. 2020), noe som vil kunne gi lavere støynivåer. Driftsstøy fra havvindanlegg er av relativt lav intensitet, det vil si 10-20 dB lavere enn skipstøy i samme frekvensområde (Madsen m.fl. 2006). I motsetning til passerende fartøy er lyden fra vindanlegg kontinuerlig, og kan derfor fungere som en barriere (hindring) for marine organismer, øke stressnivå, og forstyrre kommunikasjon (Svendsen m.fl. 2022; Mooney m.fl. 2020).

Få havvindanlegg er til nå blitt **avviklet**, og det er derfor svært begrenset forskning om mulige konsekvenser for pelagiske arter i denne fasen. Økt skipstrafikk og demontering av turbiner, fundamenter og kabler vil medføre økte nivåer av undervannsstøy i denne fasen.

2.3.4 Lys

Spredning av lys fra menneskeskapte kilder (lysforurensing) ved etablering av havvind vil komme både fra økt skipstrafikk i **alle faser**, og fra lys montert på anlegget i driftsfasen. Kunstig lys eller ALAN (Artificial Light at Night), er et stadig økende problem for havmiljøet (Gaston m.fl. 2021). Dette er et relativt nytt forskningsfelt, og lysforurensing ble anerkjent som et globalt problem først på 2000-tallet (Davies & Smyth 2018).

Lysforurensning oppstår når lyskilder blir plassert i nye områder. Lyset vil forstyrre naturlige lysmønstre og kan påvirke dyrelivet. Lysforurensning er påvist å medføre negativ innvirkning på ulike marine organismer og prosesser der lyssyklus er en viktig faktor (Marangoni m.fl. 2022). Dette inkluderer vertikal døgnmigrasjon (Berge m.fl. 2020),

interaksjoner i næringsnett (Bolton m.fl. 2017; Maggi, m.fl. 2020), vandring og orientering hos marine organismer (Navarro-Barranco & Hughes 2015; Torres m.fl. 2020), og rekruttering av fastsittende bentiske organismer via planktoniske livsstadier (Davies m.fl. 2015; Lynn m.fl. 2021). Disse prosessene er sentrale i funksjonen til marine økosystemer, som i mange tilfeller er avhengig av naturlige og forutsigbare lyssykluser. Lysforurensning har vist seg å påvirke et bredt spekter av marine arter, fra planteplankton til dyreplankton og fisk.

Lys fra vindturbiner har også fått oppmerksomhet på grunn av mulige negative effekter i **driftsfasen**. Havvindanlegg introduserer ekstra lys som kan påvirke det lokale miljøet, arters atferd og økosystemer (Yakosina m.fl. 2022). Effekten på økosystemet avhenger av hvilke organismer som er til stede og deres sensitivitet for lys. Teoretisk sett kan effekten være både positiv og negativ, da noen arter og livsstadier er kjent for å være positivt fototaktiske (beveger seg mot lys), mens andre blir forstyrret av lyset. Videre avhenger effekten av ulike faktorer som intensitet, spekteret og varigheten av lyset (kontinuerlig eller blinkende). Vindkraftanlegg påvirker også det marine lysmiljøet gjennom skyggekast, som kan ha en skremmeeffekt på fisk. Skyggekast avhenger av skydekke, solhøyde, navhøyde, rotorbladdiameter og refleksjonsegenskapene til rotorbladene (de Jong m.fl. 2020).

I **planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen** vil lys fra skip bidra til lysforurensning. Så vidt vi vet er det ikke gjort spesifikke studier av effektene av kunstig lys fra havvindanlegg, men forskning på lysforurensning fra andre menneskeskapte strukturer antyder at det kan påvirke sammensetning og fordeling av plankton og fisk (Marangoni m.fl. 2022).

2.3.5 Fysisk påvirkning fra fundamenter

Fysisk påvirkning vil forekomme i **alle faser** av et havvindanlegg. Plassering av menneskeskapte strukturer i det marine miljøet vil medføre en direkte påvirkning på havmiljøet. Når det gjelder havvind, vil påvirkningene være tydeligst i det bentiske miljøet der fundamenter og ankre er plassert. Det er relativt få studier av effekter av fysisk påvirkning fra havvind på det pelagiske miljøet, og det finnes også mindre kunnskap om fysisk påvirkning fra flytende vindturbiner sammenlignet med bunnfast teknologi. Introduksjon av harde strukturer fungerer som et kunstig hardbunns substrat som kan koloniseres av fastsittende organismer, og dette kan igjen føre til at fisk og andre predatorer trekkes til området. Dette refereres som kunstig rev effekt. Det forventes derfor at det er **driftsfasen** som kan medføre de mest omfattende fysiske påvirkninger i det pelagiske miljøet. Mulige kilder til fysiske forstyrrelser ved bruk av ulike teknologier og i ulike faser er vist i Tabell 2.

I **planleggingsfasen** forventes det at det vil bli tatt prøver av havbunnen, men dette vil innebære relativt lite forstyrrelse i de frie vannmasser i forhold til de andre fasene.

I **utbyggingsfasen** vil det oppstå betydelige endringer på havbunnen. De fleste pelagiske mobile dyr, som fisk og sjøpattedyr, vil forlate anleggsområdet allerede under den første tiden med økt båttrafikk (Huang m.fl. 2023), og kan dermed unngå påvirkning fra aktivitetene i denne perioden. Noen pelagiske organismer, som plankton, er imidlertid ikke i stand til å bevege seg mot strømmen, og kan bli eksponert for økte mengder av suspendert sediment som følge av aktivitetene i utbyggingsfasen. Selv om disse påvirkningene på plankton er forventet, finnes det svært lite empirisk forskning på mulige effekter.

Tabell 2 Kilder til fysisk påvirkning av det pelagiske miljøet i ulike faser og med ulike teknologier for havvind

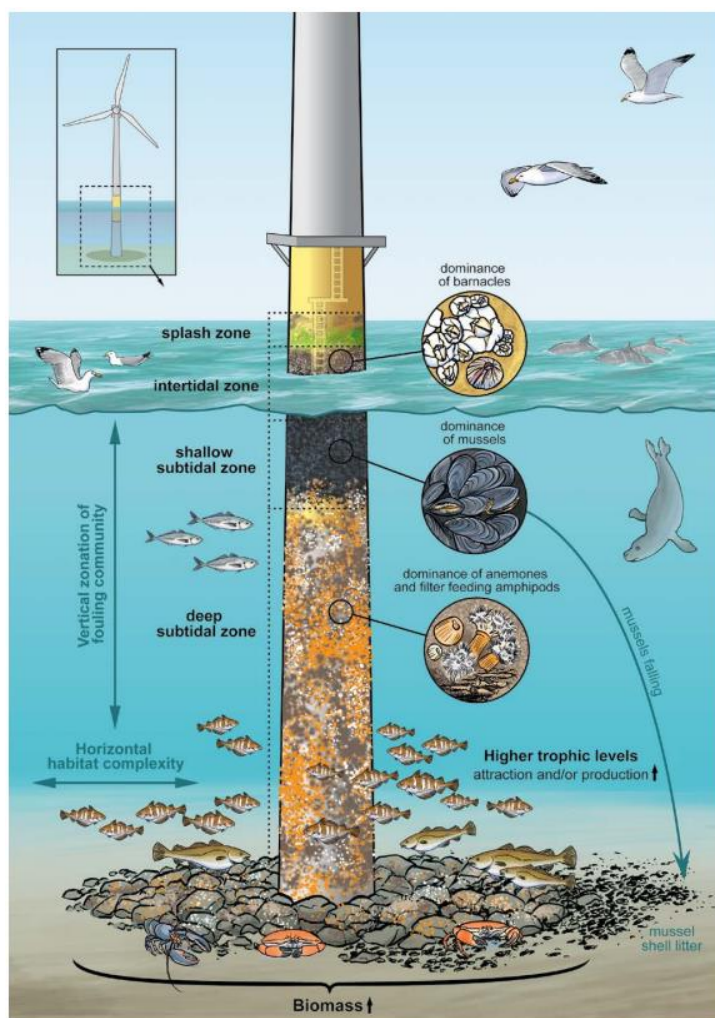
	Bunnfast	Flytende
Planlegging	Bunnprøvetaking (fysisk forstyrrelse av havbunn, lite relevant for pelagisk miljø)	Bunnprøvetaking (fysisk forstyrrelse av havbunn, lite relevant for pelagisk miljø)
Utbygging	Installasjon av fundamenter og kabellegging (fysisk forstyrrelse av havbunn, økt oppvirvling av sediment)	Installasjon av forankringer og kabellegging (fysisk forstyrrelse av havbunn, økt oppvirvling av sediment)
Drift	Introduksjon av fundamenter (kunstig rev effekt, erosjon av havbunn og oppvirvling av sediment)	Introduksjon av fundamenter (kunstig rev effekt)
		Forankringer og kabler i vannsøylen (innvikling)
		Forankringer og kabler på/nær bunn (fysisk forstyrrelse av havbunn gjennom erosjon)
Avvikling	Fjerning av fundamenter (fysisk forstyrrelse av havbunn, økt oppvirvling av sediment)	Fjerning av forankringer (fysisk forstyrrelse av havbunn, økt oppvirvling av sediment)

I **driftsfasen** vil hardt substrat i både det bentiske og pelagiske miljøet bli kolonisert av fastsittende organismer, inkludert filtrerende organismer som blåskjell (Van Berkel m.fl. 2020) og bunnlevende livsstadier til maneter (Janßen m.fl. 2013) (Figur 6). Økt forekomst av filtrerende organismer vil føre til økt filtrering av planteplankton, og dermed lavere turbiditet, økt lysgjennomtrengning og mindre planteplanktonbiomasse (Degraer m.fl. 2020 og referanser deri). Selv om det mangler empirisk forskning, tyder modelleringsarbeid på at denne typen effekter kan strekke seg opp til 50 km fra havvindanlegget (Slavik m.fl. 2019).

Tilstedeværelse av et høyere antall filtrerende organismer tiltrekker seg mobile arter, som f.eks. fisk, og dermed kan havvindanlegg fungere som kunstige rev. Fisk og mobile bunndyr, f.eks. krabber, benytter seg ofte av disse kunstige strukturene til skjul, næringssøk og gyting (Degraer m.fl. 2020). Bedre tilgang til mat og gyteområder i områder hvor dette tidligere har vært begrenset eller fraværende, kan føre til at nye arter finner levesteder og oppholder seg i området i større grad enn naturlig (Mavraki m.fl. 2021). Dette kan endre artssammensetningen og samspillet mellom ulike trofiske nivåer, noe som kan få innvirkninger på de nærliggende økosystemene. Det er også dokumentert at introduksjon av harde substrater kan føre til en økning i tetthet av visse typer geleplankton (f.eks. maneter) (Lesniewski, 2017, Vodopivec m.fl. 2017).

Denne "kunstige rev effekten" er mest studert i bunnfaste havvindanlegg i den sørlige, grunne delen av Nordsjøen (< 30 m) (Mavraki m.fl. 2021, Van Berkel m.fl. 2020). De introduserte harde strukturene blir kolonisert både i øvre vannlag og ned til bunn, der ulike arter etablerer seg og danner samfunn i ulike vannlag (Degraer m.fl. 2020). Dermed kan en forvente kunstig rev effekt for både bunnfaste og flytende havvindanlegg. Det finnes få studier av begroing på flytende anlegg, men en undersøkelse ved Hywind Scotland, et flytende anlegg på ca. 120 m vanddyp, dokumenterte begroing på turbiner, kabler og fortøyninger (Karlsson m.fl. 2022). Det er også sannsynlig at harde strukturer i dypere

områder kan bli utsatt for begroing av f.eks. hardkoraller, slik man har observert på flere olje- og gassinstallasjoner (Henry m.fl. 2018).



Figur 6 Introduksjon av harde strukturer som blir kolonisert av en rekke organismer kan fungere som "kunstige rev" og tiltrekke seg predatorer som fisk og sjøpattedyr (Degraer m.fl. 2020).

De fysiske strukturene i havvindanlegg kan også fungere som springbrett for fremmede arter som sprer seg med pelagiske larvestadier. Fremmede arter er organismer som har spredt seg til områder der de ikke forekommer naturlig, og kan spres til havvindanlegg med skipstrafikk eller ved naturlig spredning med havstrømmer. Det er enighet om at kunstige strukturer fremmer begroing av både stedegne og fremmede arter siden de fungerer som ledige habitater uten etablerte dyresamfunn (Airoidi m.fl. 2015; De Mesel m.fl. 2015; Bishop m.fl. 2017). Vindanleggets størrelse kan ha betydning for forekomsten av fremmede arter, siden større tilgjengelige arealer gir større muligheter for kolonisering (Airoidi m.fl. 2015).

I **driftsfasen av bunnfaste havvindanlegg** oppstår strømvirvler som fjerner sedimenter rundt foten av strukturen, transporterer dem bort og skaper et hull rundt strukturen, en prosess kjent som erosjon. Dette påvirker et svært begrenset område (på skalaen av meter) og i områder allerede påvirket under utbyggingsfasen. Erosjonsbeskyttelse, som steinmasser eller betongmatter, kan legges rundt fundamentet for å stabilisere bunnen og hindre at sedimenter vaskes bort.

I **driftsfasen av flytende havvindanlegg** er det to fysiske påvirkninger som vil skille seg fra bunnfast teknologi: erosjon på grunn av slakk i fortøyningskjettinger og potensiell innvikling i og kollisjon med fortøyninger og kabler i vannsøylen (Maxwell m.fl. 2022). Slakk på fortøyningskjettinger kan føre til erosjon av det omkringliggende bunnmiljøet og lokal oppvirvling av sedimenter. Når det gjelder kollisjon og innvikling i kabler og fortøyninger, forventes risikoen å være størst for sjøpattedyr og bruskfisk, som for eksempel brugde. Selv om risikoen for direkte innvikling i kabler og fortøyninger antas å være lav, kan sekundær innvikling (dvs. innvikling i fiskeredskaper m.m. som har gått tapt som følge av innvikling i kabler og fortøyninger) bli et indirekte problem. Dessverre er kunnskapen om dette temaet foreløpig svært begrenset.

Det er foreløpig lite kunnskap om effektene i **avviklingsfasen** av havvindanlegg, og graden av forstyrrelser på havbunnen og oppvirvling av sediment vil avhenge av graden av demontering og fjerning av fundamenter, forankringer og kabler som kreves.

2.4 Dokumenterte effekter av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser

Her beskrives mulige virkninger fra havvind på hver av de sentrale organismegruppene i de frie vannmasser: sjøpattedyr, fisk og plankton (plante- og dyreplankton). Tidlige livsstadier hos fisk som ikke er svømmedyktige blir påvirket av mye av de samme tingene som plankton, og er beskrevet i lag med denne gruppen. Det beskrives også tiltak som tar sikte på å forhindre eventuelle negative påvirkninger.

2.4.1 Effekter på sjøpattedyr

Sjøpattedyr kan påvirkes av undervannsstøy og potensielt elektromagnetiske felt fra utbygging av havvind. Etablering av havvindanlegg kan også medføre indirekte effekter, som f.eks. endringer i utbredelsen av byttedyr, noe som igjen kan påvirke sjøpattedyrenes utbredelse og vandringsmønstre. Et vindkraftanlegg kan fungere som et kunstig rev, noe som kan øke tilgjengeligheten av mat for sjøpattedyr (Tougaard m.fl. 2006). På den andre siden kan vindkraftutbygging til havs påvirke sjøpattedyr negativt direkte i både planlegging-, utbygging-, drift, og avviklingssfasen gjennom undervannsstøy, direkte forstyrrelser (økning i båttrafikk) og elektromagnetiske felt fra strømkabler. For flytende havvindanlegg er det også nevnt at ankerliner og kabler kan medføre risiko for at hvaler kan vikle seg inn og sette seg fast (Maxwell m.fl. 2022), men risikoen for dette er vurdert som lav (Statoil, 2015, Equinor, 2019). Utbyggingsfasen er forbundet med økt båttrafikk i området, og derfor økt risiko for kollisjon med skip (Barkaszi m.fl. 2021, Crum m.fl. 2019). Det er sannsynlig at avvikling av havvindanlegg vil forårsake lignende forstyrrelser som i utbyggingsfasen, men det er fortsatt begrenset erfaring på dette området.

Havforskningsinstituttet utpekte i tillegg til hvalarten nise, kystselartene havert og steinkobbe som sårbare arter i forbindelse med havvindanlegg (de Jong m.fl. 2020). Dette fordi disse artene oppholder seg langs norskekysten kontinuerlig og vil dermed opptre hyppigst rundt havvindanlegg, samt at de er sensitive til undervannsstøy som bl.a kan påvirke atferd.

2.4.1.1 Sjøpattedyr og undervannsstøy

Bardehvaler bruker lyd for å kommunisere over store avstander, eksempelvis knølhval, finnhval, vågehval og blåhval. Videre brukes ekkolokalisering av tannhvaler til å lokalisere

mat og orientere seg (Thomsen m.fl. 2023, Dahne m.fl. 2013). Blant hvalartene er nise den enkeltarten det finnes mest kunnskap om når det gjelder hørsel og skadeeffekter (de Jong m.fl. 2020, Tougaard m.fl. 2015). Likevel er det fortsatt kunnskapshull knyttet til støyforurensing fra havvind, spesielt over tid i driftsfasen, samt kombinert med andre stressfaktorer som f.eks. fiskeri, skipstrafikk eller klimaendringer.

Ved utbygging av havvind beslaglegges deler av sjøpattedyrenes habitat. Avhengig av hvor store områder som bygges ut, kan det potensielt føre til at sjøpattedyrene blir presset til å oppholde seg nært vindkraftverkene, og på den måten utsettes for kontinuerlig støy. Alternativt vil de unngå disse områdene totalt, men konsekvensen kan bli et mindre beiteområde eller hindring i migrasjonsruter. Det kan igjen medføre lavere energiopplagring og lavere reproduksjonssuksess.

Ulike arter av pattedyr påvirkes ulikt av støy. For vurdering av påvirkning fra havvind har vi derfor delt pattedyrene inn i tre grupper basert på vitenskapelige anbefalinger relatert til deres målte eller antatte hørselsevne. For hver gruppe er det angitt en generalisert hørselskurve, som beskriver hvordan hørselsevnen avhenger av lydfrekvens. De respektive navnene refererer til de frekvensområdene der hver gruppe har den beste hørselen: lave (LF, lavfrekvent), høye (HF, høyfrekvent) og veldig høye frekvenser (VHF, veldig høy frekvent) (Southall m.fl. 2019, Tougaard m.fl. 2022). I tillegg inkluderes seler som en gruppe.

Detaljert metodikk med kriterier for å vurdere permanent og midlertidig hørselstap som følge av støypåvirkning finnes i Southall m.fl. 2019.. Terskelverdier for hørselseffekter kan brukes i prosjektspesifikke konsekvensutredninger, der forventede støynivåer fra valgt teknologi kan kombineres med informasjon om lokale miljøforhold (bunntopografi og substrat, dybde, lagdeling mm) for å modellere utbredelse av støynivåer i ulike frekvensområder.

Effekter av støy i planleggingsfasen

Før utbyggingsfasen er det vanlig å gjennomføre seismiske undersøkelser, hvor kraftige lydsignaler sendes ned i havbunnen for å kartlegge geologiske lag. Støy fra seismikk påvirker sjøpattedyr (Sivle m.fl. 2023, Forland m.fl. 2023, Southall m.fl. 2019). Effekten av seismiske undersøkelser på atferd hos nise var likevel mindre enn det som ble funnet for pæling under utbyggingsfasen, men det kan midlertidig påvirke beiting hos niser (Sarnocińska m.fl. 2020). Nær luftkanonene (30-125 m) kan seismikk forårsake hørselstap for alle arter av sjøpattedyr, men dersom det brukes avbøtende tiltak som gradvis økning av lydnivå (ramp-up/soft start) vil de ha mulighet til å unngå området før støynivået blir høyt nok til å forårsake hørselsskade (Forland m.fl. 2023). Havforskningsinstituttet fraråder seismikkundersøkelser i områder og perioder hvor bardehval beiter intensivt (Forland m.fl. 2023).

Effekter av støy i utbyggingsfasen

Utbyggingsfasen antas å være den perioden som forstyrrer sjøpattedyr mest. Støyen som genereres under utbygging av havvindanlegg ligner på støyen forårsaket av andre offshore-aktiviteter som olje og gassutvinning, samt konstruksjon av kaier og broer (Galparsoro m.fl. 2022). Konstruksjonsstøy under montering av vindturbinene vil blant annet komme fra pæling, boring, økt skipstrafikk og gravearbeid (Thomsen m.fl. 2006, Forland m.fl. 2023).

Støy knyttet til slagpæling av **bunnfaste fundamenter** er av betydelig intensitet (Tougaard m.fl. 2009). Lydene faller innenfor sjøpattedyrenes høreområde og er hørbare over flere titalls kilometer. Likevel forblir effekten på sjøpattedyr noe uklar (Tougaard m.fl. 2015). Det meste av energien er til stede ved svært lave frekvenser, og varigheten av lydene er relativt kort. På denne måten overstiger ikke det de nivåene som kan forårsake midlertidig eller permanent skade på sjøpattedyrenes hørsel. Hørselsskader kan likevel forekomme dersom sjøpattedyrene befinner seg innenfor et par hundre meter fra pælingen (OSPAR 2008, Bailey m.fl. 2010; Haelters m.fl. 2015).

Pæling kan ha en betydelig innvirkning på sjøpattedyrenes antall og utbredelse, bl.a. ved å utløse unnvikelsesatferd der dyrene forlater eller unngår anleggsområdet (Brandt m.fl. 2011; Graham m.fl. 2019). Unnvikelsesatferd blant sjøpattedyr er blitt påvist på flere kilometers avstand fra pælingsstedet, opp til 25 km for nise og springere (Tougaard m.fl. 2006, Haelters m.fl. 2015; Tougaard m.fl. 2009). Sel er også påvist å holde seg unna områder med pæling (Russell m.fl. 2016).

Under installasjon av **flytende turbiner** brukes ikke pæling. Støy fra installasjon av flytende turbiner forventes dermed å gi mindre forstyrrende effekt på sjøpattedyr. Likevel brukes ofte boring i forbindelse med feste av anker og forankringslinjer. Sammen med støy fra økt skipstrafikk under utbyggingsfasen har det blitt påvist områdeunnvikelse av niser opptil 4 km (Potlock m.fl. 2023, Benhemma-LeGall m.fl. 2023). Kommunikasjonsmaskeringseffekter på bardehval er sannsynligvis mest relevante i forbindelse med lavfrekvent og kontinuerlig støy fra en økende skipstrafikkaktivitet i utbyggingsfasen.

Effekter av støy i driftsfasen

I driftsfasen er støynivået fra havvindanlegg lavere enn i utbyggingsfasen. Over vann blir lyden fra turbinbladene som roterer i luften reflektert fra havoverflaten og får liten betydning under vann (de Jong m.fl. 2020). Under vann overføres støy fra girkasse og generator gjennom tårnet til fundamentet, hvorfra lyd stråles ut i vannet (Forland m.fl. 2023). Støyen er lokal og av lav intensitet, og vanligvis bare merkbar i nærområdet av vindkraftverket (1-50 m). Likevel, under forhold med lav bakgrunnsstøy og uforstyrret lydforplantning (eks. ingen fysiske barrierer), kan lyden være hørbar for sjøpattedyr flere kilometer fra turbinene (Tougaard m.fl. 2009). Samtidig er dette kontinuerlig lyd og tidsrammen for driftsfasen vil være betydelig lengre enn for utbyggingsfasen. I tillegg kan forankringene fra **flytende turbiner** i driftsfasen gi kortvarige, høye smell, forårsaket av napping i ankerkjettingen når vindturbinene beveger seg (Martin m.fl. 2011, de Jong m.fl. 2020).

Sjøpattedyr er mobile, og vil kun periodevis oppholde seg i nærheten av vindkraftanlegget. Dette kan, dersom det er få havvindanlegg langs trekkruiter eller ved beiteområder, bidra til å unngå langvarig eksponering for høye støynivåer.

En sammenstilling av effekter fra havvindturbiner i driftsfasen viste generelt svært få effekter på sjøpattedyr, selv om det for enkelte arter som nise, viste variable resultater på tvers av studier (Watson m.fl. 2024, Galparsoro m.fl. 2022). Imidlertid rapporterte en studie av bunnfast havvind i sørlige Nordsjøen at antallet niser økte etter at utbyggingsfasen var avsluttet, og at dyrene brukte havvindanlegg hyppigere enn referanseområder (Scheidat m.fl. 2011). Dette kan skyldes økt tilgjengelighet av mat på grunn av redusert fiske og kunstige rev-effekter. Økningen i antall niser ved dette vindkraftanlegget er motsatt av resultatene fra andre offshore vindkraftanlegg. Dette viser at resultatene fra ett

vindkraftanlegg ikke alltid kan overføres til eller gjelder for et annet anlegg i et annet område.

2.4.1.2 Sjøpattedyr og elektromagnetisme

Elektromagnetiske felt fra strømkablene rundt et havvindanlegg kan forstyrre navigasjon hos sjøpattedyr, men kunnskapsgrunnlaget på dette temaet er begrenset (de Jong m.fl. 2020).

Kablene som kobler vindturbiner sammen og eksportkablene skaper elektriske og magnetiske felt, og kan derfor forårsake endringer i det lokale magnetfeltet. Flere sjøpattedyr antas å bruke det magnetiske feltet fra jorda (geomagnetisme) til navigasjon, men dette er enda ikke konkludert i litteraturen og forblir spekulasjoner (Lohmann m.fl. 2022). Magnetfeltet fra undervannskabler kan muligens forstyrre svømmeretning og migrasjonsruter hos sjøpattedyr (Sinclair m.fl. 2023)

2.4.1.3 Avbøtende tiltak for sjøpattedyr

For å minimere de negative effektene av havvindanlegg på sjøpattedyr, er det viktig å kartlegge pattedyrenes habitatbruk for å kunne unngå viktige funksjonsområder (Maxwell m.fl. 2022). For eksempel kan det i **planleggingsfasen** legges til rette for at pattedyr har tilstrekkelig plass til å bevege seg mellom viktige funksjonsområder, for eksempel ved å unngå å legge havvindanlegg på tvers av hovedtrekkkruten. I tillegg bør tidspunktet for anleggsaktivitetene planlegges for å unngå kritiske perioder (Sivle m.fl. 2021).

Det er vanskelig å generalisere kritiske perioder fordi vi har for lite kunnskap, og de kan variere mellom arter og innenfor samme art. For eksempel kan migrasjon, beiteaktivitet og reproduksjon skje på ulike tidspunkter. Vi trenger spesifikke studier for å fastslå disse periodene.

I **utbyggingsfasen** av et havvindanlegg er det flere tiltak som kan redusere eller unngå støy fra pæledriving og boring, og disse kan deles inn i tre hovedtyper:

- **Boblegardiner** har vært det vanligste tiltaket for å redusere støy og dermed hørselsskader på dyr nær pæleområdet (Dähne m.fl. 2017, Forland m.fl. 2023). Boblegardiner dannes ved at en perforert luftslange legges på sjøbunnen rundt pæleområdet, og det pumpes luft igjennom slik at det oppstår gardin av luftbobler i vannsøylen. Dette reduserer støyen på grunn av spredning og absorpsjon. Boblegardiner har vist seg effektive i grunne områder i Nordsjøen, og fører til mindre forstyrrelse av nise (Brandt m.fl. 2018). Boblegardiner har hittil vært benyttet for dybder ned til 40-50 meter, mens erfaringer fra større dyp mangler.
- **Skremmeinnretninger** i form av utstyr, f.eks. "pingere" som sender ut akustiske signaler for å skremme bort marine pattedyr før støyende aktivitet påbegynnes. Studier har dokumentert effekt av skremmeinnretninger under pæling for flere arter, bl.a. nise og vågehval (Brandt m.fl. 2013, McGarry m.fl. 2017, Graham m.fl. 2023, Voß m.fl. 2023). Graham m.fl. (2023) viste at nise viste betydelig retningsbevegelse bort fra lydkilden, mens retningene deres var jevnt fordelt når de ikke var utsatt for avskrekkende støy.
- **"Soft start" eller "ramp up"** før pæling eller seismikk-skyting er en annen type tiltak, som består av et lavt lydnivå i begynnelsen av hver sekvens som øker til operasjonell

styrke. Dette tiltaket vil advare dyr om forstyrrelsen, slik at de kan bevege seg bort fra området.

Et annet avbøtende tiltak vil kunne være å overvåke sjøpattedyr i området rundt utbyggingsområdet, for å stoppe eller utsette aktiviteten når det befinner seg individer i et gitt radius fra støykilden. Slik overvåking kan gjennomføres enten ved hjelp av observatører eller akustisk overvåking for å fange opp lyder fra dyrene. Det er verdt å merke seg at tilstedeværelse og støy fra fartøy under utbyggingsfasen vanligvis allerede utløser en unnvikelsesrespons fra sjøpattedyr, som da unngår området der det vil foregå mer støyende aktivitet. I tillegg kan det være en utfordring å skille effektene av skremmeinnetninger eller "soft start"/"ramp-up" og selve pælingen når man gjør effektstudier, da begge vil utløse en unnvikelsesrespons (Graham m.fl. 2023).

Avbøtende tiltak for undervannsstøy i **driftsfasen** har fått mindre oppmerksomhet enn i utbyggingsfasen. Stöber og Thomsen (2021) antydte at overgang fra girbokser til direkte drivteknologi vill bidra til å redusere lydnivået med 10 dB. En slik reduksjon i lyd vil ifølge denne studien kunne redusere rekkevidden (avstand fra turbinen) der atferdsendringer hos marine pattedyr forventes fra 6,3 km til 1,4 km. I tillegg kan valg av turbindesign påvirke støynivåer i driftsfasen. Sugeanker kan for eksempel benyttes på flytende turbiner, over bløtbunn, for å redusere støy knyttet til ankerfestet (Maxwell m.fl. 2022).

Hittil har de fleste tiltakene for å begrense virkninger fra havvind på sjøpattedyr fokusert på støyreduksjon i utbyggingsfasen, særlig pæling. Tiltak for andre påvirkningsfaktorer i driftsfasen, som reduksjon av elektromagnetiske felt, har ikke fått like mye oppmerksomhet. En bedre forståelse av omfang og effekter fra elektromagnetiske felt på sjøpattedyr vil være et viktig første skritt for å kunne utforme avbøtende tiltak.

De nevnte tiltakene er hovedsakelig testet i havvindanlegg med bunnfaste turbiner. Mens noen utfordringer forventes å være relativt like mellom bunnfaste og flytende turbiner, som påvirkningen av støy eller elektromagnetiske felt, kan flytende turbiner medføre andre utfordringer i driftsfasen. Dette kan være økt risiko for at sjøpattedyr vikler seg inn i kabler og ankerliner (Maxwell m.fl.2022). Selv om primær risiko for innvikling forventes å være lav, kan risikoen for sekundær innvikling være større. Ifølge disse forfatterne kan overvåking (f.eks. med spenningsmålere koblet til kablene) og fjerning av påvekst på ankerliner og kabler redusere risikoen for at noe (fiskeutstyr, søppel eller dyr) setter seg fast.

2.4.1.4 Kunnskapsmangler effekter på sjøpattedyr

For å vurdere mulige effekter på sjøpattedyr er det viktig å kartlegge utbredelse av de mest sårbare artene i tid og rom. Oppdatert kunnskap om sjøpattedyrenes områdebruk langs norskekysten bør dermed innhentes før utbygging av nye vindkraftanlegg (de Jong m.fl. 2020). Mer detaljerte kunnskapsmangler relatert til virkninger av utbygging av havvind på sjøpattedyr er beskrevet i Tabell 3.

Tabell 3 Usikkerheter og kunnskapsmangler knyttet til sjøpattedyr og havvindanlegg

Kunnskapsmangel/ Usikkerhet	Beskrivelse
Utbredelse, antall, beiteområder og migrasjonsruter for hval og sel	- Informasjon om flere arter, inkludert spermhval, finnhval, springere kvitnos, kvitskjeving og nise er enten ikke tilgjengelig eller basert på data fra flere tiår tilbake. - Det mangler informasjon om utbredelse igjennom hele året for hval og sel. Havforskningsinstituttet utfører hvaltelletokt i juni/juli, mens kunnskapen er betydelig mer begrenset for resten av året. På samme måte blir observasjonsundersøkelser av kystsel (steinkobbe og havert) utført innenfor bestemte tidsvindu på sensommer/høst når selene oppholder seg nært land, og kun hvert femte/sjette år. - For selartene finnes det en god del informasjon om kasteområder; disse områdene brukes til reproduksjon og hvile. Kunnskapen om utbredelse og beiteområder til havs er derimot mangelfull (Elnes m.fl. 2023). - Nyere merkestudier på spekkhoggere, finnhval og knølhval viser at disse foretar beitevandring langs store deler av norskekysten, og spesielt områder i nord utenfor Troms og Finnmark og i Barentshavet (Vogel m.fl. 2021 og Ytterhus Utengen m.fl. 2024, Lydersen et al. 2020). Dette underbygges av havforskningsinstituttets telletokt, hvor disse områdene er viktige for et flertall av hval og selarter. Satellittstudier er pågående for spermhval, finnhval, vågehval, grindhval (https://mintag-project.com/).
Kartlegging av beiteområder i nærheten av planlagt havvindområde	Studier bør gjennomføres i nærliggende områder for å fastslå planområdets betydning for sjøpattedyr, spesielt dersom det er et viktig beiteområde. Slik kunnskapsinnhenting er avgjørende for å kunne sammenlikne habitatbruk før og etter etablering.
Indirekte effekter: Endret atferd hos byttedyr	Sjøpattedyr kan også påvirkes indirekte ved endret atferd hos eller tilgang til byttedyr. Dette kan undersøkes med predator-bytte studier og diettstudier.
Samlet påvirkning av flere stressfaktorer	I en verden i endring og med økt menneskelig aktivitet i havet er det flere stressfaktorer som kan påvirke sjøpattedyr (f.eks. klimaendringer, økt hvalturisme, havenergi, akvakultur m.m.). Her er det mangel på kunnskap om hvordan ulike sjøpattedyr responderer på de samlede pågående endringene i deres habitater.
Påvirkning fra elektromagnetiske felt	Kunnskapen om eventuelle påvirkninger fra elektromagnetiske felt rundt kabler på sjøpattedyr er svært begrenset. Dette gjelder spesielt påvirkning fra store havvindanlegg der tettheten av kabler vil være høy. De viktigste kunnskapshullene relatert til effekter av elektromagnetisme fra vindkraftanlegg omhandler hvorvidt sjøpattedyr er i stand til å sanse denne typen elektromagnetiske felt, hvor lang avstand fra kabelen eventuelle effekter kan detekteres, og om kabler kan forstyrre migrasjonsruter.
Påvirkning av støy over tid	- Det er stadig mer kunnskap om effekten av støy på sjøpattedyr, men kunnskap om hvordan sjøpattedyr påvirkes av kontinuerlig støy fra havvindanlegg i drift er mangelfull. For eksempel er det lite kunnskap om de fysiologiske effektene av støyeksponering (frigjøring av stresshormoner). - Vi vet svært lite om hvor store avstander fra havvindanleggene ulike arter av sjøpattedyr påvirkes, og i hvilken grad.

Hvordan kan kunnskapsmangler om effektene fra havvind på sjøpattedyr undersøkes?

For å vurdere effektene av havvindanlegg på sjøpattedyr, trenger vi både numeriske modeller og feltobservasjoner. Det er viktig å gjennomføre godt utformede feltstudier for innsamling av data før installasjonen (dvs. forundersøkelser) for å kartlegge nåsituasjonen, og etter installasjonen for å vurdere effekter og validere modeller (Hemery m.fl. 2024). Numeriske modeller og analytiske rammeverk trenger data for parametersetting og validering. Dette blir spesielt viktig for kartlegging av habitatbruk for berørte arter og/eller populasjoner, inkludert tidspunkt og migrasjonsruter for artene som forflytter seg over store avstander.

Det finnes ulike metoder som kan brukes til å samle inn data:

- Båt- og landbaserte studier for å registrere tilstedeværelse og habitatbruk (Lieber m.fl. 2019).
- Akustisk undervannsovervåking med hydrofoner som tar opp lyder fra sjøpattedyr, for å detektere dyrenes tilstedeværelse samt undersøke frekvensene de bruker for å kommunisere (Porskamp m.fl. 2015; Tollit m.fl. 2013).
- Merkestudier for å spore 3D-bevegelser ved bruk av dataloggere som registrerer posisjoner og dybde med jevne mellomrom (Hastie m.fl. 2016)
- Overvåkning fra luftdrone (Aniceto m.fl. 2018)
- Miljø-DNA for å registrere tilstedeværelse og habitatbruk for arter eller grupper av arter (Suarez-Bregua m.fl. 2022).
- Vevsprøver (biopsier, avføringsprøver Hunt m.fl. 2013) for å undersøke helsetilstand (stresshormoner, Rolland et al. 2012) og diett (Remili et al. 2023).

2.4.2 Effekter på fisk

Fisk er en helt sentral dyregruppe i alle marine økosystemer. Mange arter er av stor kommersiell betydning, og utgjør en viktig matkilde. I det marine næringsnett tilhører fisk vanligvis et middels eller høyt trofisk nivå som voksne, mens larvene av de aller fleste arter har en planktonisk levevis, der de blir en del av dyreplankton i de frie vannmassene. Påvirkning fra havvind på tidlige livsstadier (egg og fiskelarver) er derfor beskrevet sammen med plankton i kapittel 2.4.3. Store forskjeller mellom arter, og gjennom livssykluser, betyr at sårbarheten til påvirkning av havvind er forskjellig fra art til art og avhengig av individenes livsstadium. Fisk som følger faste vandringsmønstre i forbindelse med reproduksjonen, kan potensielt være sårbare for elektromagnetiske felt. Samspillet mellom ulike fiskebestander i marine økosystemer er komplekst. Dette betyr at påvirkning på en art kan ha indirekte konsekvenser for andre arter. For eksempel kan tiltrekning av rovfisk som torsk til installasjonen føre til økt predasjon på mindre arter i området.

Havvindanlegg kan påvirke fisk på ulike måter, som for eksempel gjennom endring av habitat, endringer i havstrømmer, og forstyrrelser i form av støy, elektromagnetiske felt, eller lysforurensing og lysrefleksjoner fra turbinbladene. Endring i havstrømmer har størst påvirkning på tidlige livsstadier hos fisk med liten evne til egenbevegelse (kapittel 2.4.3).

2.4.2.1 Fisk og undervannsstøy

Fisk bruker blant annet lyd til kommunikasjon, parring, for å oppdage predatorer og byttedyr. De fleste fisk oppfatter partikkelbevegelse, og noen arter er i tillegg sensitive for lydtrykk via svømmeblæren (Popper & Hawkins, 2018). Støy i forbindelse med havvind varierer med de ulike fasene: planleggingsfase, utbygging, drift og avvikling.

Støy under planlegging

Undersøkelser før etablering av vindkraft kan inkludere seismiske undersøkelser, som regel av lavere intensitet sammenlignet med undersøkelser i forbindelse med olje og gassnæringen. Noen nylige undersøkelser av påvirkninger fra seismiske undersøkelser ved bruk av en nedskalert seismikkilde (relevant for undersøkelser i forkant av utbygging av havvind) viste kun svake adferdsendringer hos torsk i avstander mellom 5-40 km, og ingen storskala unnvikelse fra gyteområdet (McQueen m.fl. 2022, 2023). Generelt er det usikkerhet rundt effekter av seismikk på fisk, der noen studier har påvist både adferdsendringer og endringer i forekomst av enkelte fiskearter grunnet seismikk (f.eks. Engås m.fl. 1996 for torsk og hyse). Andre studier har rapportert om svært liten eller ingen reaksjon til seismikk hos bunnfisk (Meekan m.fl. 2021). Potensielle forstyrrelser fra støy vil være mest alvorlige hvis fisken skremmes bort fra gyteområder eller ved gytevandring, da dette vil kunne medføre nedsatt gyting og økt yngeldødelighet (Forland m.fl. 2023)

Støy under utbygging

Under utbygging av vindkraft vil det være flere støykilder, avhengig av om det er flytende eller bunnfaste anlegg, fundamenttype, type forankringer m.m. Felles for både flytende og bunnfast teknologi er at det vil føre til mer skipstrafikk (Thomsen m.fl. 2006).

Skipsstøy kan påvirke fiskeadferd i form av blant annet flukt-respons og akutte stressresponser, noe som igjen kan påvirke instinktene for rømming fra predatorer (Nichols m.fl. 2015; Velasquez Jimenez m.fl. 2020). Det er også sannsynlig at denne typen støy kan påvirke kommunikasjon mellom fisk, som er viktig under gytingen for noen arter, f.eks. torsk. Det er sannsynlig at noen fiskearter kan tilpasse seg og venne seg til menneskeskapt undervannsstøy (Codarin m.fl. 2009; Radford m.fl. 2014).

Impulsiv støy under utbygningen, først og fremst fra pæling i **bunnfaste** anlegg, kan føre til direkte skade hos fisk. Skader kan oppstå i hørelsesorganet, svømmeblæren og leveren. Direkte skader oppstår dog sjelden, og fiskene må oppholde seg svært nært lydkilden (de Jong m.fl. 2020). Pæling i forbindelse med bygging kan nå høye lydnivåer, og nylig har det blitt vist at fisk kan endre sin bruk av lyd i kommunikasjon under pæling og drift av havvindmøller (Siddagangaiah m.fl. 2022). Det er også gjort studier på havabbor som viser adferdsendringer ved periodevis eksponering av høy lyd, som ved pæling (Neo m.fl. 2014). Effekter fra pæling på torsk har blitt undersøkt ved å spille av lyder tilsvarende pæling mens fisken ble holdt i en merd (Mueller-Blenkle m.fl. 2010). I dette forsøket viste torsk tendenser til å svømme saktere, og i retning bort fra lydkilden. Adferdsendringer ble også observert hos torsk under pæling i «Nobelwind» i den Belgiske delen av Nordsjøen. Her forble torsken i området under pæling, med noen moderate endringer i bevegelsesmønster – torsken svømte i retning mot hardt substrat i nærheten av turbinene mellom pælingen, og vekk fra lydkilden når pælingen startet igjen (van der Knaap m.fl. 2022).

Støy under utbyggingsfasen for **flytende havvind** forventes gi lavere forstyrrende effekter, siden det ikke brukes pæling. Likevel vil denne fasen være forbundet med støy fra økt båttrafikk, installasjon av forankringer og legging av kabler.

Støy under drift

I driftsfasen av vindkraftanleggene vil det være lavere intensitet av støy enn ved utbygging, men kontinuerlig. Det er gjennomført en del studier på hvordan driftsstøy fra havvind påvirker fisk. For eksempel ble adferdsendringer hos makrellstørje i merder påvist når det

ble avspilt lyd tilsvarende nivået 50 meter unna en havvindturbin (Puig-Pons m.fl. 2021). Fisk kan oppholde seg i vindturbinenes nærsoner i lengre perioder og dermed eksponeres for langvarige forhøyede støynivåer, som potensielt kan påvirke både fysiologi og atferd, slik som fiskens reproduksjon og predatorunnvidelse (de Jong m.fl. 2020). Dersom fisk blir tiltrukket av anleggsstrukturene og der opplever nedsatt overlevelse eller reproduksjon på grunn av støy kan det føre til at anlegget påvirker fiskepopulasjoner negativt.

Støy under avvikling

Lite er kjent om effekter på fisk fra støy under avviklingsfasen. Støynivåer under avviklingsfasen antas være relatert til konstruksjonsstøy og dermed være relativt likt eller noe lavere enn utbyggingsfasen, unntatt støy fra pæling.

2.4.2.2 Fisk og elektromagnetisme

Undersjøiske strømkabler under drift skaper elektriske og magnetiske felt (EMF), som kan oppfattes av fisk (sammenfattet i: Formicki m.f. 2019, Newton m.fl. 2019). Mange fisk bruker jordens naturlige magnetfelt til orientering og navigasjon. Derfor er det sannsynlig at migrasjon og etablering av slike arter kan bli påvirket av endringer i det elektromagnetiske feltet rundt strømkablene i et havvindanlegg. Siden kabler som regel føres langs bunnen, forventes virkningene å være større for bunntilknyttede arter enn for fisk i de frie vannmassene (de Jong m.fl. 2020).

Elektromagnetiske felt fra kabler kan i teorien påvirke migrasjon, bevegelse, adferd, interaksjoner mellom predatorer og byttedyr, samt dyrenes fysiologi og utvikling (Nyqvist m.fl. 2020, Westerberg & Lagenfelt 2008). Effekter vil variere mellom ulike arter, og eksperimenter har vist at for eksempel rognkjeks ikke blir særlig forstyrret (Durif m.fl. 2023). Andre studier har vist at Europeisk ål endrer svømmehastighet når den krysser undersjøiske kabler (Westerberg & Lagenfelt 2008), mens vandringsadferden til utvandrende laksesmolt av stillehavslaks ikke ble signifikant påvirket etter kryssing av strømkabler (Klimley m.fl. 2017; Wyman m.fl. 2018). Det finnes også flere studier på effekter av elektromagnetisme på fiskelarver, der noen arter viser redusert svømmeaktivitet (hyse, torsk; Cresci m.fl. 2022a, 2023), mens andre arter ikke ser ut til å bli påvirket (tobis larver; Cresci m.fl. 2022b) (les mer i kap. 2.4.3.3).

Bruskfisk, som hai, skater og havmus, har spesielle sanseorganer som kan registrere både elektriske og magnetiske signaler (OSPAR, 2023, Newton m.fl. 2019). Disse signalene kan benyttes til orientering, navigasjon, og oppdagelse av byttedyr (Hermans m.fl. 2024). Bruskfisk er derfor den gruppen som er mest sensitive til endringer i elektromagnetiske felt (England & Robert 2022). Bruskfisk er derfor potensielt sårbar til påvirkning fra undersjøiske strømkabler, men hvor stor denne risikoen er, er usikkert (Hermans m.fl. 2024).

Selv om dagens forskning har avdekket effekter og responser hos enkelte arter på menneskeskapte elektromagnetiske felt, er den økologiske effekten av EMF fra undervannskabler sannsynligvis bare svak eller moderat (Gill & Desender 2020, Svendsen m.fl. 2022). Menneskeskapte EMF kan imidlertid ha en negativ innvirkning på tidlige livsstadier hos fisk (kapittel 2.4.3.3).

2.4.2.3 Fisk og fysisk påvirkning – kunstig rev effekt

Det er kjent at **bunnfaste havvindanlegg** tiltrekker seg flere arter fisk, og at mange av disse artene reproducerer og søker føde i havvindanleggets nærområde. Strukturene kan fungere

som et kunstig rev og gi økt mattilgjengelighet og ly for rovdyr (de Jong m.fl. 2020). Anleggene kan også føre til endringer i artssamsetning i området. Det er overveiende fisk med tilknytning til hardbunn som blir tiltrukket av installasjonene, og oftere fiskespisende arter enn planktonspisende (Methratta & Dardick 2019; Reubens m.fl. 2014). Fisk kan trekkes fra omkringliggende områder til installasjonen, noe som vil øke biomassen av fisk i nær tilknytning til de enkelte installasjonene mens det minker i områdene rundt. Men det er også mulig at noen arter kan få forbedrede gyte- og oppvekstforhold med økt tilgang til skjul for predatorer, og at bestanden da kan øke (de Jong m.fl. 2020). Plassering av turbinfundamenter i myke sedimenter, kan påvirke bløtbunnshabitater via introduksjon av hardbunn og tilhørende fauna, og fortrenge fiskearter som lever i bløtbunnsområder (Methratta & Dardick 2019). Tiltrekking av fisk til installasjonene er mer utpreget for vindkraftanlegg på dypere vann og med større avstand fra kysten (de Jong m.fl. 2020). Det finnes så vidt vi vet ikke tilsvarende studier fra flytende vindkraftanlegg, men det kan forventes at disse også vil kunne ha en tiltrekkende effekt på ulike fiskearter.

Fisk med sterk tilknytning til bunn, som tobis, kan bli betydelig påvirket av fysisk forstyrrelse av havbunnen i alle faser av havvindutbygging, særlig under etablering av bunnfaste fundamenter (kap 2.3.5). Fundamentene endrer havstrømmene og det skaper turbulens nedstrøms. I grunne områder med fint sediment på havbunnen kan dette føre til at sediment virvles opp i hele vannmassen og spres over flere kilometer fra turbinen (Dorrell m.fl. 2022, Utne Palm m.fl. 2023). Sediment oppvirvlingen kan endre sedimentets kornstørrelser og leirinnhold, noe som kan forringe kvaliteten på habitatet for tobis i driftsfasen. Dette kan være relevant for de grunne sørlige utredningsområdene (Sørvest A-F) (Utne Palm m.fl. 2023, van Deurs m.fl. 2012).

2.4.2.4 Fisk og lysforurensing

Lys er viktig for den biologiske klokken til flere fiskearter, og er i flere livsfaser styrende for adferden til fisken. For arter som foretar daglige vertikalmigrasjoner er lys styrende for hvor de befinner seg i vannsøylen. På dagtid når det er mye lys i øvre vannmasser befinner mesopelagisk fisk seg i dypere vannmasser, mens de på natten kommer opp for å beite på plankton i skjul av mørket. Kunstig lys kan endre mønstre i den daglige migrasjonen, og føre til at mesopelagisk fisk ikke migrerer like høyt i vannsøylen eller unngår lyskilden (Underwood m.fl. 2021). Det er observert redusert vekst og overlevelse hos tropisk korallrevfisk som har blitt langtidsekspontert for kunstig lys (Schliger m.fl. 2021). Kunstig lys er også kjent for å virke tiltrekkende på dyreplankton, noe som dermed også tiltrekker planktonspisere som makrell og sild (Sardo m.fl. 2020). Bruk av kunstig lys er en kjent måte å samle pelagisk, lysoppsøkende fisk på.

2.4.2.5 Avbøtende tiltak for fisk

For å minimere negative effekter av havvindanlegg på fisk er det for det første viktig å kartlegge habitatbruk i tid og rom for å unngå plassering av turbiner i viktige funksjonsområder og forstyrrende aktiviteter i viktige perioder. Bunnhabitatet vil bli påvirket av utbygging og drift av turbinene, og omfanget av denne påvirkningen vil avhenge av typen turbin og anker som brukes (Maxwell m.fl. 2022). Denne forstyrrelsen vil ikke bare påvirke fisk som er sterkt tilknyttet på bunn (f.eks. tobis), men også fisk som oppholder seg i nærheten av bunn og i vannsøylen (f.eks. torsk) og pelagisk fisk som har bunnlevende stadier (f.eks. sild som gyter på bunn). Kartlegging og planlegging er derfor avgjørende for å unngå områder med høy biodiversitet eller viktige funksjonsområder.

Hittil har tiltak for å begrense virkningene av havvindanlegg i hovedsak blitt utviklet for sjøpattedyr under **planleggings- og utbyggingsfasen** relatert til undervannsstøy. Flere støyreducerende tiltak beskrevet for sjøpattedyr (kap. 2.4.1.3) vil også redusere forstyrrelser fra støy på fisk. "Soft-start"/"Ramp-up" har imidlertid vist seg å ikke være effektivt for fisk (Forland m.fl. 2023). I Norge er det mest brukte tiltaket for fisk at seismikk frarådes i viktige gyteområder i gyteperioden (Forland m.fl. 2023).

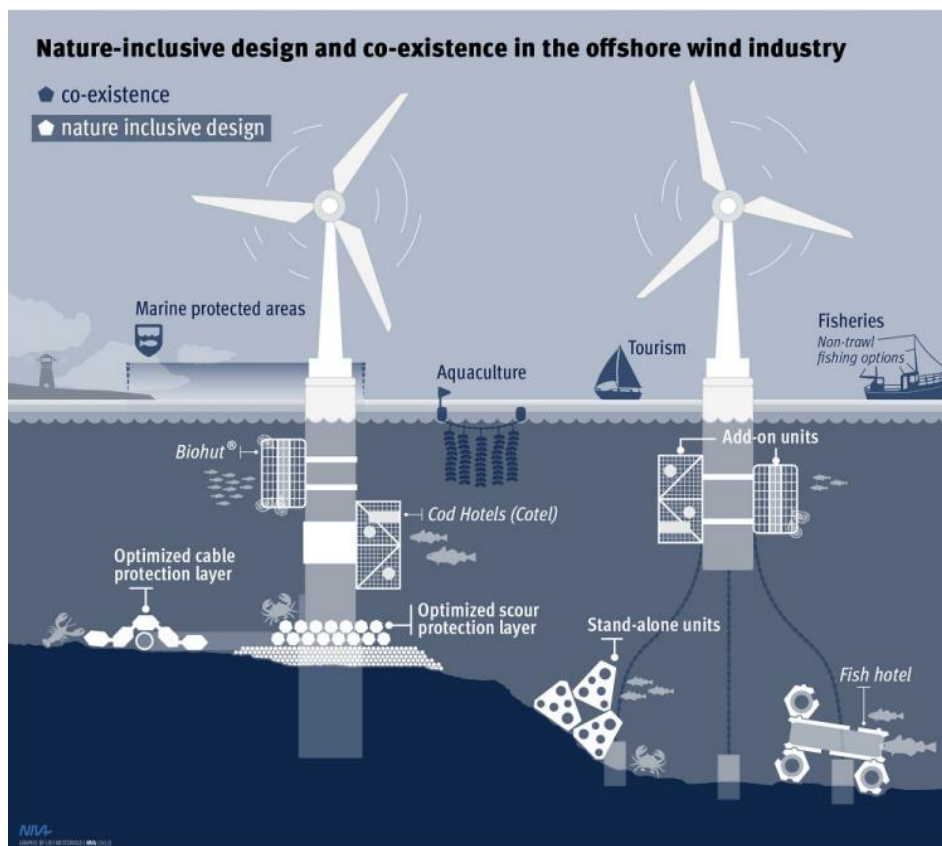
I **driftsfasen** vil tiltak for å redusere nivåene av elektromagnetiske felt og støy være til fordel for alle marine organismer, inkludert fisk. Når det gjelder **elektromagnetiske felt**, kan elektroreseptive fisker (med bruskfisker – haier og skater - som de best studerte) være spesielt følsomme for tilstedeværelsen av undervannskabler (Newton m.fl. 2019). E-felt forblir begrenset innenfor kabelen, men B-felt strekker seg ut i miljøet og kan ikke avskjermes (Newton m.fl. 2019). Kabler langs bunnen graves oftest (0,5-1,5 m) ned for å beskyttes (OSPAR, 2023). Dette vil øke avstanden mellom kabelen og dyrene, og dermed redusere eksponeringen. Mer forskning er nødvendig for å forstå hvordan ulike arter og livsstadier reagerer på menneskeskapte elektromagnetiske felt, og for å finne mulige tiltak for å redusere virkningene (Newton m.fl. 2019).

I tillegg til elektromagnetiske felt er **støy** en kilde til forstyrrelser i driftsfasen som kan påvirke fiskens atferd og kommunikasjon (Hubert m.fl. 2024, Siddangangaiah m.fl. 2021). Utvikling av turbindesign som tar i bruk metoder for å kontrollere vibrasjoner i strukturene kan være et mulig avbøtende tiltak (Svendsen m.fl. 2022). Vibrasjoner i havvindkonstruksjonene kan komme av f.eks. vind og bølger, og forplanter seg gjennom fundamentene til havbunnen og til vannet som lyd. Slike vibrasjoner kan påvirke sikkerheten i konstruksjonen, og derfor har det fått mye oppmerksomhet av tekniske årsaker, men ikke effekter på naturmangfold (Zuo m.fl. 2020). Når det gjelder flytende turbiner, kan eksempler på avbøtende tiltak knyttet til turbindesignet være å redusere slakk i fortøyningslinjer for å minimere støy relatert til rykk og napp i disse.

I forbindelse med etablering av havvindanlegg har **naturinkluderende design** blitt foreslått (og noen få varianter testet) som "alternativer som kan integreres i eller legges til i designet av en menneskeskapt struktur med mål om å forbedre økologisk funksjon" (Hermans m.fl. 2020, Pardo m.fl. 2023). Disse har spesielt vært rettet mot bestander som har blitt overfisket i den sørlige delen av Nordsjøen, f.eks. torsk. Det må nevnes at det ikke er enighet i vitenskapen om hvordan målene for biologisk mangfold i havvindanlegg bør utformes. Skal de fokusere på å øke antallet arter, beskytte spesifikke arter, bevare det eksisterende habitatet, eller gjenopprette til naturlig eller historisk tilstand som kan ha blitt endret på grunn av andre menneskelige aktiviteter som bunntråling (Pardo m.fl. 2023). Bruk av naturinkluderende design vil ved å fremme noen arter kunne endre artssammensetningen i et område, avhengig av naturgitte forhold i området.

Natur-inkluderende design har til nå fokusert på å øke tilgang til foretrukket habitat for et utvalg av arter, og løsningene som finnes kan deles inn i tre kategorier: i) optimalisert erosjonsbeskyttelse, forbedrede versjoner av vanlig erosjonsbeskyttelse for monopiles (f.eks. stein), ii) optimalisert kabelbeskyttelse for undersjøiske kabler eller kabelkryssinger (f.eks. basaltposer, Reef Cube®-filterposer som begge øker tilgang til mikrohabitat og skjul) og iii) tilleggsutstyr som festes til monopiles eller transformatorstasjoner (f.eks. Biohut®, et bur-system som kan justeres til offshore-konstruksjoner) (Figur 7). Eksempler på optimalisert erosjonsbeskyttelse, som bruk av ekstra steiner, skaper habitat for viktige fiskearter som torsk, og har blitt knyttet til økt biomasse av torsk (Pardo m.fl. 2023). Tilleggsutstyr er også blitt designet for å huse torsk, for eksempel torskehotell (cotels,

burstrukturer bestående av rør og trakter) og Biohut® (Pardo m.fl. 2023). Selv om det finnes noen studier på effekter av slik natur-inkluderende design, er det mangel på kunnskap om effekter på mellomlang og lang sikt (UN Global Compact, 2022). Det trengs derfor studier om potensielle hydrodynamiske endringer, og påvirkning på biologisk mangfold av disse naturinkluderende designene.



Figur 7 Natur-inkluderende design for bunnfast og flytende teknologi av havvindanlegg. Kilde: Pardo m.fl. 2023.

2.4.2.6 Kunnskapsmangler for effekter på fisk

Kunnskapen om de langsiktige effektene av havvindanlegg på biologisk mangfold, inkludert fiskesamfunn, er svært begrenset. Elektromagnetiske felt kan potensielt påvirke fiskenes bevegelser og migrasjonsadferd, men nåværende bevis på negative effekter er hovedsakelig basert på laboratoriestudier som undersøker tidlige livsstadier hos fisk. Diverse studier viser endringer i en rekke atferds- og utviklingsprosesser, men intensiteter og eksponeringstider som forsøksorganismene har blitt utsatt for er ofte høyere enn det man finner nærheten av havvindanlegg (Nygqvist m.fl. 2020). Dette gjør det utfordrende å overføre resultatene til en bredere kontekst og vurdere konsekvensene på populasjonsnivå. Relevante studier er også begrenset til et lite antall fiskearter og enkelte livsstadier (Se 2.4.2.2).

Når det gjelder støy, er forskningen i stor grad fokusert på kommersielt viktige arter. Det er også oftest lydtrykk som vurderes, men ikke partikkelbevegelse, som mange fiskearter er sensitive for (Hawkins & Popper, 2017). Det er også uklart om fiskene vil tilpasse seg støy over tid, eller om støyen vil kunne påvirke reproduksjon og beiteadferd i flere måneder eller år (de Jong m.fl. 2020).

2.4.3 Effekter på plankton

Plante- og dyreplankton er essensielle grupper i marine økosystemer, og er viktige for å opprettholde biodiversitet og produktivitet både i det pelagiske miljøet og på havbunnen. Den sesongmessige oppblomstringen av planteplankton er kritisk for å støtte høyere trofiske nivåer og opprettholde marin produktivitet. Dyreplankton fungerer som bindeledd mellom planteplankton og høyere trofiske nivåer, og mange arter kan brukes som indikatorer på endringer i økosystemet. Plankton spiller en viktig rolle i bentisk-pelagisk kobling ved å fungere som en kilde til organisk materiale som synker ned til bunnen av havet og blir næring for havbunnens dyreliv. I tillegg har dyreplankton ulike livssyklusstrategier som kan inkludere både pelagiske og bunnlevende stadier. Dette bidrar også til å styrke koblingen mellom havbunnen og det pelagiske miljøet. Derfor kan påvirkninger på plankton også ha konsekvenser for bunnøkosystemene. På grunn av variasjoner i størrelse, utbredelse, økologi og livssyklus til ulike planktonarter, kan sårbarheten for påvirkning fra havvind variere mellom arter og ulike livsstadier. På grunn av sin avgjørende rolle i økosystemet kan endringer i planktonsamfunnet ha betydelige konsekvenser for høyere trofiske nivåer.

2.4.3.1 Viktigste påvirkninger på plankton

Vår kunnskap om effektene av havvind er relativt begrenset på grunn av komplekse sammenhenger mellom ulike påvirkningsfaktorer (Isaksson m.fl. 2023). Studier så langt har i hovedsak fokusert på effekter på sjøpattedyr og fisk. Lavere trofiske nivåer har ikke fått like mye oppmerksomhet. Effekter på plankton, som for alle grupper, vil være kontekstavhengig og i stor grad påvirket av typen teknologi (bunnfast vs. flytende), plasseringen av turbinene (kyst vs. offshore, type substrat), alder og størrelse på anlegget (f. eks. grunnet blokkerende effekt og turbulens, begroing eller vibrasjoner), avstand til nærliggende havvindanlegg, og spesifikke egenskaper hos det lokale planktonsamfunnet (f.eks. varmt vs. kaldt temperert vs. arktisk eller kystnært vs. åpent hav; Zupan m.fl. 2023; Galparsoro m.fl. 2022).

Det beskrives fem potensielle effekter på planktonsamfunnet i og i nærheten av havvindanlegg. Basert på dagens kunnskap vil de viktigste konsekvensene for planktonsamfunnet være forskjellig for alger (planteplankton) og dyr (dyreplankton). Oseanografiske endringer forventes være den viktigste påvirkningen på planteplankton, mens det for dyreplankton og fiskelarver i tillegg til påvirkning fra oseanografiske endringer forventes mer direkte effekter på fysiologi og adferd grunnet eksponering for elektromagnetiske felt, undervannsstøy, kunstig lys, og økning av kunstige strukturer som nye habitater.

2.4.3.2 Plankton og oseanografiske endringer

Etablering av havvindanlegg kan påvirke strømforhold og vannbevegelse både lokal og regionalt (Van Berkel m.fl. 2020). Turbinene fjerner energi fra vinden nedstrøms anlegget, noe som reduserer mengden energi som overføres fra vinden til havet. Endringer i vindfeltet kan forandre bølge- og strømmønster og påvirke hvordan vannet beveger seg rundt og gjennom havvindanlegget (Van Berkel m.fl. 2020). I tillegg gir fundamenter og strukturer under vann økt turbulens og omblending av vannmasser både rundt og nedstrøms anlegget. Den økte turbulensen påvirker vannsøylens lagdeling, spesielt når lagdelingen er svak, og kan derfor endre lagdelingen og dynamikken i vannet gjennom sesongene (Floeter m.fl. 2017). For eksempel viste studie fra grunne områder i sørlige Nordsjøen (20-50 m) basert på feltmålinger og numeriske simuleringer at en enkel monopile

kan øke blandingen av bunnvannet med 7–10%, noe som tyder på betydelige endringer i miljøforholdene under vann (Schultze m.fl. 2020).

Utbygging og drift av havvindanlegg fører til endringer i vannbevegelsen, noe som kan ha effekter på planktonsamfunnet (Daewel m.fl. 2022; Duc, 2023). Forandringer i strøm- og lagdelingsforhold kan påvirke artssammensetningen av plankton ved å påvirke overlevelse og spredning av ulike planktonarter. Veksten av **planteplankton** begrenses hovedsakelig av næringssalter og lys, og begge variablene kan påvirkes av etablering av havvindanlegg. For det første kan tilgjengeligheten av næringssalter i overflatevann øke på grunn av økt turbulens og vertikal blanding, noe som potensielt kan stimulere veksten av planteplankton (Dorrell m.fl. 2022; Floeter m.fl. 2022). For det andre kan lysgjennomtrengning reduseres på grunn av oppvirvling av bunnsedimenter og klorofyll-*a* i vannsøylen (Cai m.fl. 2022). Dette er mest relevant for bunnfast havvind i grunne områder, der turbulens og endrede strømmer kan forventes å nå helt ned til bunnen.

Modelleringsstudier fra områder med bunnfast havvind viser at et havvindanleggs påvirkning på primærproduksjon varierer avhengig av hvor de er plassert, og effektene kan enten redusere eller øke nettoprimærproduksjon med opptil 10% (f.eks. Daewel m.fl. 2022). Både økning og reduksjon av primærproduksjon er rapportert i ulike faser av havvindanleggets livssyklus (Kordan & Yakan 2024). Endringer i primærproduksjon påvirker karbonstrømmen i økosystemet ved å endre hvor mye karbon som blir tatt opp av planteplankton. For eksempel kan områder med allerede lav oksygenkonsentrasjon oppleve ytterligere reduksjon i oksygen på grunn av økt primærproduksjon (Daewel m.fl. 2022).

I tillegg til kaskadeeffektene som endringer i planteplanktonsamfunnet og primærproduksjonen kan ha på **dyreplankton og fiskelarver**, vil også endringene i hydrodynamikk kunne påvirke spredningsmønstre til disse gruppene. I en nylig studie brukte Ajmi m.fl. (2023) numerisk modellering for å undersøke hvordan design av havvindanlegg (forskjellige typer fundament: monopile, gravitasjonsfundament, strømhastighet og strømretning) kan påvirke spredning av larver til bentiske organismer (i modellen representert som passive partikler). Studien viste at endringer i vertikal strøm varierte med ulike typer fundament. For eksempel økte gravitasjonsfundament den vertikale transporten av partikler mer enn monopile fundament med ukjent påvirkninger. Forfatterne understreker behovet for ytterligere forskning for å forstå effektene av det fysiske miljøet på larvespredning.

2.4.3.3 Plankton og elektromagnetisme

Elektromagnetiske felt (EMF) vil mest sannsynlig ha størst påvirkning på tidlige livsstadier som er bunnlevende og har lange inkubasjonstider (som de i kaldere farvann). Mye kunnskap er blitt fremskaffet de siste seks årene om virkningene av EMF på embryonale og larvestadier av ferskvanns- og marine fisk gjennom laboratorieeksperimenter. Disse studiene tyder på at responsene er artsavhengige. I de fleste studier førte det testede spekteret av EMF (50-200 μ T) ikke til direkte dødelighet hos marine fiskelarver (Cresci m.fl. 2022a & b, 2023). Merk at dette er en økologisk relevant styrke på det elektromagnetiske feltet, som kan forekomme noen meter unna kabelen. Det er imidlertid dokumentert økt metabolisme hos eksponerte embryoer av regnbueørret og gjedde, noe som førte til raskere klekking og mindre størrelse ved klekking (Fey m.fl. 2019a, 2019b). Endringer i atferd er også rapportert for marine fiskelarver, som redusert gjennomsnittlig svømmehastighet og akselerasjon (ca. 30% for begge) hos en gruppe atlantisk torsk og hyse-larver (Cresci m.fl. 2023), og 16% redusert aktivitet hos ung røye (Durif m.fl. 2023). Derimot hadde et tilsvarende B-felt ingen effekt på den romlige fordelingen eller atferden til larver av havsil

(tobis) (Cresci m.fl. 2022b). Samlet sett antyder disse studiene at det er et bredt spekter av subletale virkninger fra EMF på tidlige livsstadier av fisk, men hvordan disse resultatene kan overføres til effekter i felt f.eks. på populasjonsdynamikk og spredning av larver, er fortsatt et åpent spørsmål.

2.4.3.4 Plankton og undervannsstøy

Effekter av undervannsstøy fra etablering og drift av havvindanlegg har blitt relativt godt studert hos sjøpattedyr og fisk, men betydelig mindre for virvelløse dyr. Siden virvelløse dyr mangler gassfylte organer, er det mest sannsynlig partikkelbevegelse som hovedsakelig påvirker denne gruppen (Popper & Hawkins, 2018). Selv om disse organismene kanskje ikke har et funksjonelt hørselsorgan i seg selv, har de mekanosensoriske celler med flimmerhår som reagerer på endringer i vibrasjon og partikkelbevegelse. Virkninger av menneskeskapt undervannsstøy har blitt påvist for et bredt spekter av dyreplankton-taksa, f.eks. krepsdyr (Edmonds m.fl. 2016), blekkspruter (Solé m.fl. 2023) og nesledyr-arter (Solé m.fl. 2016), med rapporterte effekter som varierer fra alvorlig påvirkning som økt dødelighet til ingen effekter, avhengig av studie eller organisme.

Støy under planlegging: Konsekvenser av seismisk støy er ikke undersøkt hos planteplankton, og det finnes få studier som undersøker effekten av seismiske aktiviteter på dyreplankton. Studier av effekter fra seismikk på dyreplankton viser at påvirkningen er begrenset, og avhenger av art, eksponeringsforhold og eksperimentelt oppsett (Vereide, 2024). Effektene på ulike grupper av dyreplankton varierer, men de er vanligvis lave (Vereide m.fl. 2024, Vereide & Kühn, 2023, Vereide m.fl. 2023, Solé m.fl. 2023, men se McCauly m.fl. 2017). Mens noen grupper kan oppleve økt dødelighet og endret adferd, viser andre minimale effekter.

Planleggingsfasen vil også medføre mer skipstrafikk i området, og dermed mer skipsstøy. En laboratoriestudie har vist at slik hvit støy i frekvensbåndet til skipsstøy kan påføre hørselstap hos tidlige livsstadier av fisk (Lara m.fl. 2022). Et kombinert laboratorie- og feltforsøk antyder at støy fra skip øker energibehovet hos embryoer og larver, og dermed reduseres veksthastigheten, noe som fører til lavere overlevelse (Nedelec m.fl. 2022). Selv om disse studiene hovedsakelig fokuserer på modellarter som sebrafisk antas det at lignende mekanismer også kan gjelde for andre arter.

Støy under utbygging: Økt båttrafikk i utbyggingsfasen vil føre mer skipsstøy enn i planleggingsfasen. Men de høyeste nivåene av støy forbundet med havvind oppstår ved pæling av **bunnfaste** fundamenter i denne fasen. Når det gjelder fiskelarver, har de fleste studier rapportert at det ikke er noen økt dødelighet som følge av støy fra pæling (Svendsen m.fl. 2022). De fleste av disse studiene er gjort under laboratorieforhold (f.eks. vanlig tunge, Bolle m.fl. 2012), men andre er gjennomført i felt (in situ) nær pælingsaktivitet (f.eks. unge stadier av havabbor, Debusschere m.fl. 2014). Gitt likhetene i resultatene og komplisert logistikk for å gjennomføre feltforsøk, anbefaler sistnevnte forfattere å fokusere på laboratorieeksperimenter i fremtidig forskning. Installasjon av forankringssystemer (mange gravitasjonsbaserte) for flytende turbiner forventes å generere mindre støy enn pæling for bunnfaste turbiner

I tillegg til mulige effekter på fiskelarvers overlevelse, kan støy fra pæling også påvirke fysiologi og stressrespons hos fiskelarver, men dette er relativt lite studert. En studie på unge stadier av havabbor rapporterte at eksponering for støy fra pæling påvirket både primære (dvs. helkroppskortisol) og sekundære stressrespons (dvs. metabolisme og laktatkonsentrasjoner; Debusschere m.fl. 2016). Kunnskap om effekter av støy på tidlige livsstadier er begrenset sammenlignet med effektene på voksen fisk (f.eks. Svendsen m.fl.

2022). Effekten av støy vil sannsynligvis variere mellom livsstadier, da hørselsorganer ikke alltid er fullt utviklet hos yngre stadier. Imidlertid har bare noen få studier spesifikt undersøkt effekter av støy relatert til havvindanlegg. Gigot m.fl. (2023) undersøkte effekter av støy under utbyggingsfasen av havvind, som for eksempel støy fra pæling og boreoperasjoner, på larveutviklingen til muslingen *Venus verrucosa*. De fant at disse lydene, sammen med endringer i temperatur, påvirket metamorfosen til larvene. Effektene varierte avhengig av alder på larvene, og antydte at støy kan forstyrre larvenes evne til å håndtere endringer i temperatur.

Lavfrekvent støy har vist seg å kunne forstyrre forsvarssystemet til hoppekrepsarten *Acartia tonsa* (Tremblay m.fl. 2019). Dette antyder at støy kan føre til at det er mindre energi tilgjengelig for funksjoner som utvikling, vekst, reproduksjon eller overlevelse gjennom fluktadferd. Mens oksygenforbruk og næringsinntak forble upåvirket, ble indikatorer for oksidativ stress påvirket av både oppvarming og støy. I et annet eksperiment ble to estuarine krabbearter utsatt for fire separate støybehandlinger og når de ble utsatt for støy fra havvindturbiner opplevde larvestadier (megalopae) til begge artene en reduksjon på 46-60% i metamorfosetid sammenlignet med kontrollbehandlinger uten støy (Pine m.fl. 2016). Disse eksemplene illustrerer den omfattende påvirkningen støy kan ha på ulike aspekter av dyreplanktons liv og fysiologi.

Basert på tilgjengelig litteratur om effektene av menneskeskapt støy fra havvind og andre kilder, forventes det at støy i utbyggingsfasen fører til subletale effekter på kritiske fysiologiske og atferdsmessige egenskaper hos dyreplankton og fiskelarver. Dessverre finnes det ingen langtidsstudier som kan belyse konsekvensene for populasjons- og økosystemdynamikken.

Støy i driftsfasen: Så vidt vi vet, finnes det ingen studier av effektene av støy fra havvindanlegg i driftsfasen på plankton. Støy i denne fasen vil komme fra kontinuerlige støykilder (inkl. vibrasjoner fra turbiner) og støy fra økt båttrafikk. Studier av fisk og sjøpattedyr (som i prinsippet forventes å være mer følsomme) tyder på at det er lite sannsynlig at driftsstøy årsaker direkte fysisk skade (slik som kan pæling gjøre), men at subletale effekter (som beskrevet for utbyggingsfasen) kan forventes.

Støy under avvikling: Det er lite kjent om støynivåer under avviklingsfasen, og det antas være relativt likt, eller noe lavere nivåer av støy, som utbyggingsfasen (uten pæling).

2.4.3.5 Plankton og fysisk påvirkning – kunstig rev effekt

Introduksjon av harde substrater skaper nye habitater som kan koloniseres av bl.a. filtrerende dyr som muslinger (Van Berkel m.fl. 2020). Dette er spesielt relevant for havvindanlegg i bløtbunnsområder, da de øker tilgjengelig habitat for virvelløse organismer som vanligvis er begrenset til naturlige hardbunnssubstrat (Mavraki m.fl. 2022). Den økte mengden av filtrerende organismer, kan påvirke mengden **planteplankton** ved å endre næringsnett og prosesser i næringsstoffsykluser, både i nærområdet til vindturbine og opptil 50 km utenfor havvindanlegget (Slavik m.fl. 2019). For eksempel har en nylig studie vist at bestanden av den viktige amfipoden *Jassa herdmani*, som ofte dominerer på kunstige strukturer som havvindanlegg og olje- og gassinstallasjoner, kan filtrere 0,33–4,71 km³ vann per år i den sørlige Nordsjøen (Mavraki m.fl. 2022). I tillegg frigjør de 255–547 tonn karbon årlig gjennom avføring, som tilfører organisk materiale til de omkringliggende sedimentene.

Denne økte filtreringsaktiviteten nær havvindanlegget kan fjerne partikler, noe som gir lavere turbiditet og økt lysgjennomtrengning (Degraer m.fl. 2020 og referanser deri). I en modelleringsstudie førte økt mengde muslinger innenfor et havvindanlegg til reduserte

planktonmengder og økt remineralisering i området (Slavik m.fl. 2019). Forfatterne antyder deretter at disse forholdene forventes å opprettholde en lengre oppblomstring av planteplankton gjennom raskere næringsgjenvinning og høyere produktivitet i nærliggende regioner på grunn av økte næringsstoffer og lavere algeforekomst. Denne studien anslår derfor at de modellerte endringene i epifauna bare vil føre til moderate effekter på primærproduksjonen, men at effektene vil ha ikke bare lokal, men også regional (> 50 km) virkning.

Introduksjon av harde substrater som skapes av vindturbinene i det pelagiske miljøet, kan også føre til økning i arter som kan ha både økonomiske og økologiske negative effekter. Dette gjelder for eksempel visse **geleplanktonarter** med både pelagiske og bunnlevende stadier, f.eks. stor- og småmaneter, som kan dra nytte av økt tilstedeværelse av harde strukturer i åpne havområder. Dette skyldes at disse strukturene kan gi nye vekstområder for deres polypper, og dermed føre til en økning i antall voksne individer (Lesniewski, 2017). En modelleringsstudie av Vodopivec m.fl. (2017) viser også at offshore konstruksjoner kan bidra til oppblomstring av maneter. Studien påpeker også behovet for langsiktige overvåkingsdata som inkluderer gelatinøse dyreplankton.

Selv om de ikke har direkte økonomisk verdi, har oppblomstring av maneter blitt betraktet som problematisk, spesielt med tanke på rapporterte utfordringer innen fiskeri, akvakultur og andre næringer. For eksempel kan introduksjon av harde strukturer i vannsøylen forårsake økt antall av glassmaneter, med påfølgende negative konsekvenser for marine næringer (Janßen m.fl. 2013). Økte mengder av maneter kan også ha negative innvirkning på økosystemet, både på lokal og regional skala, for eksempel gjennom predasjon på fiskelarver og konkurranse med fisk om mat.

Mange **fiskearter** ser ut til å bli tiltrukket av havvindanlegg av for eksempel økt mattilgang og mulighet for skjul. Studier i den sørlige delen av Nordsjøen tyder på at denne tiltrekningen fører til høyere produksjon, ettersom torskeyngel slår seg ned i havvindområder og viser høy stedfasthet (Mavraki m.fl. 2021). Andre studier har også rapportert at torsken gyter i områder med havvind (Gimpel m.fl. 2023). Forfatterne observerte torskeyngel og larver om vinteren i hele havvindanlegget, og fiskens kondisjon ser ut til å være lik både i og utenfor havvindanlegget. Det er viktig å undersøke hvordan havvindanlegg kan påvirke fiskens ernæring og gyteadferd, da dette igjen kan påvirke reproduksjonssuksess og dermed antall og overlevelse.

2.4.3.6 Plankton og lysforurensing

Havvindanlegg vil bidra med kunstig lys om natten til miljøet. Organismer viser en særegen atferd, der noen tiltrekkes av lyset (f.eks. sildelarver), mens andre er kjent for å unngå lys (noen nordatlantiske hoppekrepsarter) (Maragoni m.fl. 2022). Tilstedeværelsen av lys fra et forskningsfartøy under polarnatten førte for eksempel til en øyeblikkelig endring i fordelingen av noen arter av fisk og dyreplankton (Berge m.fl. 2020). Resultatene tyder på at endringen var mer relatert til en endring i orientering enn i vertikal posisjon og atferd. Så vidt vi vet, finnes det ingen studier av virkningene av kunstig lys om natten spesielt for havvindanlegg, men dette bør undersøkes nærmere med tanke på de forventede store oppskaleringssplanene for havvindanlegg.

2.4.3.7 Avbøtende tiltak for plankton

Avbøtende tiltak har så langt fokusert på sjøpattedyr og fisk. Når det gjelder fiskelarver, har Ecocean ([Ecocean](#)) utviklet et naturinkluderende design for flytende turbiner som gir ekstra substrat for fiskelarver å slå seg ned på. Dette vil kunne ha en positiv effekt på noen arter av

fisk, men dette er ikke nødvendigvis de samme artene som blir mest negativt påvirket av utbyggingen av havvind (kap. 2.4.2.6).

For plankton finnes det per dags dato ingen utprøvde og verifiserte avbøtende tiltak. Med mer kunnskap om hvordan hydrodynamikken, lys og lyd påvirker plankton og primærproduktivitet, vil det være mulig å foreslå vitenskapsbaserte løsninger i form av strukturelle endringer i turbinen eller utforming av havvindanlegg. Imidlertid vil det for eksempel i planleggingsfasen være mulig å bruke modeller for å undersøke om ulike utforminger av et havvindanlegg, f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på området, vil kunne gi mindre eller større påvirkning på vannbevegelse og omblending av vannmassene.

2.4.3.8 Kunnskapsmangler for effekter på plankton

Det foregår lite forskning på hvordan havvindanlegg påvirker planktonsamfunn, spesielt effekten av endringer i oseanografiske forhold. Selv om noen studier har begynt å belyse disse effektene, er vår forståelse av de underliggende mekanismene og de langsiktige konsekvensene fortsatt begrenset. For eksempel viser nyere forskning at etter 11 år er fortsatt begroings-samfunnet i et havvindanlegg i sørlige Nordsjøen i endring, og har ikke nådd et stabilt nivå (Zupan m.fl. 2023). De tidsrammene som kreves for å observere suksesser i hardbunnsamfunn gjør at data må samles inn, lagres og analyseres over lang tid (tiår). Modellering kan bidra til å gi innsikt i mulige storskalapåvirkninger og potensielle økosystemeffekter (f.eks. Daewel m.fl. 2022, Zupan m.fl. 2023), men det vil fortsatt være behov for feltdata for validering av modellresultatene. I tillegg vil modelleringsstudier ha nytte av mer detaljerte data om hvilke arter som er til stede og deres årlige sykluser.

Det viktigste kunnskapshullet relatert til virkningene av havvindanlegg på fiskelarver er relatert til de langsiktige og kumulative effektene av påvirkningene. Dette er et viktig spørsmål, da det er kritiske perioder under disse tidlige stadiene hos fisk der egenskaper som hørselsterskler eller svømmeevne, etableres (Lara m.fl. 2022). For eksempel har noen studier rapportert at elektromagnetiske felt kan endre svømmeatferd hos noen arter, og at støy fra pæling kan øke stressresponsen hos andre (Debusschere m.fl. 2016, Cresci m.fl. 2023), men om disse endringene vedvarer etter endt eksponering og hvor lenge er lite undersøkt. I tillegg ser visse aspekter av gyteatferd, som vokalisering hos fisk, ut til å bli endret under utbyggings- og driftsfasene, noe som kan påvirke reproduksjonssuksess, som rapportert for ørnefisker (Scianidae) i Taiwan-stredet (Siddagangaiah m.fl. 2022). Det er også kjent at for eksempel torsk bruker vokalisering i forbindelse med gyting (Seri m.fl. 2023). Økt kunnskap om dette er avgjørende for å forstå potensielle virkninger på populasjonsnivå.

Utover manglende kunnskap om de direkte effektene av disse påvirkningene fra havvind på plankton, er det viktig å påpeke at vi mangler mye kunnskap om mangfoldet av plante- og dyreplankton i alle de 20 utredningsområdene for havvindutbygging i Norge (Eriksen m.fl. 2021). Det er behov for mer kunnskap om endringer i sammensetning og utbredelse over årstider og år, samt habitatbruk til ulike dyreplankton gjennom hele livssyklusen. Uten denne kunnskapen er det vanskelig å vurdere spesifikke konsekvenser for plankton-samfunnet for hvert enkelt av områdene som er aktuelle for havvindutbygging.

2.5 Oppsummering av kunnskapsmangler

Manglende kunnskap på ulike områder gjør at vurderinger av sårbarhet, påvirkninger og konsekvenser av menneskelige aktiviteter i det marine miljøet alltid vil være beheftet med en viss grad av usikkerhet. I de tidligere kapitlene er det nevnt kunnskapsmangler innenfor en rekke ulike områder relatert til ulike typer av påvirkning fra havvind og potensielle effekter på sjøpattedyr, fisk og plankton. Her gis en oppsummering av noen av de viktigste kunnskapsmanglene:

Utbredelser av miljøverdier

- Kunnskap om vandringsruter til mange fiskearter er begrenset. Vi har relativt god kunnskap om noen kommersielle arter (f.eks. lodde, nordøstarktisk torsk og Norsk vårgytende sild), men lite dokumentert kunnskap om andre arter (f.eks. bruskfisk, ål og laks).
- Kunnskap om forekomst og utbredelsen av ikke kommersielle arter, slik som de fleste rødlistete skater, er ofte svært begrenset. I de grunne, sørlige områdene kan det oppstå konflikt med habitat for tobis, en viktig nøkkelart i økosystemet som trenger sandbunn med lavt leireinnhold. Lite er kjent om utbredelsen av denne arten utenfor områdene der den fiskes. En detaljert kartlegging av bunnforholdene kan identifisere foretrukket tobishabitat i områdene. Kunnskap om gyteområder er stort sett mindre enn kunnskap om selve utbredelsen til mange fiskearter. Utbredelsen og omfanget av gyteområder kan være forbundet med store usikkerheter, som for eksempel for den rødlistete blålangen.
- Det trengs også mer kunnskap om egg- og larvedrift for de fleste arter, og her vil partikkelspredningsmodeller som LADiM (Sandvik m.fl. 2020) kunne brukes i prosjektspesifikke utredninger.
- Det samme gjelder mange arter av sjøpattedyr. Telemetristudier er en mulighet for å få økt kunnskap om ulike arters vandringsruter og utbredelsesområder.
- For plankton er det ofte relativt lav taksonomisk oppløsning i eksisterende overvåkingsprogram, og både livssykluser og sesongvariasjon er dårlig kartlagt for en rekke arter. Her vil f.eks. bilder og eDNA kunne bidra til økt taksonomisk oppløsning og etter hvert bedre kunnskap om sesongvariasjon og livssykluser for flere grupper.
- For planteplankton kan produksjon estimeres gjennom hele året over større områder basert på nivå av klorofyll målt fra satellitt. Denne metoden fanger imidlertid ikke opp oppblomstringer som kan forekomme lengre ned i vannsøylen, og kan ikke brukes når havområdet er dekket av skyer.

Påvirkninger fra havvind og direkte effekter

- Det er generelt lite kunnskap om effekter fra havvind på plante- og dyreplankton. Spesielt påvirkning på primærproduksjon og fysiologiske og adferdsmessige effekter hos de fleste grupper og arter av dyreplankton er ikke undersøkt.
- Det er betydelig mindre kunnskap om påvirkninger fra flytende havvindanlegg sammenlignet med bunnfast teknologi. De fleste studiene er fra relativt grunne

havområder, og det trengs mer kunnskap om eventuelle forskjeller når havvindanlegg plasseres i dypere områder, både bunnfast og flytende teknologi. Mer kunnskap om støynivåer og oseanografiske endringer er spesielt relevant.

- Det mangler generell kunnskap om miljøpåvirkninger fra avvikling og opprydding etter endt produksjon.
- Kunnskap om effekter av elektromagnetisk stråling fra kabler på marine organismer er begrenset. Forskning bør særlig fokusere på sensitive grupper som bruskfisk, der også mange arter er på Norsk rødlista og/eller OSPARs liste over truede og/eller nedadgående arter (OSPAR, 2023). Det er også betydelig mindre kunnskap om mulige effekter av elektromagnetiske felt fra dynamiske kabler som brukes i vannsøylen i flytende havvindanlegg sammenlignet med kabler på havbunnen.
- Når det gjelder undervannsstøy, er det særlig kunnskap om effekter av kontinuerlig lavfrekvent støy fra havvind i driftsfasen som er sparsom. Denne typen støy kan påvirke adferden til marine dyr, men noen arter ser også ut til å kunne tilpasse seg denne typen støy over tid.
- Det er usikkert knyttet til om kunstig rev effekten (attraksjon fisk og pattedyr) leder til at 1) individer fra området rundt tiltrekkes havvindanlegget, og at det dermed blir færre individer i nærliggende områder, eller at 2) individer (av noen arter) i havvindområdet får bedre gytemuligheter og oppvekstvillkår (skjul for predatorer, bedre mattilgang) og dermed øker totalbestanden av arten (populasjonseffekter).
- Det er veldig lite kunnskap om effekter av kunstig lys, både lys fra økt skipstrafikk, kontinuerlig eller blinkende lys fra havvindanlegget, og skyggekast fra turbiner.
- Det er lite kunnskap om effekter på pelagiske organismer fra endringer i det fysiske miljøet, særlig hydrografiske endringer. Bruk av ulike modeller kan til en viss grad gi innsikt i mulige effekter av havvind, både på det fysiske miljøet (fysiske modeller, f.eks. NorKyst-800) og på marine prosesser og økosystemer:
 - biogeokjemisk modell koblet til fysisk modell for estimering av effekter på planteplankton. Ulike studier viser per i dag resultater som indikerer at både økt og redusert primærproduksjon er mulige utfall av etablering av havvindanlegg.
 - Partikkelspredningsmodeller for mer kunnskap om effekter på f.eks. dyreplankton og fiskelarver og spredningsmønstre for disse. Mer avanserte modeller som kan inkludere adferd vil være mest relevante.

For å fremskaffe mer kunnskap om effekter fra havvind på marint liv anbefales en kombinasjon av eksperimentelle studier, for å avdekke årsakssammenhenger, og feltstudier for å f.eks. sammenligne forhold før og etter utbygging av havvind. Feltstudier må være av lang nok varighet til å fange opp variasjon mellom år.

Populasjonseffekter, indirekte effekter og samlet belastning

- Selv om effekter fra noen påvirkninger fra havvind er relativt godt studert på individnivå, f.eks. støy i utbyggingsfasen, er det fortsatt uklart i hvor stor grad effekter på individer kan overføres til effekter på populasjonsnivå.

- I tillegg til direkte effekter av påvirkninger fra havvind vil marine organismer også bli påvirket av indirekte effekter. Dette inkluderer f.eks. effekter på en populasjon av endringer i tettheter i byttedyr eller predatorer. Det er begrenset kunnskap om den samlede effekten av direkte og indirekte påvirkninger fra havvind. Modeller som inkluderer flere trofiske nivåer (økosystemmodeller) kan potensielt gi bedre innsikt i disse indirekte effektene.
- Det er store usikkerheter forbundet med samlede effekter, både den samlede effekten av alle typer påvirkning fra et havvindanlegg, av utbygging av flere havvindanlegg i nærliggende områder, og også samlede effekter på en populasjon fra alle aktiviteter den blir påvirket av (inkludert f.eks. fiskeri, olje- og gass, skipstrafikk, klimaendringer). Det er per i dag heller ikke utviklet gode metoder for å gjennomføre slike vurderinger av samlet effekt.

3 DEL 2: Metode for vurdering av konsekvens av havvindutbygging

3.1 Innsamling av data

En oversikt over alle kartlag som er brukt i forbindelse med denne utredningen finnes i Vedlegg 1.

3.1.1 Bunntopografi og oseanografiske forhold

For bunntopografien til havvindområdene ble modellert dybdelag fra NVE brukt, med romlig oppløsning på 100 x 100 m. Modellerte oseanografiske forhold ble hentet fra NorKyst-800 kjørt for ett år av Meteorologisk institutt.

3.1.2 Næringsaktiviteter

En kort beskrivelse av annen næringsaktivitet er inkludert i områdebeskrivelsen for hvert enkelt område, og er basert på:

- Plassering av olje- og gassinstallasjoner fra Sokkeldirektoratets faktakarttjeneste 3.0 ble hentet fra [Barents Watch](#).
- Fiskeriaktivitet i området ble hentet fra [Fiskeridirektoratet](#). 1) Fiskeriaktiviteter (alle redskaper) basert på AIS posisjonsdata for Norske fiskefartøy (>11 m) de siste 10 år, og 2) Statistikkruiter fangstmengde basert på sporingslinjer koblet med fangstdata med data fra 2018 til 2022.
- Skipstrafikk i området ble hentet fra [Fiskeridirektoratet](#), og er basert på AIS data fra 2020 fra EMODnet (EMSA – European Maritime Safety Agency).

3.1.3 Oseanografiske endringer

Modellen NorKyst-800 ble kjørt av Meteorologisk institutt med en parametrisering av redusert vindhastighet fra et utvalg av de planlagte havvinnanleggene. Modelleringen ble utført som et pilotprosjekt spesifikt for den strategiske konsekvensutredningen av havvindområder. Piloten hadde som hensikt å forsøke å svare ut [utredningspunktet](#) om *virksomheter av potensielle fysiske endringer i strømforhold, og påfølgende miljøeffekter på økosystemnivå*. Et havvinnanlegg ble i modellen representert av en reduksjon i vindhastighet innenfor og nedstrøms anlegget, ved hjelp av en teoretisk beregnet vindreduksjon. Reduksjonen er størst nærmest anlegget og blir gradvis mindre jo lenger borte fra anlegget man kommer. Siden oppløsningen i modellen er relativt grov (800 m) ble et helt havvinnanlegg modellert som en blokk (rektangel) i stedet for individuelle turbiner, med størrelser gitt av referanseprosjekt fra NVE (kapittel 3.5.1, Tabell 10). En kontrollkjøring med nøyaktig samme oppsett, men uten vindreduksjon, ble kjørt for å ha en referansesituasjon å sammenligne med. Begge modellkjøringene (med og uten havvinnanlegg) ble bare simulert for ett år. Det betyr at det kan være betydelig mellom-årlig variasjon som ikke blir fanget opp av modellen. I tillegg inkluderer modellen bare effekter fra redusert vindhastighet, ikke andre fysiske virkninger som turbulens som skapes av strukturene under vann.

Resultatene fra modellen er døgngjennomsnitt av havstrømmer, temperatur og saltholdighet. Dataene ble brukt til å vurdere endringer i strømfelt, tidspunkt og styrke på lagdeling av vannmasser. Resultater fra modellen viste store variasjoner i endringer i strømfelt og lagdeling uten at disse kunne kobles til de modellerte havvindområdene. Dette

tyder på at endringene skyldes sensitivitet i modelloppsettet og ikke realistiske påvirkninger fra havvindanleggene. Det vil derfor kreves en videreutvikling av denne typen modeller før resultatene vil kunne brukes i vurderinger av effekter av havvind på oseanografiske forhold.

3.1.4 Naturmangfold i de frie vannmasser

Kart som viser utbredelse og funksjonsområder til sjøpattedyr, fisk og plankton benyttet i denne utredningen vises i Vedlegg 2.

Kartfestet informasjon om utbredelse og viktige funksjonsområder for organismer i de frie vannmasser ble hovedsakelig hentet fra Havforskningsinstituttet (HI), lastet ned fra HIs [WFS-server](#) og [Geonorge](#). HI har informasjon om utbredelse og gyteområde for 52 fiskearter, utbredelse og viktige områder for 18 arter av sjøpattedyr. Områder identifisert som viktige for fiskeegg- og larvedrift i forbindelse med identifisering av særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) er hentet fra [Geonorge](#). For arter på den Norske Rødlista, som mangler i datasett fra HI, er antatt utbredelse hentet fra informasjon om geografisk distribusjon for hver enkelt art fra Artsdatabanken (2021b).

Områder med høy produktivitet av planteplankton og dyreplankton er hentet fra arbeid med identifisering av miljøverdier for oppdatering av SVO områder fra HI i 2021, hentet fra [Geonorge](#). Planteplanktonproduktivitet er også vurdert basert på arbeidet av Silva m.fl. (2021) og på satellittbaserte målinger av havfarge. Sistnevnte ble hentet fra [Global Ocean Colour prosjektet](#) som kombinerer data fra flere satellitter for å produsere verdier for månedlig gjennomsnitt av klorofyll i havoverflaten, med en romlig oppløsning på 4 km. Data ble hentet for de siste 20 årene (2004 – nåtid).

Lokasjon av Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) ble hentet fra Havforskningsinstituttets [GeoServer](#) (svo_omraader_forslag2021_EPSG3575), og minste avstand til og overlappende område med havvindområdene ble beregnet i QGIS. Miljøverdier som ligger til grunn for SVO-områdene er inkludert i vurderingene, i henhold til [utredningspunkt](#) om *virkninger for nærliggende og/eller overlappende særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) sett opp mot miljøverdiene i områdene og formålet beskrevet i forvaltningsplanene*. SVO-områdene er beskrevet i Eriksen m.fl. (2021) og inkludert i forvaltningsplanene for de norske havområdene (Meld.St. 21 (2023-2024)).

3.2 Prinsipper for konsekvensvurdering

For å sikre mest mulig likebehandling mellom ulike fagutredninger, har NVE lagt føringer om metodikk for vurderingene. I denne utredningen skal anerkjent metodikk beskrevet i veilederne Konsekvensutredning av klima og miljø M-1941 fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2021) og/eller Konsekvensanalyser V712 fra Statens vegvesen (Statens vegvesen, 2018) benyttes, så langt de passer. Da disse veilederne hovedsakelig er tilpasset prosjektspesifikke konsekvensutredninger på land, og fagutredningene om virkninger av havvind skal gjøres på et overordnet nivå, har det vært nødvendig med noen justeringer for denne utredningen. Datagrunnlag og kunnskap om utbredelse av pelagisk naturmangfold i tid og rom er mangelfullt for mange organismegrupper, og det mangler i mange tilfeller god kunnskap om effekter på disse gruppene under utbygging av havvind (kap. 2.5). Alle vurderinger i denne utredningen er derfor ekspertvurderinger basert på en narrativ beskrivelse av dagens tilstand og forventede påvirkninger fra utbygging av havvind.

De sentrale punktene for gjennomføring av en konsekvensvurdering ifølge veilederne er: 1) **identifisering** av relevante miljøverdier som skal inngå i vurderingen, 2) inndeling av utredningsområdet i **delområder** og **verdisetting** av miljøressurser i hvert delområde, og 3) vurdering av grad av **påvirkning** i hvert delområde. Til sist, 4) er **konsekvens** et resultat av kombinasjonen av verdi og påvirkning og er gitt av plassering av delområder i "konsekvensvifta" (Figur 9). Disse fire stegene beskrives nærmere i de neste kapitlene (3.3 - 3.6).

3.3 Identifisering av relevante miljøverdier

Utredningen skal ifølge [utredningsprogrammet](#) fokusere på truede eller nær truede arter på den norske rødlista (NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, og CR: kritisk truet), arter på OSPARs liste over truede og/eller minkende arter og habitater, ansvarsarter for Norge, samt økologisk- og kommersielt viktige arter som kan forventes å være sårbare for havvind. Dette er i tråd med veileder M-1941, der arter av stor nasjonal og vesentlig regional forvaltningsinteresse skal inkluderes i registreringskategorien "Arter med funksjonsområder" under tema "Naturmangfold". I henhold til utredningsprogrammet skal eksisterende kunnskap relevant for utredningsområdene sammenstilles og brukes til å vurdere virkninger for artenes områdebruk, slik som f.eks. reproduksjon, beiting, larvedrift eller vandring. Slike områder som oppfyller en bestemt økologisk funksjon for en art kalles "økologiske funksjonsområder" og er inkludert i registreringskategoriene "Arter med funksjonsområder" og "Landskapsøkologiske sammenhenger" under tema "Naturmangfold" i veileder M-1941.

For hvert utredningsområde er det sammenstillet en oversikt over artene som er identifisert i de ulike gruppene, og som har kjente og kartlagte økologiske funksjonsområder i utredningsområdet.

3.3.1 Identifiserte arter av sjøpattedyr

Arter som sjeldent er til stede i noen av de 20 områdene for havvind er ikke inkludert, uavhengig av kommersiell eller økologisk verdi og rødlistestatus. Enkelte hvalarter har stadig blitt mer kommersielt viktige for Norge i form av hval-turisme og forskning (knølhval, finnhval, spermhval og spekkhoggere), og vågehval har gjennom lang tradisjon vært en viktig matressurs. For kommersielle arter er det ofte bedre kunnskap om viktige beite- og oppvekstområder, mens for arter som ikke høstes er kunnskapen mindre dekkende.

Enkelte hval- og selarter er på rødlisten, og her har vi sett på både den Norske Rødlista fra 2021 (Artdatabanken, 2021b) og den internasjonale IUCN Red list (IUCN, 2024). Det er fordi enkelte arter migrerer over svært store avstander, eksempelvis knølhvalen som oppholder seg langs Norskekysten på senhøsten-februar, før de vandrer så langt som til Karibien for parring/kalving. Av de inkluderte artene er det kun havert som er vurdert som truet på den Norske rødlista, mens internasjonalt er finnhval og spermhval inkludert, i tillegg til spekkhogger som ikke har godt nok datagrunnlag (Tabell 4).

- **Havert:** Sårbar på norsk rødliste, grunnet liten og stadig minkende bestand. Årsaker som nevnes i rødlista er bifangst i garnfiske og uregulert jakt (Eldegard m.fl. 2021a).
- **Finnhval:** Sårbar på IUCN internasjonal rødliste. Populasjonen ble kraftig redusert under kommersiell hvalfangst i det 20. århundre. Dette er reverserbart, og populasjonen overvåkes, men estimerer viser at populasjonsstørrelsen bare har

kommet seg til rundt 30% av nivået den var på rundt 1940. Basert på dette samt at konkret data er mangelfull, regnes finnhvalen fortsatt som sårbar (Cooke 2018). I norske farvann er bestanden økende, og består av mer enn 2000 reproduserende individ og vurderes derfor som livskraftig (LC) på den norske rødlista (Eldegard m.fl. 2021b)

- **Spermhval:** Sårbar på IUCN internasjonal rødliste, hovedsakelig grunnet tidligere kommersiell hvalfangst. Kommersiell hvalfangst i det Nordlige Stillehavet og i Antarktis igjennom de siste 80 årene resulterte i en global nedgang i denne perioden. Observasjonsdata for denne arten er ikke tilgjengelig på internasjonalt nivå. En publisert artikkel fra 2002 (Whitehead, 2002) gir et modellert estimat for å vurdere global populasjonsstørrelse. Disse resultatene ga 54% sannsynlighet for at spermhval oppnår kriteriene for sårbar-kategorien i rødlista, og er derfor vurdert deretter. Arten er ikke vurdert på den norske rødlista da den ikke er etablert med en fast reproduserende bestand og mindre enn 2% av global populasjon oppholder seg regelmessig i norske farvann (Eldegard m.fl. 2021c)
- **Spekkhogger:** Er ikke vurdert på IUCN internasjonal rødliste på grunn av for lite datagrunnlag. I norske farvann er det lite som tyder på bestandsnedgang over de siste tre generasjoner av spekkhoggere, og den vurderes derfor som livskraftig (LC) (Eldegard m.fl. 2021d)

Av øvrige arter vi har inkludert i utredningen står vågehval, spekkhogger, nise, kvitnos, kvitskjeving og nebbhval på listen over Norske ansvarsarter (Artsdatabanken, 2021a), noe som betyr at en relativt stor andel av den Europeiske bestanden finnes i Norske havområder.

OSPAR har listet fire sjøpattedyr som truede og/eller med nedadgående trend; blåhval, nordkaper, grønlandshval og nise. Av disse er det kun nise som er vurdert som relevant å inkludere i denne utredningen. Nise står på OSPARs liste grunnet betydelig nedgang i populasjon, og at de er sensitive til flere påvirkningsfaktorer, inkludert bifangst, støy, og kjemisk forurensning. Blåhval, nordkaper og grønlandshval ble ikke inkludert i denne utredningen fordi de aldri- eller svært sjelden forekommer i områdene som skal utredes. Grindhval finnes også i norske farvann, men arten er ikke inkludert i vurderingene fordi den ikke står på noen av de relevante listene i oppdragsbeskrivelsen (rødlist, ansvarsarter, OSPAR), har ingen kommersiell verdi, og det er mangelfull informasjon om dens viktigste funksjonsområder. På grunn av dette vil ekskludering av denne arten ikke ha noen innvirkning på vurderingene av gruppene av sjøpattedyr. Artene som er tatt med i utredningen er presentert i Tabell 4. Støy fra utbygging og drift av havvind er en trussel for sjøpattedyr, og derfor er artene inndelt i grupper basert på hvilke lydfrekvenser de ulike artene oppfatter; lavfrekvente hvaler (LF), høyfrekvente hvaler (HF), veldig høyfrekvente hvaler (VHF), og seler (Southall m.fl. 2019).

Tabell 4 Marine pattedyr som inngår i vurderinger av effekter fra havvind og informasjon om kommersiell og økologisk verdi, og status på den Norske Rødlista og IUCN Redlist (NA: ikke relevant), LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet). Det gis også informasjon om arter som står på OSPARs liste over truede og/eller nedadgående arter, og om arten er en ansvarsart for Norge.

Gruppe	Art	Kommersielt viktig	Norsk rødlista	IUCN redlist	OSPAR	Ansvars-art
Lavfrekvente hvaler / Bardehvaler	Vågehval	X	LC	LC		X
	Finnhval		LC	VU		
	Knølhval	X	LC	LC		
Høyfrekvente hvaler / Tannhvaler	Spekkhogger	X	LC	DD		X
	Spermhval	X	NA	VU		
	Nebbhval		LC	LC		X
	Springere Kvitskjeving		LC	LC		X
	Springere Kvitnos		LC	LC		X
Veldig høyfrekvente hvaler / Tannhvaler	Nise		LC	LC	X	X
Seler	Havert		VU	LC		
	Steinkobbe		LC	LC		

3.3.2 Identifiserte arter av fisk

For identifisering av fiskearter som inkluderes i utredningen ble Havforskningsinstituttets [bestandstabell](#) lagt til grunn (besøkt 12.06.2024). Artene som kan bli påvirket av havvindanlegg ble valgt ut fra bestandstabellen basert på kriteriene rødlistestatus, OSPAR listen over arter som er truet eller i nedgang, ansvarsarter for Norge, og kommersiell og økologisk viktighet.

- **Rødlistestatus:** Fra Norsk Rødlista 2021 (Artsdatabanken, 2021b) ble rødlistede arter valgt ut med status nær truet (NT), sårbar (VU), sterkt truet (EN), og kritisk truet (CR).
- **OSPAR:** Arter på [OSPAR listen](#) over arter som er truet eller i nedgang ble inkludert.
- **Ansvarsarter for Norge:** Ansvarsarter er arter som har en vesentlig del av sin naturlige utbredelse i Norge. Ansvarsarter ble inkludert basert på Artsdatabanken sin oversikt over arter der 25 % eller mer av den europeiske bestanden finnes i Norge (Artsdatabanken, 2021a).
- **Økologisk og/eller kommersielt viktige arter** ble valgt ut basert på fiskeridirektoratets forvaltningsmål oppgitt i Havforskningsinstituttets bestandstabell og informasjon i “Havforskningsinstituttets rådgiving for menneskeskapt støy i havet” (Forland m.fl. 2023). Arter som kun har økologisk forankret forvaltningsråd fra Fiskeridirektoratet uten å oppfylle noen av de andre kriteriene og med liten sannsynlighet for å bli påvirket av havvind ble ikke inkludert.

Fiskeartene som er tatt med i vurderingene er oppgitt i Tabell 5. For hvert enkelt av havvindområdene ble fiskearter som har gyteområde, beiteområde, migrasjonsrute (f.eks. gytevandring), eller størsteparten av sitt utbredelsesområde i havvindområdet valgt fra denne listen. Fiskeartene ble delt inn i seks funksjonelle grupper, basert på artens levevis, habitatbruk, og sensitivitet til forstyrrelser fra havvindanlegg.

Tabell 5 Fiskearter som inngår i vurderinger av effekter av havvind. Inndeling i funksjonelle grupper og kriteria til inkludering i vurderingen; kommersiell eller økologisk verdi, status på den Norske Rødlista (NA: ikke egnet, LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet), Det gis også informasjon om arter som står på OSPARs liste over truede og/eller nedadgående arter, og om arten er en ansvarsart for Norge.

Gruppe	Art	Kommersielt viktig	Økologisk viktig	Norsk rødlista	OSPAR	Ansvarsart
Pelagisk fisk	Brisling	X	X	LC		
	Hestemakrell		X	LC		
	Lodde	X	X	LC		X
	Makrell	X		LC		X
	Makrellstørje	X		LC	X	
	Sild	X	X	LC		X
	Vassild	X	X	LC		X
Tobis	Havsil	X	X	LC		X
Bruskfisk	Brugde		X	EN	X	
	Flekkskate	X		NA	X	
	Gråhai		X	NA		
	Håbrann		X	VU	X	
	Hågjel		X	LC		
	Håkjerring		X	NT		
	Kloskate			LC		X
	Nebbskate			CR		
	Pigghå		X	VU	X	X
	Piggskate			LC	X	
	Småflekkt rødhai		X	LC		
	Storskate			CR		
	Svartskate			VU		
Torskefisk	Alaskatorsk			NT		X
	Blålange		X	EN		
	Brosme	X	X	LC		X
	Hvitting	X		LC		
	Hyse	X	X	LC		
	Kolmule	X	X	LC		X
	Lange	X	X	LC		X
	Lyr		X	LC		X
	Lysing		X	LC		
	Polartorsk		X	EN		
	Sei	X	X	LC		X
	Skolest	X	X	LC		
	Torsk	X	X	LC	X	X
	Øyepål		X	LC		X
Bunnfisk	Blåkveite	X	X	LC		
	Breiflabb	X		LC		
	Knurr	X	X	LC		
	Kveite	X	X	LC		X
	Rødspette	X		LC		
	Smørflyndre	X		LC		
	Snabeluer	X		LC		X
	Vanlig uer	X		EN		X
Anadrom/katadrom fisk	Ål			EN	X	
	Havniøye		X	NT	X	
	Atlantisk laks			NT	X	

3.3.3 Identifiserte grupper av plankton

I denne overordnede utredningen fokuserer vi på noen utvalgte grupper av plankton, med en viktig økologisk rolle. Både planteplankton og dyreplankton er svært varierte grupper, og for eksempel kan dyreplanktonsamfunnet inneholde arter fra mer enn 10 forskjellige rekker. Selv om vi har en viss forståelse av taksonomi, utbredelse, sesongvariasjon og forekomst av enkelte arter, er kunnskapen vår om de fleste artene av marine plankton svært begrenset. Dette manglende kunnskapsgrunnlaget omfatter potensielle endringer i samfunnssammensetning og mengder i ulike regioner, sesonger og år, i tillegg til habitatbruk i ulike livsstadier som også er nevnt i rapporten "Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder" (Eriksen m.fl. 2021). Ofte er vår kunnskap begrenset til et mål på den totale produksjonskapasiteten til økosystemet eller til enkeltobservasjoner. Dermed er det viktig å fremheve at mens mange arter har en vid utbredelse som dekker hele den norske kysten og videre, kan enkelte arter være begrenset til mer spesifikke områder. Den store kunnskapsmangelen om arters forekomst og utbredelse gjør at de fleste marine planktonarter ikke er vurdert i Norsk Rødliste (Tandberg m.fl. 2021), og det er også vanskelig å si hvor sårbare de er eller å identifisere SVO-er for ulike planktongrupper.

På grunn av denne mangelen på kunnskap, inkluderes tre generelle grupper av plankton i denne utredningen: Planteplankton, Pelagiske krepsdyr og Maneter. Larvestadier av fisk og mange bunnlevende dyr er en del av planktonsamfunnet, men konsekvenser av havvind vurderes i denne utredningen sammen med respektive voksenstadium, det vil si at fiskelarver er inkludert i vurderinger for fisk. I beskrivelser av påvirkninger fra havvind på naturmangfold i de frie vannmassene er egg og larvestadier (tidlige livsstadier) for fisk beskrevet i lag med plankton (kap. 2.4.3). Det er viktig å merke seg at på grunn av mangel på kunnskap er mange planktongrupper ikke inkludert i denne overordnede vurderingen (for eksempel pilormer og ribbemaneter).

Planteplankton er viktige primærprodusenter i havet og utgjør basen i den pelagiske næringskjeden. De har en viktig økologisk funksjon i havet, både for pelagiske og bentiske økosystemer.

Pelagiske krepsdyr utgjør en viktig gruppe innen dyreplankton, er vanligvis blant de mest tallrike dyreplanktonene og fungerer økologisk som et bindeledd i næringskjeden fra planteplankton til fisk og høyere organismer. Denne gruppen omfatter krepsdyr som tilbringer hele livssyklusen som en del av planktonet (dvs. holoplanktoniske krepsdyr), for eksempel hoppekreps (Copepoda) og vannlopper (Cladocera). Andre krepsdyr, som bare har noen korte livsstadier som en del av planktonet, som hummer, krabber, reker og amfipoder, dekkes av utredning om bunnsamfunn (Cochrane m.fl. 2024). Raudåte er en del av gruppen pelagiske krepsdyr, og er den eneste arten av plankton som høstes kommersielt i Norge, men i relativt liten skala (Hansen m.fl. 2021). Arter innen *Calanus*-slekten er vanskelig å bestemme til art, og mange forsknings- og overvåkningsprogrammer bruker derfor kun slektsnivå, *Calanus* spp.

Maneter er en del av geleplankton, en svært mangfoldig gruppe som ofte overses i forskning på dyreplankton, men de kan ofte utgjøre den største biomassen blant dyreplankton. Generelt kan geleplankton inkludere ulike typer maneter (Cnidaria), ribbemaneter (Ctenophora), pilormer (Chaetognatha), pelagiske sekkedyr, vingesnegler og flerbørstemarkere. Det finnes mange arter av geleplankton som hører hjemme i norske havområder, selv om noen også er oppført på Fremmedartslista (Artsdatabanken, 2023). I denne utredningen inkluderes kun arter fra Stormaneter (Scyphozoa) og Småmaneter (Hydrozoa) som har både planktoniske og bunnlevende livsstadier. Andre grupper av

geleplankton er ikke inkludert fordi vår kunnskap om deres mangfold, utbredelse, økologi og sårbarhet er svært begrenset. Oppblomstring av maneter er en naturlig del av deres økologi, men det er mulig at menneskelig aktivitet, f.eks. økt forekomst av hardt substrat, kan forsterke disse oppblomstringene på lokal eller regional skala. Selv om maneter ikke har direkte økonomisk verdi i Norge, har oppblomstring av maneter blitt betraktet som problematisk, spesielt med tanke på rapporterte utfordringer innen fiskeri, akvakultur og andre næringer. Økning av maneter kan også ha negative innvirkninger på både høyere og lavere trofiske nivåer i økosystemet. For eksempel kan de konkurrere med fiskelarver om mat, påvirke fiskebestander, og funksjonaliteten til økosystemet, og en økning i manetbestander kan derfor sees som negativt også for tilstanden i økosystemet.

3.4 Delområder og verdisetting

Ifølge veilederne (M-1941, V712) kan utredningsområdet deles inn i delområder basert på utbredelse av arter/naturtyper og viktige funksjonsområder for disse. Delområder bør være mest mulig enhetlige, med tilnærmet lik funksjon, karakter og verdi (Miljødirektoratet, 2021). I denne utredningen er det som oftest ikke grunnlag for å dele inn i delområder siden mange pelagiske organismer har utbredelse og viktige funksjonsområder som strekker seg over svært store arealer. I de fleste tilfeller blir vurderinger derfor gjort for hele utredningsområdet for havvind samlet. Unntak er relatert til for eksempel gyteområder for fisk, der ulike delområder innenfor et utredningsområde kan ha ulik funksjon og verdi.

Hvert område verdisettes ved bruk av kriterier til en verdiskala med fem kategorier, som i veilederne (M-1941, V712). Datagrunnlag og kunnskap om utbredelse av pelagiske organismegrupper er ikke tilstrekkelig detaljert til å differensiere verdi innenfor hver kategori, og skyvelinjal som viser verdisetting innenfor en verdikategori fra M-1941 brukes derfor ikke (Miljødirektoratet, 2021). I Tabell 6 vises en oversikt over kriterier som er brukt som veiledning i vurdering av verdi i denne utredningen. I tillegg har NVE behov for å vite om miljøverdiene er til stede eller ikke i området i sitt videre arbeid med den Strategiske Konsekvensutredningen, dersom slik kunnskap er kjent. Er de til stede vil de få en verdi etter Tabell 6, ellers brukes kategorien "Ikke til stede".

Tabell 6 **Verdikriterier** brukt som veiledning i vurdering av virkninger fra havvind på naturmangfold i de frie vannmasser. Det er hentet elementer fra veilederne M-1941 og V712 relatert til naturmiljø og ikke prissatte tema, særlig fra registreringskategoriene Arter og økologiske funksjonsområder, og Landskapsøkologiske sammenhenger/funksjonsområder. Kriterium relatert til arter på OSPARs liste over truede og/eller nedadgående arter, ansvarsarter for Norge og bestandsstatus for kommersielle arter er utarbeidet spesielt for denne utredningen (i kursiv). SSB = gytebestand biomasse; B_{lim} = Kritisk gytebestandsnivå; B_{po} = Føre-var gytebestandsnivå. For kategorien "Viktige funksjonsområder" er kriterium relatert til andel av totalt funksjonsområde som forventes bli påvirket utarbeidet spesielt for denne utredningen (i kursiv).

Verdi kategori	Uten betydning for KU	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
Forvaltningsprioritet		Vanlige arter og deres funksjonsområder (M-1941, V712)	Nær trua (NT) arter og deres funksjonsområder (M-1941, V712) <i>Arter på OSPAR listen og ansvarsarter for Norge og deres funksjonsområder</i> <i>Kommersielt høstede arter, viktige på lokal/regional skala, over føre-var grense (SSB > Bpa)</i>	Sårbare arter (VU) og deres funksjonsområder (M-1941, V712) <i>Kommersielt høstede arter viktige på nasjonal/internasjonal skala, over kritisk grense (SSB > Blim) men under føre-var grense (SSB < Bpa)</i>	Sterkt trua (EN), kritisk trua (CR) arter og deres funksjonsområder (M-1941, V712) <i>Kommersielt høstede arter under kritisk grense (SSB < Blim)</i>
Viktige funksjonsområder	Områder med svært liten eller ingen betydning for naturmangfoldet (M-1941)	Lokalt viktige funksjonsområder. (M-1941, V712) <i>Influensområdet dekker noen deler av viktige funksjonsområder</i> Kjerneområde i hverdagsnaturen som har funksjoner utover det ordinære, f.eks. i form av leveområde for mange arter eller vandringskorridorer (V712).	Lokalt/regionalt viktige funksjonsområder. (M-1941, V712) <i>Influensområdet dekker moderate deler av viktige funksjonsområder</i>	Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder (M-1941, V712). For eksempel områder viktige for bestanden i et forvaltningsplanområde. <i>Influensområdet dekker store deler av viktige funksjonsområder</i>	Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder (M-1941, V712). For eksempel migrasjonsruter eller gyteområder for nasjonalt/internasjonalt viktige bestander. <i>Influensområdet dekker store deler av viktige funksjonsområder</i>

Verdisetting i denne utredningen er basert på beskrivelser av kriterier for verdisseting i M-1941, V712 og kriterier brukt i forbindelse med identifisering av områder med særlig verdifull og sårbare områder (SVO) (Eriksen m.fl. 2021, Miljødirektoratet 2021, Statens vegvesen 2018), og tilpasset denne utredningen.

Identifisering av SVO områdene ble gjort etter kriterier fastsatt av Konvensjonen for Biologisk Mangfold (CBD) for å definere økologisk eller biologisk verdifulle områder (Ecologically or Biologically Significant Areas, EBSA) brukt (Eriksen m.fl. 2021). Flere av EBSA kriteriene blir dekket av verdisetting i denne utredningen (livshistorisk viktige områder; viktighet for truede eller nedadgående arter og/eller habitater; viktighet for biologisk produktivitet), mens kriteriet "sårbarhet, skjørhet, følsomhet eller lav restitusjonsevne" blir dekket i vurdering av grad av påvirkning.

Det er to typer av kriterier som er fellesnevner i både veiledere for konsekvensvurderinger (M-1941, V712) og i både tidligere og nyere arbeid med SVO områder:

- Forvaltningsprioritet (trua arter og naturtyper)
- Viktige funksjonsområder.

Verdisetting av naturmangfold i denne utredning bruker disse to hovedkategoriene.

Forvaltningsprioritet

Kriterier for verdisetting basert på forvaltningsprioritet er basert på M-1941 (registreringskategori *arter inkludert økologisk funksjonsområde*). Verdisettingen følger truthetsgraden i rødlista, og verdien er hovedsakelig basert på utbredelse og funksjonsområde for disse artene. Dette kriteriet tilsvare også i stor grad EBSA-kriteriet "Viktighet for truede eller nedadgående arter og/eller habitater". I tillegg er kriterium for arter på OSPARs liste over truede og/eller nedadgående arter og ansvarsarter for Norge lagt til spesielt for denne utredningen.

Da denne utredning også inkluderer flere kommersielle fiskebestander har vi også for disse valgt å inkludere et mål på bestandsstatus. Tilstanden hos kommersielle bestander vurderes basert på gytebestandens størrelse (SSB: gytebestand biomasse) i forhold til fastsatte grenseverdier for når gytebestanden er på et kritisk nivå (Blim) eller "føre-var" grenseverdi (Bpa). Disse verdiene er tilgjengelige fra [Havforskningsinstituttet](#) kvoteråd (hentet 17.06.2024).

Viktige funksjonsområder

Kriterier for verdisetting basert på viktige funksjonsområder er basert på elementer fra veilederne M-1941 og V712 (registreringskategori *Landskapsøkologiske sammenhenger/funksjonsområder*). Viktige funksjonsområder er områder som har en særlig viktig funksjon for en arts/bestands overlevelse, for eksempel gyteområder, gytevandingsområder, migrasjonsområder, beiteområder, larvedrift- og overvintringsområder. Verdisettingen her skal gjenspeile områdets kvalitet og betydning for å ivareta levedyktige bestander av arter, og tilsvare EBSA-kriteriet "Livs-historisk viktige områder". Kriterier for verdisetting av viktige områder som beskriver viktigheten av området (på lokal, regional, nasjonal, og internasjonal skala) er basert på M-1941 (registreringskategori *Landskapsøkologiske sammenhenger*) og V712 (kategori *Landskapsøkologiske funksjonsområder*). Regional skala tolkes i denne utredningen som relevant for forvaltningsplanområde. EBSA-kriteriet "Viktighet for biologisk produktivitet" inkluderes også i denne vurderingen, og er særlig relevant for plankton. Pelagiske bestander har ofte stor utbredelse, og dette gjelder i mange tilfeller også funksjonsområder. Det er derfor sjeldent at viktige funksjonsområder kun har lokal relevans, og det er lagt til et kriterium for verdien "noe verdi" fra V712 om "Kjerneområder i hverdagsnaturen", der det

også inkluderes andre kvaliteter ved området, f.eks. i form av leveområde for mange arter (høy biologisk mangfold) eller vandringsområder.

Grunnet store utbredelsesområder og funksjonsområder for mange pelagiske bestander er det også relevant å vurdere hvor stor del av viktige funksjonsområder som er innenfor området som skal vurderes, og dette er lagt til som et kriterium for viktige funksjonsområder spesielt for denne utredningen. Hvis for eksempel gyteområdet til en bestand overlapper med et område for havvind, vil det området som vurderes få en lavere verdi dersom det totale gyteområdet til bestanden dekker store havområder. Hvis bestanden har et lite utbredt gyteområde vil verdien på området som vurderes bli større, da dette utgjør en større andel av det totale gyteområdet.

3.4.1 Verdisetting sjøpattedyr

Ifølge utredningsprogrammet skal eksisterende kunnskap om sjøpattedyr relevant for de aktuelle områdene sammenstilles, og brukes til å vurdere virkninger for sjøpattedyrs områdebruk for reproduksjon, beiting og/eller vandring. Verdisetting av de fire gruppene av sjøpattedyr baseres på forvaltningsprioritet og informasjon om områdebruk til artene i Tabell 4.

For kartlegging av utbredelse og funksjonsområder for de vurderte artene har vi brukt informasjon om utbredelse og viktige områder fra HI, informasjon fra SVO-områder (Eriksen m.fl. 2021), i tillegg til informasjon fra andre studier og litteratur. Særlig resultater fra telemetristudier for knølhval, spekkhoggere, finnhval og sel er blitt inkludert der det er relevant. En liste over studier vi har brukt i tillegg til HI-kart finnes i Tabell 7.

Enkeltartene i hver gruppe av sjøpattedyr (lavfrekvente hvaler, høfrekvente hvaler, veldig høfrekvente hvaler og sel) kan ha ulike forvaltningsprioritet og forskjellige funksjonsområder. *Gruppens samlede verdi bestemmes derfor av den mest truede/kommersielt viktige arten (forvaltningsprioritet) kombinert med overlapp mellom området som vurderes og viktige funksjonsområder for alle artene i gruppen.*

Dersom f.eks. den mest truede arten i gruppen er sårbar (VU), men kun har en relativ liten del av funksjonsområdet innenfor området som vurderes, vil verdien for gruppen havne på middels. Funksjonsområdene til seler er ofte mindre enn for hvaler. Derfor kan forekomst av en sårbar selart med sitt funksjonsområde innenfor utredningsområdet ha større verdi enn tilfellet for en sårbar hval med sitt funksjonsområde innenfor samme område. Verdivurdering av et funksjonsområde for en art baseres på en vurdering av om bestanden har "råd til" å miste dette området/deler av dette området eller ikke.

Dersom et funksjonsområde ligger utenfor grensene til området foreslått for havvind, kan det likevel være inkludert i verdivurderingen. Det er fordi støy fra både seismikk i planleggingsfasen, og pæling i utbyggingsfasen for bunnfaste anlegg er vist å kunne påvirke enkelte arter av sjøpattedyr i opptil henholdsvis 12 og 25 km fra anlegget. I tillegg er de fleste sjøpattedyr svært mobile, og selv om f.eks. et beiteområde for hval kan tegnes inn på et kart med en tydelig avgrensing, opererer ikke sjøpattedyr innenfor slike grenser. Derfor er det sammen med kart og litteraturstudier brukt skjønn for vurdering av hvorvidt et funksjonsområde er verdifullt for sjøpattedyr eller ikke.

Sesongvariasjoner har ikke påvirket verdisettingen av sjøpattedyr i utredningsområdene. Dette skyldes manglende kunnskap og store individuelle forskjeller i artenes sesongmessige fordeling, som gjør det vanskelig å fastslå slik informasjon for de ulike områdene.

Tabell 7 Litteraturstudier brukt i tillegg til HI-kart, for kartlegging av utbredelse og viktige funksjonsområder for arter der dette var tilgjengelig.

Referanse	Art	Metode	Periode
Løviknes m.fl. 2021	Knølhval Finnhval	Visuell feltobservasjon	2013-2018
Lydersen m.fl. 2020	Finnhval	Telemetri / satellitt sporing	2015-2019
Kettemer m.fl. 2022, 2023 (PhD thesis)	Knølhval	Telemetri / satellitt sporing	2011-2019
Vogel m.fl. 2020, 2024	Spekkhogger	Telemetri / satellitt sporing	2015-2021
Dietz m.fl. 2020	Spekkhogger	Telemetri / satellitt sporing	2015-2016
Ikke publisert fra HI og UiT https://hi.no/hi/nyheter/2024/mai/har-merkt-nise-etande-spekkhoggarar	Spekkhogger	Telemetri / satellitt sporing	2024
MINTAGs prosjekt https://mintag-project.com/	Finnhval Vågehval	Telemetri / satellitt sporing	2023-2024
Ytterhus Utengen m.fl. 2024	Knølhval	Telemetri / satellitt sporing	2016-2019
Energinet Eltransmission A/S 2024	Nise Havert Steinkobbe Springere kvitnos Spingere kvitskjeving	Visuell feltobservasjon Telemetri / satellitt sporing Akustisk passiv	2021-2023
Gilles m.fl. 2023	Nise Springere kvitnos Spingere kvitskjeving	Visuell feltobservasjon	2021
Kyhn m.fl. 2021	Nise	Telemetri / satellitt sporing	2000-2003 og 2014-2015
Moan m.fl. 2020	Nise	bifangst av individer	2006-2018
Elnes m.fl. 2023	Steinkobbe	simulert utbredelse	Ikke relevant

3.4.2 Verdisetting fisk

Verdisetting av de fem funksjonelle gruppene av fisk baseres på forvaltningsprioritet og informasjon om områdebruk til artene i Tabell 5. Vi har lagt til grunn områdets viktighet for artenes utbredelse og gytefelt, artenes rødlistestatus og OSPAR-status, kommersiell- og økologisk viktighet, og om arten er en ansvarsart for Norge (Tabell 5), samt tilstand for gytebiomassen for kommersielle arter (Tabell 8). Når gytebiomassen er vurdert, har det vært ved bruk av referansepunktene Bpa og Blim. Bpa er et referansepunkt for gytebiomassen hvor man bruker føre-var metoden for forvaltning av bestanden, mens Blim er et referansepunkt som sier at man har nådd minimumsgrensen for gytebiomasse. Når disse punktene nås settes det inn tiltak i forvaltningen for å gjenopprette gytebiomassen. Informasjon fra SVO-områder tas også inn i vurderingen der det er relevant for fisk og vil kunne bidra til en høyere verdi.

Tabell 8 Bestandsstatus basert på biomasse av gytebestanden (SSB (Spawning Stock Biomass)) for fiskebestander med tilgjengelig informasjon langs Norskekysten relevante for denne utredningen. Informasjon om SSB, Bpa og Blim for de ulike bestandene er hentet fra Havforskningsinstituttet (<https://www.hi.no/hi/radgivning/kvoterad>, hentet 17.06.2024). Størrelsen på gytebestanden (SSB) er angitt i forhold til kritisk gytebestandsnivå (Blim) og føre-var-gytebestandsnivå (Bpa). NVG: Norsk Vårgytende; NØA: NordøstArktisk. * Bpa er ikke definert for denne bestanden, kun Blim. ** Nåværende gytebestand av NØA torsk er over Bpa, men gytebestanden i nedgang, antas å være under Bpa i 2025.

Bestand	Bestandsstatus		Bestand	Bestandsstatus
Blåkveite	SSB > Bpa		Nordsjøsild	SSB > Bpa
Brisling	SSB < Blim		NVG sild	SSB > Bpa
Hestemakrell	SSB < Blim		Pigghå	SSB > Bpa
Hvitting	SSB > Bpa		Rødspette	SSB > Bpa
Hyse Nordsjø	SSB > Bpa		Sei Nordsjø	SSB > Bpa
Hyse NØA	SSB > Bpa		Sei NØA	SSB > Bpa
Håbrann	SSB > Blim		Tobis	SSB > Blim
Kolmule	SSB > Bpa		Torsk Nordsjø	SSB > Blim
Kysttorsk 62-67 °N	SSB > Blim*		Torsk NØA	SSB > Bpa**
Lodde	SSB > Blim*		Vanlig uer	SSB < Blim
Lysing	SSB > Bpa		Vassild	SSB > Blim*
Makrell	SSB > Bpa		Øyepål	SSB > Bpa

Ettersom vi har samlet flere arter i funksjonelle grupper er verdien for gruppen satt fra de artene som er relevante for hvert enkelt område. Alle relevante arter spiller inn i en kumulativ verdisetting av gruppene basert på innsamlet artsinformasjon. Eksempelvis vil et område som har et lite viktig gyteområde for sei, et lite viktig gyteområde for torsk, og et viktig gyteområde for blålange (rødlistet art) bli vurdert til å ha større verdi enn et tilsvarende område med hyse (ikke rødlistet art) istedenfor blålange.

Arter med gytefelt eller andre viktige funksjonsområder i nær tilknytning til havvindområdene ble også inkludert i verdisettingen grunnet den potensielle påvirkningen av støy også utenfor området. Områder utenfor selve havvindområdene blir inkludert i vurderingen når avstanden er innenfor 5 nautiske mil (9,3 km), basert på informasjon om buffersoner fra råd for seismikkundersøkelser fra Havforskningsinstituttet om menneskeskapt støy i havet (Forland m.fl. 2023). Den lavere avstanden for buffersoner ble valgt på bakgrunn av at støy fra aktiviteter relatert til havvind forventes å være lavere sammenlignet med seismikk-skytingen som brukes innen olje- og gassindustrien.

Informasjon om utbredelse og funksjonsområder er basert på informasjon fra [Havforskningsinstituttet](#). Arter der vi ikke har detaljert informasjon om utbredelse og funksjonsområder, ble vurdert basert på andre egenskaper (økologisk viktighet, OSPAR-liste, rødlista), og på grunnlag av informasjon som er tilgjengelig for artene, eksempelvis kjent og antatt forekomst langs norskekysten for rødlistede arter fra Rødlista 2021 (Artsdatabanken 2021).

Grunnet manglende kunnskap og usikkerhet rundt larvedrift gjennom utredningsområdene har ikke larvedrift blitt vurdert i verdisettingen av gruppene, med mindre det finnes kartfestet informasjon om larvedriftsområder for arten. For å få et bilde av hvordan

larvedriften fra gyteområdene forekommer, vil modeller som LADiM (Sandvik m.fl. 2020) kunne brukes i prosjektspesifikke utredninger.

3.4.3 Verdisetting plankton

Når det gjelder plankton, gjør manglende kunnskap på artsnivå det vanskelig å inkludere verdikriterier knyttet til forvaltningsprioritet (rødlistestatus). Når man vurderer verdi, er det viktig å huske at planktongruppene har høy diversitet og at det for mange er svært begrenset kunnskap om deres utbredelse. Noen arter har en vid utbredelse, men enkelte arter kan være begrenset til mer spesifikke områder. Dermed er denne vurderingen gjort på et overordnet nivå. For kartlegging av utbredelse og funksjonsområder i de vurderte områdene, har vi brukt informasjon fra underlagskart til arbeid med SVO-områder (Eriksen m.fl. 2021), tilgjengelig på [Geonorge](#).

Verdisetting av **planteplankton** tar utgangspunkt i produktiviteten i området (et av EBSA-kriteriene), basert på gjennomsnittlig mengde klorofyll i overflaten de siste 20 årene, resultater fra Silva m.fl. (2021) og områder identifisert som høyproduktive i arbeidet med forslag til nye SVO-områder (Eriksen m.fl. 2021). Perioden for våroppblomstringen langs Norskekysten (oftest mellom februar og mai) spiller en vesentlig rolle og gjennomsnitt av overflate klorofyll-*a* i denne perioden er brukt som indikator for høyproduktive områder (Tabell 9). Produktiviteten er lavere i de frie vannmassene enn i kystområder og klorofyll-*a* verdiene når sjeldent mer enn 2 mg/m³ (Naustvoll m.fl. 2020). Det eksisterer ingen overvåkningsprogrammer utenfor kystområdene slik at det finnes lite kunnskap om dynamikken i algesamfunnet. Overflate-klorofyll-*a* er derfor den beste indikatoren for produktivitet. Inndelingen i Tabell 9 er basert på Naustvoll m.fl. (2020), Silva m.fl. (2021) og vår egen analyse av satellittbilder.

Tabell 9 Produktivitetsskala av planteplankton for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet basert på overflate-klorofyll-*a* under våroppblomstringen de siste 20 årene.

Mengde klorofyll- <i>a</i>	Produktivitet	Verdi
< 1 mg/m ³	Lav	Noe
1 – 2 mg/m ³	Middels	Middels
> 2 mg/m ³	Høy	Høy

Verdisetting av **pelagiske krepsdyr** og **maneter** er utfordrende da det mangler kunnskap både om utbredelse og forvaltningsprioritet på artsnivå. Selv i områder indentifisert i arbeid med forslag til nye SVO områder vises det til manglende kunnskap om artsmangfold, og de fleste områder mangler in-situ (på stedet) målinger av produktivitet for disse gruppene (Eriksen m.fl. 2021). Det er sannsynlig at både pelagiske krepsdyr og maneter har stor betydning for både biologisk mangfold og produktivitet (jfr EBSA *kriterier viktighet for biologisk produktivitet* og *viktighet for biologisk mangfold*) langs hele kysten. Selv om det finnes informasjon om noen nøkkelarter som raudåte og krill, er det dessverre ukjent hvilke områder som kan være viktige funksjonsområder for de fleste av artene.

Da vi mangler kunnskap om geografiske forskjeller i "viktighet" for disse gruppene er verdien vurdert til "middels verdi" (områder som er lokalt/regionalt viktige) for samtlige 20 områder som inngår i vurderingene. Noen områder kan få høyere verdi (stor) basert på vurderinger av EBSA-kriterier gjort i forbindelse med forslag til nye SVO områder (Eriksen m.fl. 2021). Områder som i dette arbeidet er definert som "høy produksjon", "høy konsentrasjon", "overvintringsområde" eller "unikt område" for plankton har vi verdisatt til

verdi "stor". Manglende kunnskap om arter i disse gruppene gjør også at de ikke er vurdert på den norske rødlista, og det er derfor også stor usikkerhet knyttet til om noen av de kan være truet. Det vurderes derfor at verdi "middels" og "stor" er korrekte nivå i forhold til forvaltningsprioritet.

3.5 Vurdering av grad av påvirkning

3.5.1 Nullalternativ og referanseprosjekt

Graden av påvirkning er en beskrivelse av forventet endring som oppstår ved utbygging av havvind i utredningsområdet, sammenlignet med nullalternativet. For alle områder unntatt Vestavind F og Sørvest F er nullalternativet ingen utbygging av havvind, og beskrives for hvert enkelt utredningsområde. For de to åpne områdene Sørlege Nordsjø II (Sørvest F) og Utsira Nord (Vestavind F) er nullalternativet en utbygging av 3 GW og 1,5 GW havvind i de to respektive områdene. Innenfor utredningsområdene er det satt av større areal enn det som mest sannsynlig vil bli bygget ut med havvind, men vurderingene må ta høyde for at det kan komme ett (eller flere) havvindprosjekt hvor som helst i begge utredningsområdene. Utgangspunktet for å vurdere påvirkning er derfor at turbiner kan bli plassert i hele utredningsområdet, og vurdering av påvirkning i delområder gjøres på bakgrunn av at havvind blir bygget ut i delområdet, med spesifikasjoner som i referanseprosjektet. Nedenfor gjengis en beskrivelse fra NVE av prosjektstørrelse og parametere som brukes som referanse for å vurdere påvirkninger (Tabell 10).

Tabell 10 Spesifikasjoner for referanseprosjekt og parametere for referanseturbin på 22 MW, brukt for å vurdere grad av påvirkning fra havvind.

Referanseprosjekt	
Prosjektstørrelse	1500 MW
Turbinstørrelse	22 MW
Antall turbiner	Ca. 68 turbiner
Kapasitetstetthet	3,5 MW/km ²
Antatt arealbruk utbygd område	430 km ² (basert på 3.5 MW/km ²)
Avstand mellom turbiner	Ca. 2,5 km
Referanseturbin 22 MW	
Rotordiameter	286 m
Klareringsnivå (overflate – rotorblad)	22 m
Tårnhøyde (havoverflate – senter rotor)	165 m
Tupphøyde (havoverflate – maks høyde rotorblad)	308 m

3.5.2 Påvirkningskriterier og -skala

Vurdering av grad av påvirkning er i denne utredningen basert på forventede effekter fra utbygging av havvind på den arten/gruppen som vurderes. Vurderingene er basert på beskrivelser av kriterier for vurdering av grad av påvirkning i M-1941 og V712, og det benyttes som i veilederne en skala med 5 kategorier (Tabell 11). I tillegg kan kategorien

"Ikke relevant" brukes for områder med verdi "ikke til stede" i fagutredningene som skal brukes som grunnlag til den strategiske konsekvensutredningen.

Datagrunnlag og kunnskap om påvirkning fra havvind på pelagiske organismegrupper er for lite detaljert til å kunne differensiere påvirkningsgrad innenfor hver kategori, og skyvelinjal som viser påvirkningsgrad innenfor en påvirkningskategori fra M-1941 brukes derfor ikke (Miljødirektoratet, 2021). Tabell 11 gir veiledning i bruk av påvirkningsskalaen, og bruker kriterier fra M-1941 og V712, både relatert til områdets funksjon og påvirkning på bestander. Graden av påvirkning vurderes også i en lokal / regional / nasjonal kontekst (M-1941, V712). Påvirkninger på lokale bestander av regionalt vanlig forekommende arter vil for eksempel være mindre alvorlige sammenlignet med påvirkninger som får betydning for artens regionale levedyktighet (M-1941, V712). Regionalt tolkes i denne utredningen som relevant på forvaltningsplanområde-nivå (Nordsjøen og Skagerrak, Norskehavet, Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten).

Tabell 11 a) **Påvirkningskriterier** brukt som veiledning i vurdering av virkninger fra havvind på naturmangfold i de frie vannmasser. For hovedkategorien "Grad av påvirkning" er det hentet elementer fra veilederne M-1941 og V712 relatert til naturmangfold, særlig fra registreringskategoriene Arter og økologiske funksjonsområder, og Landskapsøkologiske sammenhenger / funksjonsområder. Koder i tabellen (1a-5b) brukes som referanse til de ulike kriteriene i vurderinger av påvirkning i utredningsområdene.

Kategori	Forbedret	Ubetydelig	Noe forringet	Forringet	Sterkt forringet
Grad av påvirkning (M-1941, V712)	Gjenoppretter eller skaper nye vandringsmuligheter. (1a) Viktige biologiske funksjoner styrkes. (1b)	Ingen eller uvesentlig virkning på kort eller lang sikt. (2a)	Mindre alvorlig forringelse av område. Funksjoner (inkludert vandringsmuligheter) reduseres, men vesentlige funksjoner opprettholdes i stor grad. (3a) Svekker artens bestand lokalt og regionalt (forvaltningsplanområde). (3b)	Forringer områder slik at funksjoner, inkl. vandringsmuligheter, reduseres. (4a) Svekker artens bestand regionalt (forvaltningsplanområde) /nasjonalt. (4b)	Forringer områder slik at funksjoner, inkludert vandringsmuligheter, brytes. (5a) Svekker artens bestand nasjonalt/internasjonalt. (5b)

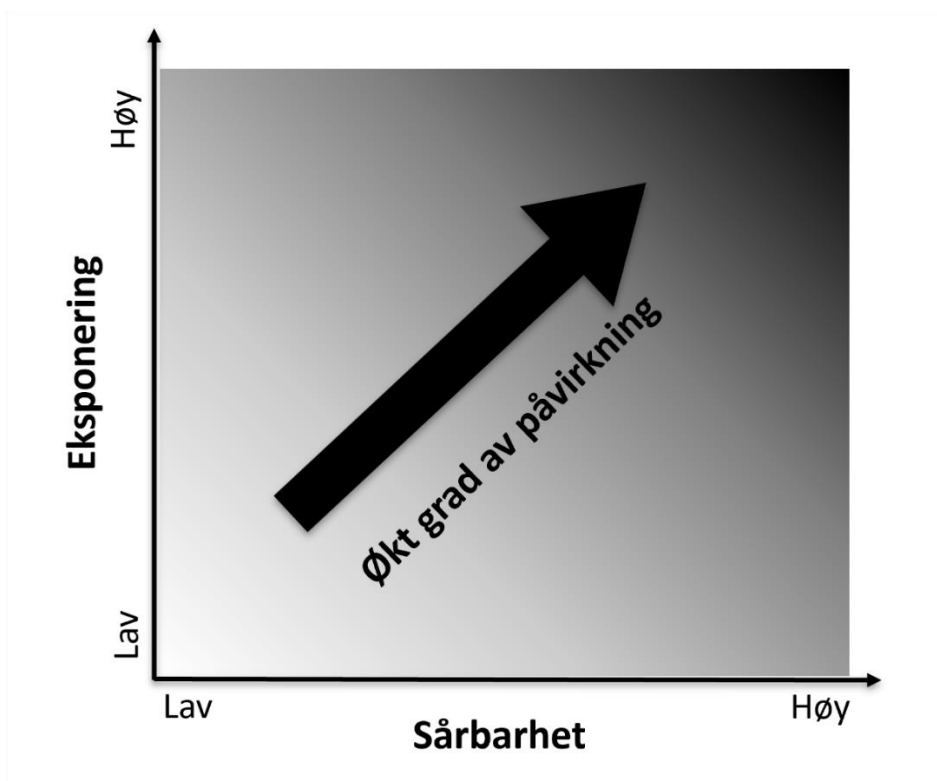
Tabell 11 b) Kriterier for **underkategoriene eksponering og sårbarhet** brukt i vurdering av grad av påvirkning i denne utredningen. Underkategoriene er basert på elementer fra V712 og andre rammeverk (f.eks. ODEMM, MarESA). De to underkategoriene eksponering og sårbarhet må sees i sammenheng for vurdering av grad av påvirkning. Beskrivelser av sårbarhet er hentet fra Hansen m.fl. (2022a og b), varighet av forringelse og restitusjonstid fra V712 og skala for restitusjonstid relevant for marint miljø er hentet fra ODEMM (Robinson m.fl. 2013). Koder i tabellen (1a-5c) brukes som referanse til de ulike kriteriene i vurderinger av påvirkning i utredningsområdene.

Under-kategorier	Positiv (1)	Lav negativ (2)			Høy negativ (5)
			(3)	(4)	
Eksponering	Noen del av området eller bestanden blir positivt påvirket. (1a)	Bestanden eller området blir ikke berørt. (2a) Ikke overlapp i tid og rom mellom påvirkning og art/gruppe/område. (2b)	Liten del av artens bestand/områdets funksjoner blir negativt påvirket. (3a) Påvirkning med liten utbredelse, lav frekvens og kort varighet. (3b) Lite overlapp i tid og rom mellom påvirkning og art/gruppe/område. (3c)	Moderat del av artens bestand/områdets funksjoner blir negativt påvirket. (4a) Påvirkning med stor utbredelse, medium-høy frekvens og middels varighet. (4b) Middels overlapp i tid og rom mellom påvirkning og art/gruppe/område. (4c)	Stor del av artens bestand/områdets funksjoner blir negativt påvirket. (5a) Påvirkning med svært stor utbredelse, høy frekvens (kontinuerlig) og lang varighet. (5b) Stort overlapp i tid og rom mellom påvirkning og art/gruppe/område. (5c)
Sårbarhet	Positiv effekt for artens bestand eller områdets funksjoner. (1a)	Tolerante arter: ingen effekt av påvirkningen. Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse. (2a) Veldig kort restitusjonstid (0-2 år). (2b)	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "sub-letale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a) Forbigående eller begrenset varig forringelse. (3b) Kort restitusjonstid (2-10 år). (3c)	Middels sårbarhet: Kritiske "sub-letale" effekter, for eksempel endring i vekst og reproduksjon. Påvirker artens bestand negativt over tid, for eksempel ved å påvirke kritiske livs-stadier. (4a) Varig eller omfattende forbigående forringelse. (4b) Lang restitusjonstid (10-100 år). (4c)	Høy sårbarhet: Akutt, dødelig effekt. Fører til tap av habitat eller forårsaker populasjonseffekter. (5a) Varig forringelse. (5b) Veldig lang restitusjonstid (> 100 år). (5c)

For å vurdere i hvor stor grad et område blir forringet eller en bestand blir svekket benyttes i denne utredningen to underkategorier: 1) **Eksponering** for påvirkningen og 2) **Sårbarhet** for påvirkningen hos gruppen som vurderes. Dette er to sentrale faktorer som vil påvirke i hvor stor grad negative eller positive effekter kan forventes. Varighet av påvirkning og

evnen til restitusjon etter at påvirkningen opphører er også relevante her. Dette er faktorer som inkluderes i kriterier for vurdering av påvirkning i veileder V712 (naturmangfold), og i flere andre rammeverk for å vurdere risiko for negativ påvirkning (ODEMM: Robinson m.fl. 2013), og sårbarhet (vulnerability) for påvirkning (MarESA: Tyler-Walters m.fl. 2023, DNV 2014).

Sårbarhet er relatert til et av EBSA-kriteriene "sårbarhet, skjørhet, følsomhet eller lav restitusjonsevne", som her inkluderes i vurdering av grad av påvirkning fremfor å være en del av verdivurderingen. I flere av disse rammeverkene brukes kombinasjonen av eksponering og sårbarhet for å gi en forventet grad av påvirkning, der høy grad av eksponering i kombinasjon med høy sårbarhet gir større grad av påvirkning (Figur 8). Aspekter ved både grad av eksponering og sårbarhet er inkludert som underkategorier i Tabell 11, og disse må sees i sammenheng da det er kombinasjonen av disse to som gir grad av påvirkning. Høy grad av eksponering i kombinasjon med høy sårbarhet gir større grad av påvirkning, mens høy sårbarhet uten noen grad av eksponering ikke vil forringe tilstanden av arten / gruppen / området.



Figur 8 Kombinasjon av grad av eksponering og sårbarhet for vurdering av grad av påvirkning

Eksponering

Eksponering inkluderer aspekter ved selve påvirkningsfaktoren, og i hvor stor grad den overlapper med arten / gruppen som vurderes. Her brukes kunnskap om påvirkningens utbredelse, hyppighet og varighet sammen med kunnskap om utbredelse i tid og rom av gruppen som vurderes (ODEMM: Robinson m.fl. 2013, Bergström m.fl. 2014). Eksponering er høyest for påvirkninger med lang varighet og stort romlig og tidsmessig overlapp med arten / gruppen.

Sårbarhet

Sårbarhet avhenger av artens / gruppens evne til å 1) unngå eller tilpasse seg påvirkning og 2) evne til å komme tilbake til normal tilstand etter påvirkning (restitusjonstid).

Sårbarhet brukes her som Faglig Forums etablerte bruk av begrepet: *"Sårbarhet vurderes som en egenskap ved naturverdiene uavhengig av om påvirkningene faktisk er til stede eller ikke"* (bl.a. Postmyr m.fl. 2011, Faglig forum for norske havområder 2019). En vurdering av sårbarhet gjelder altså iboende egenskaper til arten/gruppen, og vil derfor i utgangspunktet være lik for alle områder som skal vurderes. Definisjoner av ulike grader av sårbarhet i Tabell 11 er hentet fra Hansen m.fl. (2022a, b). Kriterier for varighet av forringelse og restitusjonstid er hentet fra V712 naturmangfold *økologiske funksjoner for arter og landskapsøkologiske funksjonsområder*, men tidsskalaen for restitusjon er tilpasset marint miljø ved bruk av intervall som i ODEMM (Robinson m.fl. 2013).

Beskrivelse av fremgangsmåte for vurdering av påvirkning

Grad av påvirkning vurderes separat for hver av de fire fasene: Planlegging, utbygging, drift og avvikling. For planleggingsfasen er det primært påvirkning fra bunnkartlegging (seismikk) som legges til grunn for vurderingene. I planleggingsfasen avgjøres også design av havvindanlegget. Dette gir mulighet for å velge løsninger med minst mulig påvirkning, og kan i seg selv sees på som et avbøtende tiltak. Påvirkning fra ulike designløsninger vil imidlertid ikke bli vurdert videre i denne utredningen, men dette bør gjøres i prosjektspesifikke utredninger.

For hver registreringskategori (gruppe av arter) blir vurdering av grad av påvirkning gjort med fokus på den/de påvirkningsfaktoren(e) som forventes å ha størst effekt. Dette beskrives nærmere i kapittel 3.5.3, 3.5.4 og 3.5.5. I vurderingene fokuseres det på direkte effekter. Indirekte effekter (kaskadeeffekter), f.eks. effekter på en fiskebestand grunnet endringer i byttedyrtetthet eller mengde predatorer i området, nevnes i tillegg der det forventes ha spesielt stor effekt. For vurdering av grad av påvirkning fra undervannsstøy legges til grunn at etablert praksis i Norge basert på råd for seismikkundersøkelser fra Havforskningsinstituttet om menneskeskapt støy i havet følges (Forland m.fl. 2024), det vil si å unngå seismikk-skyting i nærområder til viktige funksjonsområder for fisk (gyteområder) og pattedyr (konsentrerte beiteområder) i sårbare perioder. For andre typer påvirkninger er det ikke inkludert noen form for avbøtende tiltak, og vurderingene legger til grunn størst forventet grad av eksponering. Så beskrives mulige avbøtende tiltak for å redusere denne påvirkningen.

En vurdering av forventet grad av påvirkning er forbundet med flere kilder til usikkerhet. I denne utredningen gis en vurdering på mest sannsynlig grad av påvirkning, og det inkluderes en kvalitativ vurdering av to kilder til usikkerhet som sier noe om hvor godt kunnskapsgrunnlaget for denne vurderingen er (Kap. 3.7). For fisk og pattedyr finnes som oftest en del informasjon om både arter i området, funksjonsområder og litteratur om effekter fra ulike typer påvirkninger, og mest sannsynlig grad av påvirkning vurderes basert på dette. For plankton er det store kunnskapsmangler, både om utbredelse av arter, funksjonsområder og påvirkninger fra havvind, og med så store usikkerheter er det utfordrende å vurdere en mest sannsynlig grad av påvirkning basert på eksisterende kunnskap. Denne store kunnskapsmangelen medfører at en "middel-verdi" av forventet grad av påvirkning for disse gruppene i mange tilfeller blir høyere enn for grupper der vi har mer kunnskap (som kan avkrefte betydelig forringelse). Med mer kunnskap vil det

kunne vise seg at forventede negative effekter kan være mindre (eller større) enn det som er vurderingene i denne rapporten.

I beskrivelser av påvirkninger fra havvind på naturmangfold i de frie vannmassene (kap. 2.4) er egg og larvestadier (tidlige livsstadier) for fisk beskrevet i lag med plankton, siden de på lik måte som plankton har svært begrenset egenbevegelse. I vurderinger av påvirkning og konsekvens for fisk inngår imidlertid alle livsstadier hos fisk for å kunne vurdere konsekvens for bestanden.

3.5.3 Vurdering av påvirkning på sjøpattedyr

Den viktigste påvirkningsfaktoren for sjøpattedyr vil være støy som kan føre til unnnvikende atferd, endret beiteatferd, maskering av kommunikasjon, forstyrrelse av ekkolokasjon, og hørselsskader.

Effekter av havvind på atferd hos sjøpattedyr er svært vanskelig å vurdere, og det er per dags dato manglende konkluderende kunnskap om dette i litteraturen (Farr m.fl. 2021, Forland m.fl. 2023). Sjøpattedyr vil mest sannsynlig reagere på økt skipstrafikk og impulsiv støy fra planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen med unnnvikende atferd. Unngåelse anses generelt for å være den viktigste effekten når det kommer til impulsiv støy, og skipsstøy på relativt nært hold. Akutte hørselsskader kan oppstå hos individer som befinner seg i umiddelbar nærhet til anlegget, men det er vurdert som en lite sannsynlig effekt på bestandsnivå. Sjøpattedyr vil sannsynligvis unngå området før de blir utsatt for intens støy. Dersom ekkolokeringen hos tannhvalene forstyrres, vil de verken kunne navigere eller finne mat. I driftsfasen kan maskeringseffekter forekomme, spesielt for de lavfrekvente bardehvalene.

For vurdering av **sårbarhet for støy** har vi vurdert hvilke påvirknings-faktorer som mest sannsynlig kan forekomme i hver enkelt fase, og hvilke effekter dette kan føre til for hver enkelt gruppe av sjøpattedyr (LF bardehvaler, HF tannhvaler, VHF tannhvaler og sel). Oversikt over viktigste påvirkningsfaktorer er listet i Tabell 12. Her er det også viktig å påpeke at grunnet manglende kunnskap om de inkluderte artene er det gjort overordnede vurderinger på gruppenivå, med fokus på hvilke effekter som kan påvirke bestander. Resultatet av vurderingene er ofte at påvirkningen kan føre til 'noe forringet' tilstand for flere faser og grupper, selv om det finnes variasjoner innenfor dette nivået. Disse forskjellene er imidlertid ikke store nok til å endre klassifiseringen til 'forringet'.

LF bardehvaler er vurdert til å påvirkes relativt likt i alle faser av havvind, hvor hoved-effekten vil være unnnvikende atferd og maskering av kommunikasjon. Planleggings- og utbyggingsfasen kan likevel gi noe større påvirkning grunnet høyere lydnivåer. Unngåelse anses generelt som den viktigste effekten når det gjelder seismikk og støy fra pæling (impulsstøy), samt skipsstøy på relativt nært hold. Maskeringseffekter er mest relevante i forbindelse med lavfrekvent, kontinuerlig operasjonsstøy og skipsstøy.

HF tannhvaler og VHF tannhvaler vil trolig påvirkes mest i planleggings- og utbyggingsfasen, grunnet impulsiv støy med høyere lydnivåer. Akutte hørselsskader kan forekomme hvis de er nærområdet, men sannsynligvis vil unnnvikende atferd kunne anses som den viktigste effekten. Dette gjelder også i avviklingsfasen. HF tannhvaler kan også høre den lavfrekvente lyden fra driftsfasen, som kan virke forstyrrende, men dette vil ikke maskere kommunikasjonen deres. Noen studier har vist at nise og sel (steinkobbe) faktisk tiltrekkes havvindanlegg i driftsfasen, med liten eller ingen effekt (Tougaard m.fl. 2006, Russel m.fl. 2016). Selv om både nise og sel kan høre denne støyen, kan de oppfatte området

mellom vindturbinene som et tilfluktssted og faktisk bruke det mer aktivt. Ellers er seler og VHF tannhvaler (nise) vurdert å påvirkes negativt i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen. Unnvikende atferd anses generelt som den viktigste effekten på sel og nise når det gjelder impulsiv støy, samt skipstrafikk på relativt nært hold.

For utbyggingsfasen for flytende havvind, og avviklingsfasen for både flytende- og bunnfaste anlegg finnes foreløpig ingen studier med spesifikke resultat på effekten på sjøpattedyr. Det antas at flytende turbiner vil ha noe lavere grad av påvirkning i utbyggingsfasen da det ikke brukes pæling – derfor har flytende teknologi blitt vurdert relativt likt som for bunnfast teknologi, men uten pæling.

I Fernandez-Betelu m.fl. (2024), ble undervannsstøy og respons hos nise overvåket ved en fullstendig demontering av en offshore olje- og gassplattform. Det viste seg at skip var den viktigste kilden til støy. Niser i området ble fortrent <2 km og kom raskt tilbake etter at skipene forlot området. Støynivået i avviklingsfasen for havvind er ukjent, og har derfor vært antatt relativt lik som i utbyggingsfasen. Avviklingsfasen er derfor vurdert på lik linje som konstruksjonsfasen, men uten pæling, for både bunnfaste og flytende anlegg.

På grunn av manglende kunnskap om funksjonsområder og utbredelse blant mange arter, og variasjon i resultater fra ulike studier om utbredelsen av påvirkningsfaktorer fra havvind, er det valgt en konservativ tilnærming for å vurdere **eksponering av støy**. For å vurdere grad av eksponering og dermed påvirkning fra støy har vi tatt utgangspunkt i ulike avstander nevnt i litteraturen for når en kan forvente en negativ effekt i form av adferdsendring fra støy i de ulike fasene av et havvindanlegg (Benhemma-LeGall m.fl. 2023, Marmo m.fl. 2013, Sarnoscinska m.fl. 2020, Dunlop m.fl. 2018, Tougaard m.fl. 2006, Russel m.fl. 2016, Brandt m.fl. 2011, Huang m.fl. 2023). Disse avstandene er sprikende (varierer fra 4 til 25 km i ulike faser), og stammer fra et fåtall av studier utført på hovedsakelig nise. Det er viktig å bemerke at dette er en svært forenklet tilnærming, og fungerer kun som indikerende for vurdering av eksponering. De fleste sjøpattedyr er svært mobile, og selv om en spesifikk avstand er nevnt i en spesifikk studie, opererer ikke sjøpattedyr innenfor slike grenser. Derfor er det sammen med kart over utbredelse av arter og forventet avstand for adferds-påvirkning fra støy i ulike faser, brukt skjønn for vurdering av grad av eksponering for de ulike gruppene av sjøpattedyr.

Forventede effekter på bestandsnivå vurderes per område basert på hvor stor del av viktige beiteområder, migrasjonsområder og kalvingsområder som eksponeres for støy i hvert enkelt tilfelle. I de fleste tilfeller er funksjonsområder for pattedyr store i forhold til området som blir utbygget av havvind, og påvirkningen på bestanden forventes derfor å bli relativt liten. Dette vil imidlertid endres dersom mange av utredningsområdene bygges ut, og et større areal av funksjonsområdene beslaglegges. Enkelte arter har smale migrasjonskorridorer, og konsekvens av utbygging akkurat i disse korridorene vil bli større selv om arealet som utbygges er lite i forhold til det totale utbredelsesområdet for arten.

Tabell 12 Oversikt over de viktigste påvirkningsfaktorene fra havvind relevant for pattedyr, for hver enkelt fase både ved bruk av bunnfast og flytende teknolog.

Fase	Viktigste påvirknings-faktorer for pattedyr	
	Bunnfast	Flytende
Planleggingsfase	Støy relatert til bunnkartlegging/seismikk (impulsiv støy, lav frekvens, varighet dager til uker) / Fysiske forstyrrelser og støy relatert til økt skipstrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Støy relatert til bunnkartlegging/seismikk (impulsiv støy, lav frekvens, varighet dager til uker) / Fysiske forstyrrelser og støy relatert til økt skipstrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)
Utbyggingsfase	Støy relatert til installasjon av fundamenter (pæling), legging av kabler og erosjonsbeskyttelse (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysiske forstyrrelser og støy relatert til økt skipstrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Støy relatert til installasjon av anker og legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysiske forstyrrelser og støy relatert til økt skipstrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)
Driftsfase	Produksjonsstøy fra generator og girkasse mm., kan påvirkes av type fundament (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent (20-30 år))	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent (20-30 år)) / Korte smell relatert til forankringssystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent (20-30 år))
Avviklingsfase	Støy relatert til demontering og fjerning av fundamenter og kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysiske forstyrrelser og støy relatert til økt skipstrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Støy relatert til demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysiske forstyrrelser og støy relatert til økt skipstrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)

3.5.4 Vurdering av påvirkning på fisk

Grad av påvirkning på fisk ble vurdert for hver gruppe (Tabell 5, kap 3.2.2) basert på sårbarhet for ulike påvirkningsfaktorer, med fokus på undervannsstøy, elektromagnetiske felt og kunstig rev effekt, som anses som de viktigste påvirkningsfaktorene for fisk (kap. 2.4.2.4, OSPAR 2021). Arter på rødliste og kommersielt eller økologisk viktige arter er særlig vektlagt i vurderingen, for eksempel har NVG sild veldig stor økologisk og kommersiell verdi.

Fisk forventes være spesielt sårbar for lydforstyrrelser i gyteperioden (se kap. 2.4.2.1). Dette gjelder særlig i planleggings- og utbyggingsfasen, da det forventes høyest nivåer av støy i form av seismikk og konstruksjonsstøy. Man forventer andre typer effekter enn for impulsiv støy av den kontinuerlige lavere støyen i driftsfasen; særlig maskeringseffekter, samt mindre grad av unnvikelse og atferdsendringer, men kunnskapsgrunnlaget er dårlig. Det er lite kunnskap om støynivåer under avviklingsfasen, men ulike former av konstruksjonsstøy kan forventes (se kap. 2.3.3), og støyen kan sannsynligvis sammenlignes med støy under konstruksjonsfasen uten aktivitet av piling. De fleste fiskeartene gyter om våren og tidlig om sommeren, selv om det finnes unntak som for eksempel havsilen (tobis), som gyter i

desember/januar, nordsjøsild der høstgyting dominerer (august-februar) men som ikke gyter i Norsk farvann, og lysing som gyter mellom juni og oktober. I vurderingene for hvert område beskrives relevante gyteperioder.

For vurdering av påvirkning av geofysiske undersøkelser, inkludert seismikk, i planleggingsfasen legges til grunn at etablert praksis basert på råd fra Havforskningsinstituttet om seismikk følges (Forland m.fl. 2023). For andre typer støy og påvirkninger legges ingen avbøtende tiltak til grunn for vurdering av grad av påvirkning. Lyd sprer seg ikke bare innenfor utbyggingsområdene, men kan også forstyrre fisk som befinner seg utenfor disse områdene. I vurdering av grad av påvirkning av støy under planleggings-, utbyggings- og avviklingsfase for havvind ble det benyttet en buffersone på (9,3 km) til gyteområdene, selv utenfor havvindområdene, i tråd med anbefalingene fra Havforskningsinstituttet for buffersoner i forbindelse med borestedsundersøkelser (Forland m.fl. 2023).

Flere fiskearter vil også kunne søke til havvindområder grunnet kunstig rev effekt og kunstig lys, noe som kan føre til økt eksponering for støy. Denne økte effekten er ikke inkludert i vurderingene i denne utredningen. Kunstig rev effekt, vil kunne tiltrekke seg ulike arter av fisk (kap. 2.4.2.3). Spesielt for bunntilknyttede arter, gruppene bunnfisk og torskefisk, forventes dette å skape nye habitater som kan gi forbedrede oppvekstforhold og dermed en positiv effekt for bestanden. Denne mulige positive bestandseffekten av forbedrede oppvekstsvilkår vil kunne styrkes ytterligere ved at det kan forventes liten grad av fiskeriaktivitet innenfor havvindområdene. Det er større usikkerhet om denne typen positiv bestandseffekt for flytende sammenlignet med bunnfast teknologi. For andre grupper av fisk er den positive effekten fra kunstig rev vurdert som mindre viktig, og er derfor ikke inkludert i vurderingen (Ramasco, 2022). Da det er vanskelig å vurdere forventede effekter av både negative og positive effekter samlet, er positive og negative effekter på fisk vurdert separat.

Påvirkning på larvedrift og larvestadier er som regel ikke inkludert i vurderingene på grunn av manglende kunnskap om viktige områder for larvedrift og stor usikkerhet om oseanografiske endringer som følge av utbygging av havvind i de norske områdene. Bruk av fysiske modeller (f.eks. Norkyst800) sammen med partikkelspredningsmodeller (f.eks. LADiM) vil kunne bidra til økt kunnskap om mulige effekter på larvedrift og bør brukes i prosjektspesifikke utredninger.

De enkelte funksjonelle gruppene av fisk blir påvirket på forskjellige måter av havvindanlegg. For hver av disse gruppene må det tas spesielle hensyn til effekten av de forskjellige påvirkningsfaktorene:

Pelagisk fisk: Habitatendring og lydforstyrrelse i forbindelse med utbygging av vindkraft til havs vil kunne påvirke adferd og habitatbruk til pelagisk fisk lokalt, men vil sannsynligvis ha liten effekt på bestandsnivå. Det pelagiske levesettet med liten stedfasthet og generelt store utbredelses- og funksjonsområder gjør at en mindre del av bestanden eller funksjonsområdet for arten blir påvirket av utbygging i et enkelt område. Dette gir lavere grad av eksponering (Tabell 11). Flere pelagiske bestander har imidlertid et sesongbasert vandringsmønster og hvis havvind etableres i viktige migrasjonsområder kan det påvirke fiskens vandring. Gytevandringssområdene til de pelagiske artene strekker over store geografiske områder, og de enkle utredningsområdene utgjør bare svært begrensede deler av disse. I en helhetlig betraktning, for eksempel når Nordavind A-C kombineres kan havvindområdene derimot dekke betydelige deler av vandringsområdene. For eksempel vandrer NVG sild mellom gyteområder langs kysten om våren til beiteområder i

Norskehavet og Barentshavet. Om høsten trekker NVG silden på nytt mot kysten for overvintring og gyting. Et annet eksempel er loddas gytevandring fra Barentshavet til gyteområder langs Finnmarkskysten i januar-februar, med gyting i mars-april. De fleste individer dør etter gyting og tilbakevandring til beiteområder i Barentshavet skjer gjennom larvedrift med strømmen ut fra kysten og nordøstover.

Tobis: Havsil (tobis) er avhengig av sandbunn med lavt innhold av leire/silt (Wright m.fl. 2000), der fiskene graver seg ned gjennom natten og vinteren. Tobis gyter også på sanden der eggene utvikler seg festet til bunnen fra gytetidspunktet omkring årsskiftet til tidlig om våren. Tobis er derfor særlig sensitiv for forstyrrelser av bunnsubstratet. Det vurderes i denne utredningen at konstruksjonsarbeid og forstyrrelser på havbunnen i utbyggingsfasen og avvikingsfasen vil føre til forringet tilstand for tobis. I driftsfasen kan tobis bli påvirket gjennom introduksjon av hardsubstrat og kunstig rev effekt, som kan forstyrre tobishabitater og tiltrekke predatorer. I tillegg har endring i strømmønster som følge av bunnfaste turbiner potensiale til å endre størrelsesfordeling og leireinnhold av sedimentet i området, noe som kan forringe kvaliteten på habitatet for tobis under driftsfasen (Dorrell m.fl. 2022, Utne Palm m.fl. 2023, van Deurs m.fl. 2012). Det sistnevnte kan være aktuelt for de grunne sørlige områdene dersom det finnes fine sedimentmasser der det skal bygges ut turbiner.

Bruskfisk: Hai og skater er særlig følsomme for elektromagnetisme (kap. 2.4.2.3). Migrasjon og adferd hos bruskfisk kan derfor påvirkes negativt av elektromagnetisme i driftsperioden, i tillegg til forstyrrelser fra støy i alle faser. Det er generelt dårlig kunnskapsgrunnlag om effekter av ulike typer påvirkninger på bruskfisk, og usikkerheten for sårbarhet er i de fleste tilfeller vurdert til høy.

Torskefisk: kunstig rev effekt kan føre til tiltrekking av fisk, og er særlig relevant for de fleste arter innenfor torskefiskene (kap. 2.4.2.4, og avsnitt over). Særlig bunnfaste havvindanlegg kan skape nye habitater for arter i denne gruppen og ha en positiv effekt på oppvekstvilkår og dermed bestandene. Effekten av flytende havvindanlegg er mindre undersøkt og vurderingene er dermed mer usikre for denne typen teknologi. Torskefisk har svømmeblære og er derfor særlig sensitiv for impulsiv støy. Torsk bruker lyd under gyting, og støy under alle fasene av havvindanleggene kan derfor føre til forstyrrelser av gyteatferden.

Bunnfisk: Bunnfisk vil kunne påvirkes noe negativt gjennom støy under alle faser grunnet bunnfiskens stedegenhet. Det kan også, som for torskefisk, være en positiv effekt på bestander av bunnfisk grunnet kunstig rev effekt for noen arter. For arter av bunnfisk som utelukkende lever på bløtbunn kan introduksjon av harde strukturer og forstyrrelse av habitater derimot føre til negativ påvirkning.

Anadrom/katadrom fisk: De anadrome/katadrome artene laks og ål er begge oppført på den norske rødlisten og har viktige migrasjonsruter til/fra elvene som kan gå igjennom utredningsområder for utbygging av havvind. Laks er genetisk forskjellig mellom elver, noe som kan føre til lokalt store konsekvenser dersom laksen i et område påvirkes negativt av havvind. Elektromagnetisme er vurdert som den viktigste påvirkningsfaktor på grunn av mulig effekt på vandringsmønster fra og til kyst, men det er sannsynlig at de også blir negativt påvirket av støy fra alle faser av havvindutbygging, i likhet med andre fiskegrupper. Det er generelt dårlig kunnskapsgrunnlag om effekter av ulike typer påvirkninger på anadrome og katadrome arter, og usikkerheten for sårbarhet er i de fleste tilfeller vurdert til høy.

3.5.5 Vurdering av påvirkning på plankton

På grunn av svakt kunnskapsgrunnlag er det utfordrende å vurdere konsekvensene av havvindanlegg på plankton. For det første antas de fleste arter og grupper av plankton som er vurdert her å ha et stort utbredelsesområde, selv om noen enkelte arter kan være begrenset til mer spesifikke områder. Alle utredningsområdene vil dermed overlappe i rom med alle de tre planktongruppene. For planteplankton vurderes derfor usikkerheten for grad av eksponering til lav i alle områder. Det mangler imidlertid artsspesifikk informasjon om de romlige og tidsmessige endringene i utbredelsen og viktige funksjonsområder. Det er derfor for de fleste arter veldig usikkert om noen regioner innenfor utbredelsesområdet kan være viktigere enn andre for livssyklusen (f.eks. overvintringsområder som er viktige for raudåte). For pelagiske krepsdyr og maneter vurderes usikkerhet i grad av eksponering til middels, på grunn av den store utbredelsen av gruppene som helhet, men med manglende kunnskap om utbredelsesområde, sesongvariasjon og funksjonsområder for mange av artene. For det andre er det generelt lite kunnskap om virkningene av havvind, spesielt flytende teknologi (se kap. 2.4.3). Denne mangelen på kunnskap skaper stor usikkerhet i vurderingene av grad av påvirkning for alle tre gruppene av plankton.

En oversikt over påvirkningsfaktorer som vurderes som viktigst for de tre planktongruppene i de ulike fasene vises i Tabell 13, og beskrives i de følgende avsnittene. For utfyllende informasjon om virkninger fra ulike påvirkningsfaktorer på plankton, se kap. 2.4.3. Siden kunnskapen om effekter av flytende havvind er mangelfull i forhold til bunnfast teknologi, forventer vi at disse to vil ha sammenlignbare virkninger på plankton.

Tabell 13 Oversikt over de viktigste faktorene som påvirker planktongrupper i de ulike fasene av livssyklusen til et havvindanlegg.

Fase	Viktigste påvirknings-faktorer		
	Planteplankton	Pelagiske krepsdyr	Maneter
Planleggingsfase		Støy	
Utbyggingsfase	Oseanografiske endringer	Støy Kunstig lys Oseanografiske endringer	
Driftsfase	Oseanografiske endringer Kunstig rev effekt	Støy Kunstig lys Oseanografiske endringer	Kunstig rev effekt Oseanografiske endringer
Avviklingsfase	Oseanografiske endringer	Støy Kunstig lys Oseanografiske endringer	

Basert på eksisterende kunnskap forventes det at **planteplankton** påvirkes mest i driftsfasen av endringer i de oseanografiske forholdene (som fører til endringer i næringstilgjengelighet), samt effekten av kunstig rev (som potensielt kan øke biomassen av beitedyr) (se kap. 2.4.3). Oseanografiske endringer i utbyggings- og avviklingsfasene er ikke godt kjent, men de vil sannsynligvis føre til kort- eller mellomlangsigtede endringer i forhold som turbulens, resuspensjon og blanding, noe som kan påvirke planteplankton.

Det finnes ingen forskning på endring av artssammensetning av planteplankton som følge av havvindutbygging. Men endringer i planteplankton kan tenkes å medføre kaskadeeffekter oppover i næringskjeden (Beaugrand & Reid 2003). Tilgjengelig informasjon gjør det ikke mulig å forutsi hvor mye og i hvilken retning

primærproduksjonen kan endre seg i utredningsområdene i denne rapporten. Mest sannsynlig grad av påvirkning vurderes derfor som oftest til "noe forringet" ved etablering av nye havvindområder, men med lav konfidens, og usikkerheten for sårbarhet vurderes derfor til høy. På grunn av stor utbredelse av planteplankton og kort generasjonstid (i størrelsesorden dager), forventes det ubetydelig påvirkning i den korte planleggingsfasen sammenlignet med utbyggings-, drifts- og avviklingsfasene.

Pelagiske krepsdyr forventes å bli mest påvirket i driftsfasen da fysiske strukturer vil påvirke oseanografiske forhold som lokale strømforhold, lagdeling og turbulens, som i sin tur kan påvirke primærproduksjon og spredningsmønstre. I tillegg vil arter i denne gruppen påvirkes av en kombinasjon av støy og kunstig lys som kan ha negative effekter på deres fysiologi og atferd. Påvirkningene forventes hovedsakelig å ha subletale effekter, og det er usikkert i hvilken grad dette kan påvirke populasjonsdynamikken, selv om de fleste arter vanligvis har en kort restitusjonstid på 1-2 år. Basert på dette vurderes mest sannsynlig grad av påvirkning i de fleste tilfeller til "forringet" i driftsfasen, men siden kunnskapsgrunnlaget er dårlig vurderes usikkerhet for sårbarhet til høy. De fysiske strukturene i vannmassen skaper også en kunstig rev effekt som vil endre dynamikken i næringskjeden, noe som kan ha indirekte effekter også på denne gruppen.

I planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen forventes det at støy og kunstig lys kan påvirke fysiologi og atferd, men da disse periodene og aktivitetene er kortvarige forventes lavere grad av påvirkning på populasjonsnivå sammenlignet med driftsfasen. Mest sannsynlig grad av påvirkning vurderes til "noe forringet", og usikkerheten vurderes til høy.

Maneter forventes å dra nytte av introduksjonen av harde strukturer i det pelagiske økosystemet. Det harde substratet kan fungere som et kunstig rev, slik at maneter kan øke sitt utbredelsesområde og også øke produksjonen som til slutt fører til manetoppblomstringer. Mens dette kan sees som positivt fra manetenes perspektiv, kan økte manetoppblomstringer være negative for økosystemet og menneskelige aktiviteter.

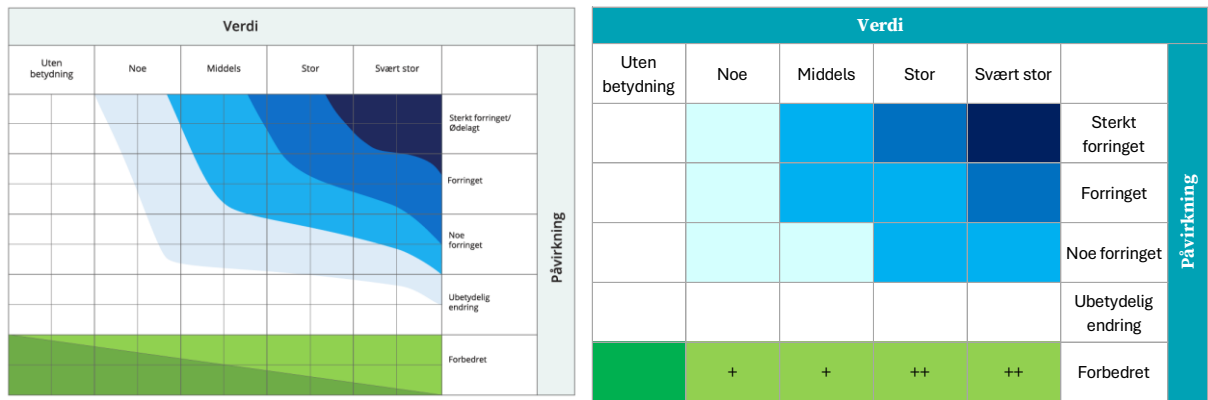
Også oseanografiske endringer kan påvirke bunnslåing av polyppestadiene, samt utbredelsen av de voksne manetene. I denne utredningen vurderes påvirkningen fra kunstig rev effekt, som kan gi flere maneter, som en negativ effekt med hensyn på virkninger på økosystem og menneskelige aktiviteter. Manetpolyppene er også kjent for å vokse oppå andre organismer som lever på kunstige rev, og dermed vil utviklingen kunne sees over tid. Økte mengder manetpolypper og mer intense manetoppblomstringer er sannsynlig i driftsfasen, og vurderes derfor til å kunne medføre noe forringet tilstand i de fleste tilfeller, men vurderingen er beheftet med stor usikkerhet.

Det er ukjent i hvilken grad støy, kunstig lys og elektromagnetiske felt kan påvirke maneter, og det er derfor ikke mulig å vurdere grad av påvirkning i planleggings-, utbyggings- eller avviklingsfasen. Grad av påvirkning i disse fasene vurderes derfor til "ubetydelig" i alle tilfeller.

3.6 Konsekvens

Konsekvensgrad for hvert delområde settes ifølge veileder M-1941 ved bruk av konsekvensvifta (Figur 9), og er et direkte resultat av vurdering av verdi og grad av påvirkning. Da vi i denne utredningen ikke skiller mellom ulike grader av verdi eller påvirkning innen hver av de fem kategoriene, brukes her en forenklet versjon av konsekvensviften der hver kombinasjon av verdi og grad av påvirkning resulterer i kun en

mulig konsekvensgrad (Figur 9). En beskrivelse av de ulike kategoriene fra veileder M-1941 er gjengitt i Tabell 14.



Figur 9 Til venstre: Konsekvensvifta fra veileder M-1941 (Miljødirektoratet, 2021). Til høyre: Forenklet konsekvensvifte brukt i denne utredningen.

Tabell 14. Forklaring på konsekvenskategorier i konsekvensvifta fra veileder M-1941, med tilleggsforklaring på bruk av kategoriene "betydelig positiv konsekvens" og "noe positiv konsekvens" i denne utredningen (i kursiv). Etter føringer fra NVE inkluderes også kategorien "verdien finnes ikke" for registreringskategorier med verdi "ikke til stede".

Skala konsekvens	Forklaring	
Svært alvorlig konsekvens	Den mest alvorlige konsekvensen som kan oppnås for delområdet. Brukes kun for delområder med stor eller svært stor verdi.	----
Alvorlig konsekvens	Alvorlig konsekvens for delområdet.	---
Middels konsekvens	Middels konsekvens for delområdet.	--
Noe konsekvens	Noe konsekvens for delområdet.	-
Ubetydelig konsekvens/forbedring	Ingen eller ubetydelig konsekvens for delområdet.	0
Noe positiv konsekvens	Forbedring <i>Positiv effekt for arter/grupper/områder med middels eller noe verdi</i>	+
Betydelig positiv konsekvens	Betydelig forbedring <i>Positiv effekt for arter/grupper/områder med svært stor eller stor verdi</i>	++
Stor positiv konsekvens	Stor forbedring	+++
Svært stor positiv konsekvens	Svært stor forbedring. Brukes i hovedsak der områder med ubetydelig eller noe verdi får en svært stor verdiøkning som følge av tiltaket.	++++
Verdien finnes ikke	<i>Registreringskategorier med verdi "Ikke til stede"</i>	

Forbedret tilstand og positive konsekvenser er i veilederne i stor grad knyttet til restaurering og bedret miljøtilstand i områder med relativt lave verdier. Disse omfatter såkalt "hverdagsnatur", "urbane områder" eller områder som er preget av menneskelig påvirkning der eksempler på land kan være fulldyrka mark, tett plantasjeskog eller areal med dominans av fremmede arter (M-1941).

Tilsvarende sterkt påvirkede områder mangler sammenligning i pelagiske systemer, og forbedret tilstand i denne utredningen er i stort sett knyttet til forventet økning i bestanden av noen arter/grupper. Kategoriene for positiv konsekvens brukes derfor noe annerledes i denne utredningen sammenlignet med veilederne. Som i veilederne er høyeste grad av positiv konsekvens (stor +++, og svært stor ++++) forbeholdt tilfeller der tilnærmet ødelagt natur får en stor/svært stor verdiøkning. Kategorien "betydelig positiv konsekvens" (++) brukes når det forventes en positiv effekt på bestanden av arter/grupper med svært stor eller stor verdi, mens "noe positiv konsekvens" (+) brukes ved forventet positiv effekt på arter/grupper med middels eller noe verdi (Figur 9).

Noen grupper kan bli vurdert med både negative og positive konsekvenser. Siden det er vanskelig å vurdere positive og negative konsekvenser samlet blir disse presentert separat.

3.7 Usikkerheter

Denne utredningen er en overordnet vurdering av konsekvenser for naturmangfold fra utbygging av havvind i de identifiserte utredningsområdene (NVE 2023). Et overordnet strategisk nivå innebærer at vurderingene baserer seg på eksisterende relevant og tilgjengelig kunnskap, og nødvendig oppdatering av denne. Innhenting av ny kunnskap må i påkommende tilfelle utføres som del av en prosjektspesifikk konsekvensutredning. Det er for flere arter/grupper lite tilgjengelig kunnskap om utbredelse i utredningsområdene og/eller om virkninger fra havvind. Det er også færre studier av effekter av flytende havvind sammenlignet med bunnfast teknologi. Det vil derfor være viktig å belyse hvor kunnskapsgrunnlaget er godt og hvor det er dårlig, og hvor stor usikkerhet som er knyttet til de vurderingene som er gjort.

Generelt vil det i en slik overordnet utredning som denne være flere kilder til usikkerhet:

Knyttet til tiltaket: Tiltaket (utbygging av havvind) er komplekst og mindre definert, og vurderinger blir gjennomført på et overordnet nivå og ikke relatert til et spesifikt prosjekt. Dette resulterer i større usikkerhet grunnet lavt detaljnivå.

Knyttet til datagrunnlag: Mangler i datagrunnlaget, noen arter er dårlig kartlagt, og manglende kunnskap om viktige områder og perioder, f.eks. gyteområder og tidspunkt.

Knyttet til kunnskapsnivå: Mangler i kunnskap om effekter på arter og bestander fra påvirkninger fra utbygging av havvind. Det er størst usikkerhet om effekter av flytende havvind. Det er også knyttet usikkerhet til bestandeffekter basert på kjente effekter på individnivå, og det er lite kunnskap om indirekte effekter, samlet påvirkning og betydning for økosystemet som helhet.

3.7.1 Vurdering av usikkerhet

I denne utredningen etterstrebes å sette grad av påvirkning til mest sannsynlig forventet nivå av påvirkning på den gruppen som vurderes, uavhengig av grad av usikkerhet.

Usikkerhet skal si noe om hvor godt kunnskapsgrunnlaget for denne vurderingen er. I denne utredningen inkluderes en kvalitativ score på usikkerhet knyttet til kunnskaps- og datagrunnlaget som ligger til grunn for vurdering av grad av påvirkning. Fremgangsmåten for vurdering av usikkerhet er hentet fra arbeid med å vurdere sårbarhet og samlet påvirkning i SVO-områder (Hansen m.fl. 2022a & b), som er basert på ODEMM-rammeverket (Robinson m.fl. 2013) og IPCC sine veiledningsdokumenter (Mastrandrea m.fl. 2010). Usikkerheten består av to deler relatert til de to underkategoriene av kriterier for vurdering av grad av påvirkning:

1) **Usikkerhet eksponering:** Usikkerhet i grad av eksponering, det vil si overlapp i tid og rom mellom individer og de viktigste påvirkningene fra havvind. Denne usikkerheten kan komme både fra dårlig kunnskap om utbredelse av arten/gruppen/funksjonsområdet i tid og rom, og hvor stort areal som blir påvirket av havvind (influensområde). Her er det viktig å merke seg at fravær av registreringer av en art/gruppe i de fleste tilfeller ikke er det samme som at den ikke er til stede, og i dårlig kartlagte områder kan det ved fremtidige kartlegginger oppdages sårbare arter med høy verdi.

2) **Usikkerhet sårbarhet:** En vurdering av kunnskapsnivå om sårbarhet og effekter fra havvind på arten/gruppen som vurderes. Denne usikkerheten kommer som oftest av lavt kunnskapsnivå om effekter på individ og populasjonsnivå fra ulike påvirkningsfaktorer knyttet til havvind, men kan også inkludere usikkerhet knyttet til restitusjonstid for organismene.

Usikkerhet for disse to underkategoriene scores i tre kategorier, som beskriver hvor sikker man er på vurderingene som blir gjort (Tabell 15).

Tabell 15 Skala for vurdering av usikkerhet i grad av eksponering og sårbarhet. Beskrivelser for usikkerhet i eksponering er modifisert fra Robinson m.fl. 2013, og for usikkerhet i sårbarhet er beskrivelsen hentet fra Hansen m.fl. 2022a & b.

Kategori	Usikkerhet eksponering	Usikkerhet sårbarhet
Lav usikkerhet	Relevant informasjon/data tilgjengelig fra området, og god kunnskap om utbredelse av påvirkning fra havvind.	Sikker kunnskap om sårbarhet for påvirkning fra havvind: høy bevismengde (mengde og kvalitet) og høy enighet (alle studier viser det samme)
Moderat usikkerhet	Noe informasjon/data tilgjengelig, men mer usikker kunnskap om utbredelse i tid og rom av art/gruppe/viktige områder og/eller påvirkning fra havvind.	Middels kunnskap om sårbarhet for påvirkning fra havvind: middels bevismengde (mengde og kvalitet) og middels enighet (ikke alle studier viser det samme)
Høy usikkerhet	Relevant informasjon var ikke tilgjengelig. Manglende kunnskap om utbredelse i tid og rom av art/gruppe/viktige områder og/eller påvirkning fra havvind.	Lavt kunnskapsnivå om sårbarhet for påvirkning fra havvind: lav bevismengde (mengde og kvalitet) og lav enighet (studier viser ulike resultater)

For samlet usikkerhet for vurdering av grad av påvirkning brukes i denne utredningen kombinasjonen av usikkerhet for eksponering og sårbarhet, som scores på en 3-delt skala (**lav, middels, høy**) (Figur 10).

Usikkerhet eksponering	Høy	Middels	Høy	Høy
	Middels	Lav	Middels	Høy
	Lav	Lav	Lav	Middels
		Lav	Middels	Høy
		Usikkerhet sårbarhet		

Figur 10. Samlet usikkerhet i vurderinger av grad av påvirkning er for denne utredningen satt sammen av kombinasjon av Usikkerhet eksponering og Usikkerhet sårbarhet.

4 DEL 3 Spesifikke tekster for utredningsområdene

4.1 Vestavind B

4.1.1 Sammendrag: Vestavind B

Vestavind B er et område med middels planteplanktonproduktivitet. Vestavind B ligger i et område der både bardehval (vågehval) og flere arter av tannhvaler (spermhval, spekkhogger, kvitskjeving, kvitnos og nise) beiter. Det er også innenfor gyteområde for makrell og flere arter av torskefisk (blålange, øyepål, sei, brosme og lange), beiteområde for pelagisk fisk (makrell, NVG sild) og sannsynligvis vandringsområde for ulike rødlistede haiarter, samt laks og ål.

Forventede konsekvenser av utbygging av flytende havvind i Vestavind B er oppsummert i Tabell 16. Utbygging i Vestavind B vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** for alle grupper av sjøpattedyr, fisk, og plankton i minst en av fasene. I nordvest overlapper Vestavind B med gyteområde for blålange, sei og øyepål, og konsekvensen av havvind vurderes her som **middels negativ** for alle faser. Kunnskapsmangel, både om utbredelse av arter og funksjonsområder og om effekter fra havvind, medfører middels til høy usikkerhet i vurderingene for de fleste grupper.

I driftsfasen av havvindanlegget forventes en kunstig rev effekt, der harde strukturer som ankre og fundamenter kan koloniseres av et mangfold av fastsittende organismer og ha en habitatdannende funksjon. Dette forventes å kunne ha en tiltrekkende effekt med mulige **positive konsekvenser**, spesielt forbedrede oppvekstvilkår for bunnfisk og torskefisk. Kunstige rev kan også øke areal på habitat for polypper av maneter og dermed ha potensial til å øke bestander av disse. Selv om manetblomstringer er naturlige fenomener, kan de ha negative konsekvenser for andre deler av økosystemet og menneskelige aktiviteter. Det er imidlertid større usikkerhet knyttet til effekten av harde strukturer for flytende sammenlignet med bunnfast teknologi. En positiv effekt på fiskebestander kan forventes i noen utredningsområder på grunn av at fiskeri mest sannsynlig ikke vil forekomme i områder med havvindanlegg. Da det i dag ikke foregår utstrakt fiske i området for Vestavind B, forventes denne effekten ikke å medføre betydelige positive effekter på fiskepopulasjonene her.

Relevante avbøtende tiltak for Vestavind B vil være å plassere havvindanlegg utenfor gyteområder for torskefisk med høyest verdi (F1 og F2), særlig bør gyteområde for blålange (F1) unngås. Utforming av anlegget, f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet, bør planlegges for å gi minst mulig påvirkning på oseanografiske forhold. I planleggings-, utbyggings- og avviklingsfase kan påvirkning reduseres ved å unngå støyende aktivitet i viktige gyteperioder, migrasjonsperioder og ansamlingsperioder (beiteperioder etc.) for fisk og sjøpattedyr. Basert på tilgjengelig kunnskap vil den minst sårbare perioden i Vestavind B for fisk være fra august – desember, mens det trengs mer detaljert kunnskap for identifisering av sårbare perioder for sjøpattedyr. For andre generelle avbøtende tiltak relatert til ulike teknologier, se kap. 2.4.1.3, 2.4.2.5, 2.4.3.7.

Tabell 16 Oppsummering av forventede konsekvenser fra utbygging av havvind i Vestavind B. Tegn og farge viser konsekvenskategori (- - middels negativ konsekvens, - noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens, for flere beskrivelser se Tabell 14). For torskefisk blir vurderingene gjort for tre ulike delområder basert på utbredelse av gyteområder (Figur 14). Noe negativ konsekvens for maneter i driftsfasen er relatert til uønskede effekter av manetoppblomstringer.

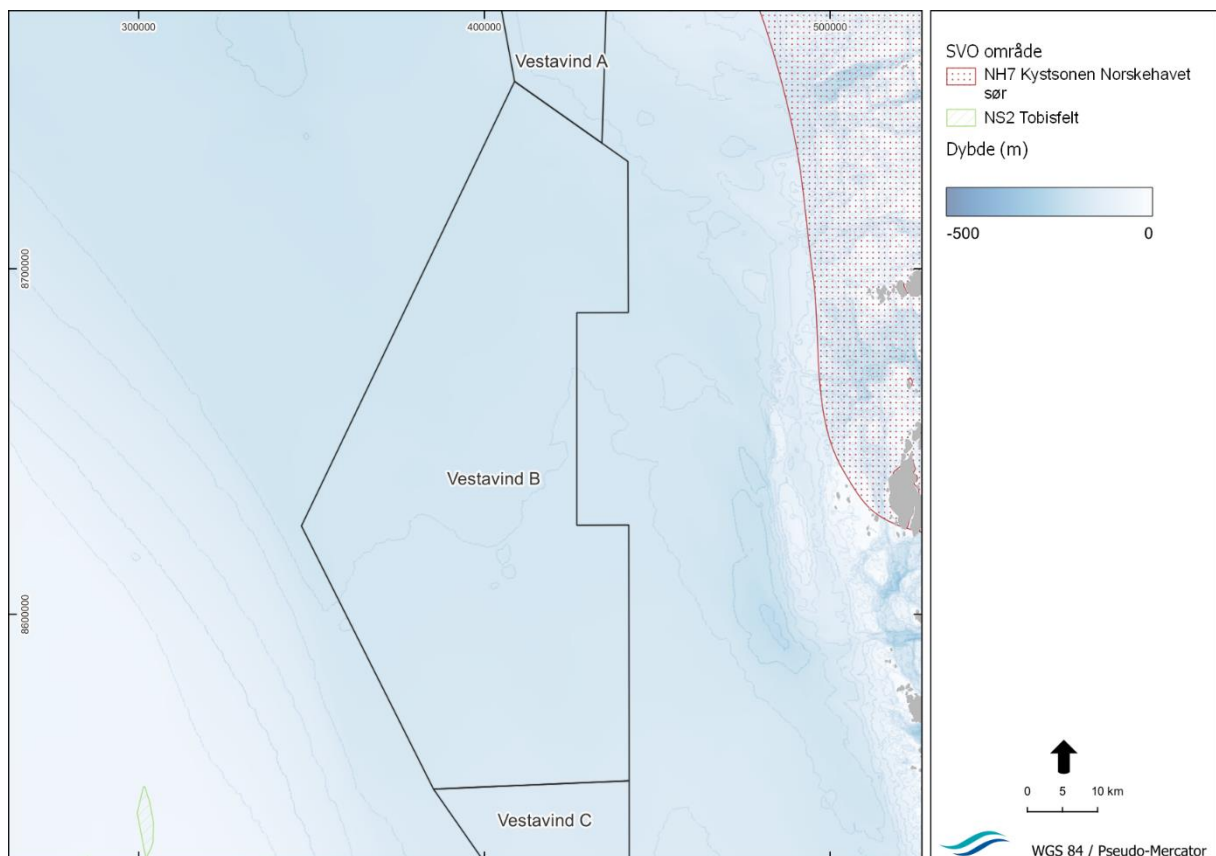
Gruppe	Registreringskategori	Plan- legging	Utbygging	Drift		Avvikling
Sjøpattedyr	Lavfrekvente hvaler (LF)	-	-	-		-
	Høyfrekvente hvaler (HF)	-	-	-		-
	Veldig høyfrekvente hvaler (VHF)	-	-	0		-
	Sel	-	-	0		-
Fisk	Pelagisk fisk	-	-	0		-
	Bruskfisk	0	0	-		0
	Torskefisk F1	--	--	--	+	--
	Torskefisk F2	-	-	-	+	-
	Torskefisk F3	-	-	-	+	-
	Bunnfisk	-	-	0	+	-
	Anadrom/ Katadrom	0	0	-		0
Plankton	Planteplankton	0	-	-		-
	Pelagiske krepsdyr	0	-	-		-
	Maneter	0	0	-		0

4.1.2 Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind B

I nullalternativet for Vestavind B (Figur 11) er det ingen utbygging av havvind, men det er flere petroleumsfelt i området og derfor fortsatt olje- og gass aktivitet. Det er lave nivåer av skipstrafikk i området, og trafikken er primært relatert til petroleumsvirksomheten. Det er liten fiskeriaktivitet i området.

Alternativet som vurderes i denne utredningen er utbygging av flytende havvind tilsvarende referanseprosjektet (kap. 3.5.1).

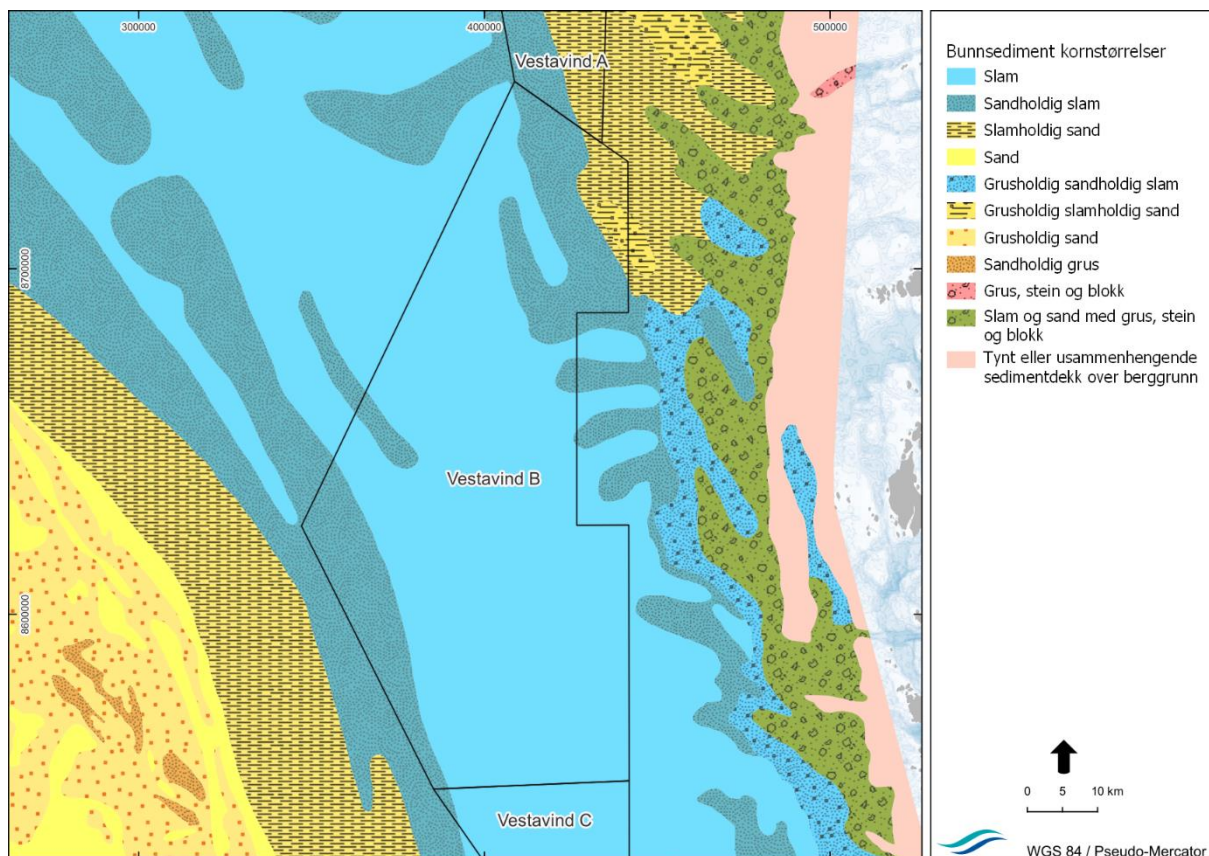
Dagens status ved Vestavind B med hensyn til relevante miljøforhold og aktiviteter er vist i Tabell 17, Figur 11 og Figur 12.



Figur 11 Dybdeforhold og SVO-områder i området for Vestavind B.

Tabell 17 Oversikt over planlagt teknologi for havvind, dagens miljøstatus, næringsaktiviteter og generelle forhold ved Vestavind B.

Vestavind B	
Planlagt teknologi for havvind	Flytende turbiner
Størrelse	2985 km ²
Vanndyp (gj.sn. (± std.av.))	351 m (± 17 m)
Substrat	Den dominerende substrattypen er slam, med innslag av sandholdig slam i de sørvestlige og nordvestlige delene av området. Noe slam- og grusholdig sand forekommer.
Vannforhold	Den norske kyststrømmen kommer inn i den østlige siden av området, der bunnforholdene fører til sterke strømmer (gjennomsnittlig 0,5 m/s) med en netto transport mot nord. Området er permanent stratifisert og påvirkes av ferskvann fra land.
Nærhet til SVO'er evt. sårbare ressurser	Området ligger 23,3 km fra den sørlige delen av SVO område NH7 Kystsonen Norskehavet sør, som har spesiell topografi, med kort avstand fra Eggakanten til fastland. I området møtes atlantehavsvann og kyststrømmen og gir særlig næringsrike forhold. SVO område NS2 Tobisfelt ligger 37 km sørvest for området.
Annen næringsaktivitet	Det er >90 aktive olje- og gassanlegg (inkludert utvinningsstrukturer og rørledninger) lokalisert innenfor Vestavind B utredningsområde. Olje- og gassfelt inne i Vestavind B er: Troll, Gjøa, Nova, Fram og Vega Sør. Det er lite kommersiell fiskeaktivitet og lite skipstrafikk innenfor Vestavind B.



Figur 12 Oversikt over sediment-typer i området for Vestavind B. Kilde sediment NGU.

4.1.3 Identifiserte forekomster, verdivurdering og delområder: Vestavind B

Utbredelse av arter og deres funksjonsområder relevante for denne utredningen presenteres i kart i Appendiks 1, og er også tilgjengelig på karttjenester beskrevet i kap. 2.1.3.

4.1.3.1 Pattedyr

En oppsummering av forekomster av sjøpattedyr i området vises i Tabell 18, og tilhørende verdivurdering per gruppe i Tabell 19 og Figur 13.

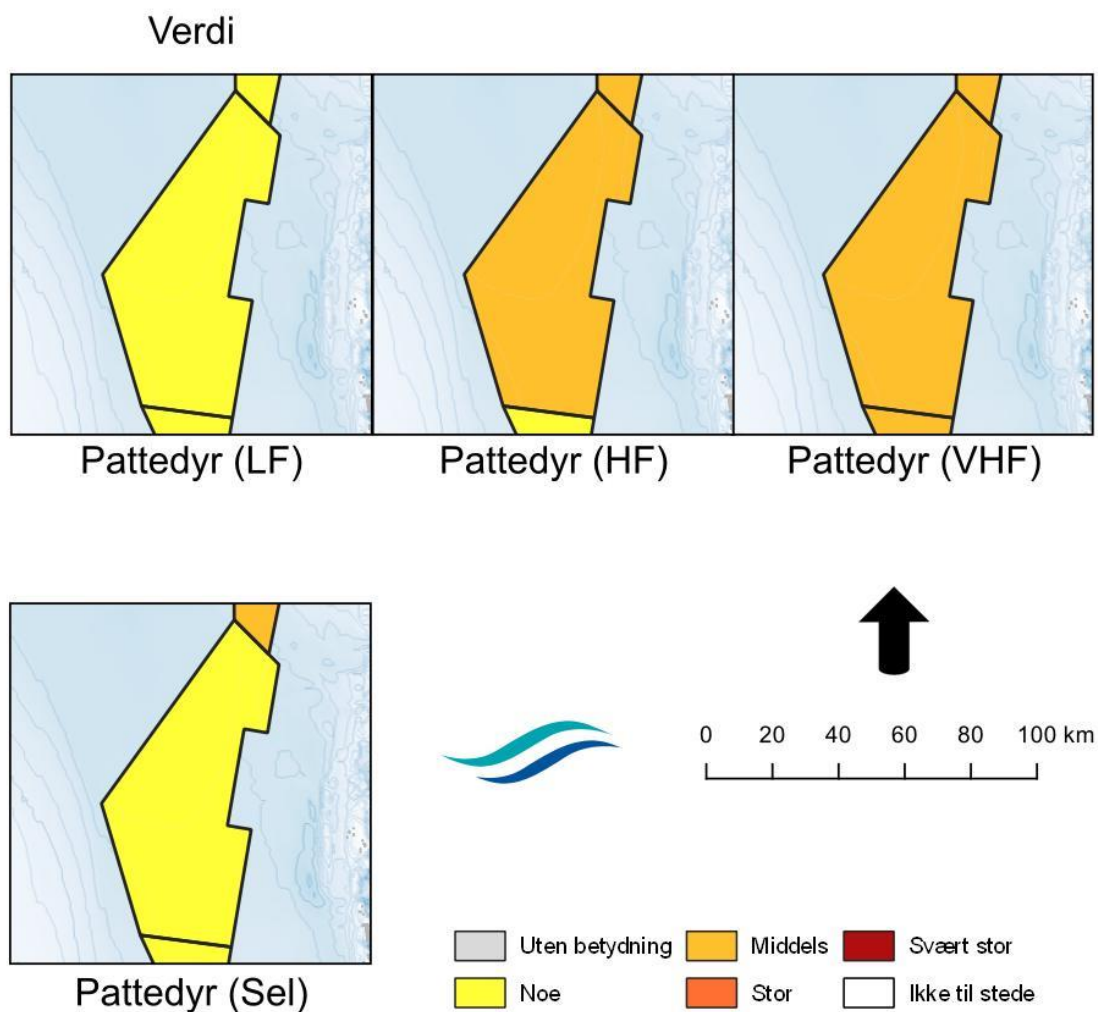
Delområder: Det er ikke identifisert delområder for pattedyr i Vestavind B.

Tabell 18 Beskrivelse av funksjonsområder for relevante arter av sjøpattedyr i Vestavind B. Rødlista er basert på mest truet kategori fra Norsk rødliste eller IUCN sin rødliste (merket med *). Alle arter vurderes som økologisk viktige, og vågehval og knølhval er i tillegg kommersielt viktige. Begrunnelse for verdivurdering av hver gruppe vises i Tabell 19. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. Rødlistekategorier: LC: livskraftig, VU: sårbar.

Gruppe	Art	Rødlista	Beskrivelse av funksjonsområder i Vestavind B	Verdi
LF Bardehvaler	Vågehval	LC	Migrerende art, beiteområde	Noe
	Finnhval	VU*	Ikke til stede	
	Knølhval	LC	Migrerende art, utbredelse i området	
HF Tannhvaler	Spekkhogger	LC	Migrerer langs norskekysten. Utbredelse. Sannsynlig beiteområde.	Middels
	Spermhval	VU*	Migrerende art, beiteområde	
	Nebbhval	LC	Ikke til stede	
	Kvitskjeving	LC	Stedbunden art, utbredelse og sannsynlig beiteområde	
	Kvitnos	LC	Stedbunden art, utbredelse og sannsynlig beiteområde	
VHF Tannhvaler	Nise	LC	Stedbunden art, utbredelse og sannsynlig beiteområde	Middels
Sel	Havert	VU	Stedbunden art, utbredelse i området	Noe
	Steinkobbe	LC	Stedbunden art, nær (ca. 30 km) kaste- og hårfellingsområde samt beiteområde (juni-sept).	

Tabell 19 Begrunnelser for verdivurdering av sjøpattedyr i Vestavind B, basert på forvaltningsprioritet (rødlistestatus, kommersiell og økologisk verdi) samt informasjon om funksjonsområder som kan påvirkes ved utbygging i området. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
LF bardehvaler	noe	Forvaltningsprioritet: Funksjonsområde for kommersielt høstede arter (Vågehval). Finnshval er kategorisert som VU på den internasjonale IUCN rødlista, men er ikke til stede i Vestavind B. Viktige funksjonsområder: Vestavind B dekker noen deler av beiteområde for vågehval. Knølhval er til stede.
HF tannhvaler	middels	Forvaltningsprioritet: Funksjonsområde for sårbar art (Spermhval). Spermhval er kategorisert som VU på IUCN rødlista og DD på den norske. Viktige funksjonsområder: Vestavind B dekker noen deler av beiteområde for spermhval. Spekkhugger og springere beiter også sannsynligvis i området. Nebbhval er ikke til stede.
VHF tannhvaler	middels	Forvaltningsprioritet: Arter på OSPARs liste og ansvarsart for Norge, og deres funksjonsområder. Viktige funksjonsområder: Vestavind B dekker noen deler av sannsynlig funksjonsområde for nise, et høykonsentrasjonsområde som brukes til beiting og reproduksjon.
Sel	noe	Forvaltningsprioritet: Vanlige arter (Steinkobbe) og deres funksjonsområde. Havert er utbredt i området og kategorisert som VU på rødlista, men det er ikke et funksjonsområde. Viktige funksjonsområder: Området dekker noen deler av sannsynligvis viktige funksjonsområder for steinkobbe (kaste- og hårfellingsområde samt beiteområde).



Figur 13 Verdikart for sjøpattedyr i Vestavind B.

4.1.3.2 Fisk

Arter som er ført på artslisten i kap 3.3.2 med forekomst i området er inkludert i vurdering for Vestavind B. En oppsummering for funksjonsområder for fisk og forekomst av rødlistede arter, OSPAR- og ansvarsarter i området vises i Tabell 20. Tilhørende verdivurdering per gruppe vises i Tabell 21.

Vestavind B ligger i et område som benyttes som gyteområde for en rekke arter, blant annet diverse arter av torskefisk. Gyteperiodene varer fra februar til mai. Det er også registrert gytefelt for nordsjøtors, nordsjøsei, nordsjøhyse, hvitting, og lysing sørvest for området, og basert på strømretning i området er det sannsynlig at egg/fiskelarver drifter gjennom området.

Tabell 20 Oppsummering av områdets funksjon for fisk med informasjon om tidsperiode for gyting, beiting, og vandringsområde. Forekomst av arter med status som Norsk ansvarsart, Norsk rødliste 2021 og OSPAR artene er også indikert.

Gruppe	Gyteområde	Beiteområde	Vandrings- område	Ansvars-art / rødliste
Pelagisk fisk	makrell: mai-juli	makrell: beiting på sommer og høst NVG sild: beiting gjennom sommeren		makrell (ansvar) sild (ansvar) vassild (ansvar) makrellstørje (OSPAR)
Bruskfisk	Lite kunnskap		Antatt for rødlistede haiarter	brugde (EN, OSPAR), håbrann (VU, OSPAR), håkjerring (NT), pigghå (NT, ansvar, OSPAR), storskatte (CR), svartskate (VU), nebbskate (EN)
Torskefisk	lange: apr-juni brosme: apr-aug blålange: apr-juni sei: jan-mars øyepål: jan-mai			blålange (EN) brosme (ansvar) kolmule (ansvar) lange (ansvar) lyr (ansvar) sei (ansvar) torsk (ansvar, OSPAR) øyepål (ansvar)
Bunnfisk			Kveite (gyter kystnært des-mars)	vanlig uer (EN, ansvar) kveite (ansvar)
Anadrom/ Katadrom			Antatt for laks, ål og havniøye	laks (NT, OSPAR), ål (VU, OSPAR) havniøye (NT, OSPAR)

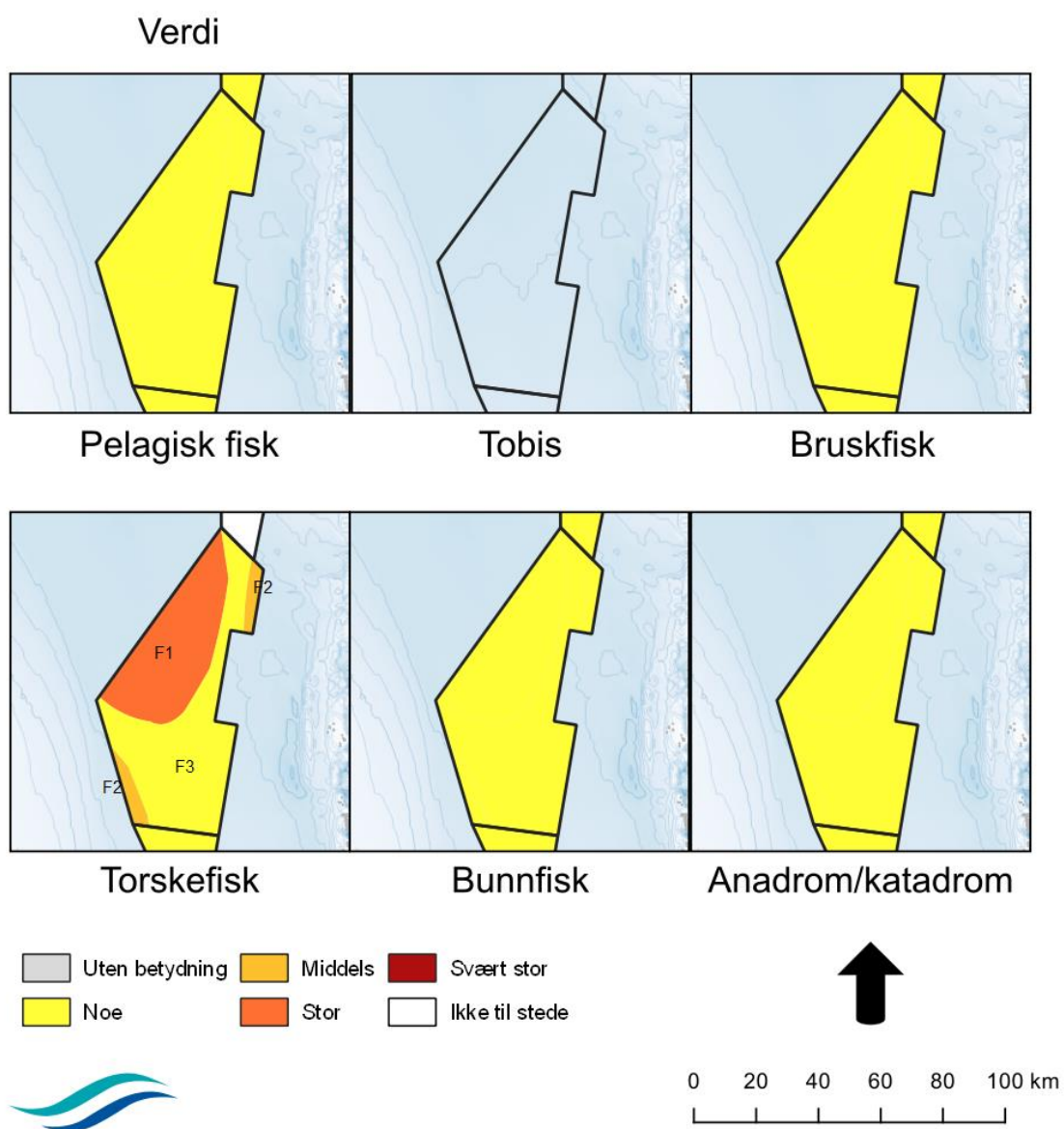
Delområder:

For de funksjonelle gruppene pelagisk fisk, bruskfisk, bunnfisk og anadrom/katadrom fisk er vurderinger gjort for hele området samlet. Det er identifisert tre delområder for torskefisk i Vestavind B (Figur 14).

Delområde F1 inkluderer usikkert gyteområde for den sterkt truede arten blålange, samt gyteområder for lange og brosme. Blålange har bare ett sammenhengende kjent gyteområde på norskekysten, og dette er lokalisert langs Storeegga (Appendiks 1). Dette gyteområdet strekker seg muligens over et større område som er beskrevet som "usikkert gyteområde", hvorav den sørøstlige delen overlapper med Vestavind B.

Delområde F2 inneholder deler av gyteområdene til øyepål (NØ) og sei (SV), lange og brosme.

Delområde F3 inkluderer gyteområder for brosme og lange. Gyteområdet i Vestavind B til lange og brosme er kun en liten del av et stort gytefelt i hele Norskerenna.



Figur 14 Verdikart for fisk i Vestavind B. Tobis finnes ikke i området, og for torskefisk er området delt inn i tre delområder: F1, F2 og F3.

Tabell 21 Begrunnelser for verdivurdering av fisk i Vestavind B. Status på den Norske Rødlista: NA: ikke egnet, LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet.

Registrerings-kategori	Del-område	Verdi	Beskrivelse
Pelagisk fisk		noe	Makrell har gytefelt i hele Vestavind- området, men dette utgjør bare en liten del av makrellen sitt utbredelses- og gyteområde. Beiteområdet for NVG sild strekker seg fra den nordlige delen av Nordsjøen, og i hele Norskehavet, og Vestavind B befinner seg i den sørlige delen av beiteområdet. Grunnet den store kommersielle verdien, gyteområdet til makrell, samt at den sørlige enden av beiteområdet til den viktige NVG-silden befinner seg i Vestavind B får området vurderingen “noe” verdi for pelagisk fisk. Makrell gyter fra mai til juli, mens NVG sild beiter på sommeren.
Bruskfisk		noe	Av hai er brugde (EN), håbrann (VU), håkjerring (NT), og pigghå (NT) relevant. Disse artene har store utbredelser, men vi antar at de migrerer gjennom Vestavind B. Flere arter av rødlistete skater, storskate (CR), svartskate (VU), nebbskate (EN) har antatt utbredelse i området, men er sjelden observert og viktigheten av området til bestandene er usikker. På grunnlag av truetheten av fiskene, den antatte utbredelsen og migrasjonsrutene, samt usikkerhet i forhold til hvor de store gyteområdene og eventuelle store konsentrasjoner av artene befinner seg, får området vurderingen “noe” verdi for bruskfisk.
Torskefisk	F1	stor	Stor betydning grunnet torskefisk sin store kommersielle verdi, blålange sin status som EN på rødlista, og det potensielle gytefeltet til blålange NV i Vestavind B. Dette området er også en del av det eneste registrerte gyteområdet for blålangen langs norskekysten. Gytetiden for blålange er mai til juli på Eggakanten, og februar til april ved Skottland og Færøyene. Lange og brosme gyter i hele området, men det er kun en liten del av et stort gytefelt (hele norskekysten). Lange gyter april til juni, og brosme fra april til august (senest lengst nord i Norge).
Torskefisk	F2	middels	Middels verdi grunnet torskefisk sin store kommersielle og økologiske verdi, og gytefeltene for sei (SV) og øyepål (NØ). Gytefeltet til øyepål inngår også i NH7 SVO-område (Kystsonen Norskehavet sør) med høy verdi for både <i>biologisk produktivitet</i> og <i>livshistorisk viktige områder</i> . Lange og brosme gyter i hele området, men det er kun en liten del av et stort gytefelt (hele norskekysten). Lange gyter april til juni, og brosme fra april til august (senest lengst nord i Norge). Sei gyter januar til mars, og øyepål fra januar til mai.
Torskefisk	F3	noe	Delområde F3 består av resterende områder i Vestavind B, og er vurdert til “noe” verdi, grunnet torskefisk sin store kommersielle verdi, og gyteområdene for lange og brosme, som også forekommer i delområder F1 og F2. Gyteområdet er kun en liten del av et stort gytefelt (hele norskekysten). Lange gyter april til juni, og brosme fra april til august (senest lengst nord i Norge).
Bunnfisk		noe	I kategorien bunnfisk er de kommersielt viktige artene kveite, breiflabb, og vanlig uer som er rødlistet (EN) utbredt i hele Vestavind B-området. Forekomsten av disse artene i området utgjør bare en liten del av deres utbredelse. Gyteområdene til kveite er kystnært, men kveiten er utbredt i store områder, inkludert Vestavind B, før de migrerer til kysten for å gyte. Området vurderes grunnet forekomst av den sterkt truede arten vanlig uer, samt forekomster av kveite som har utbredelsen over større områder langs norskekysten, til å ha “noe” verdi for gruppen bunnfisk.
Anadrom/katadrom		noe	Grunnet usikkerheter knyttet til migrasjonsruter for den nær truede ålen og laksen, får Vestavind B “noe” verdi for anadrom og katadrom fisk. Manglende kunnskapsgrunnlag.

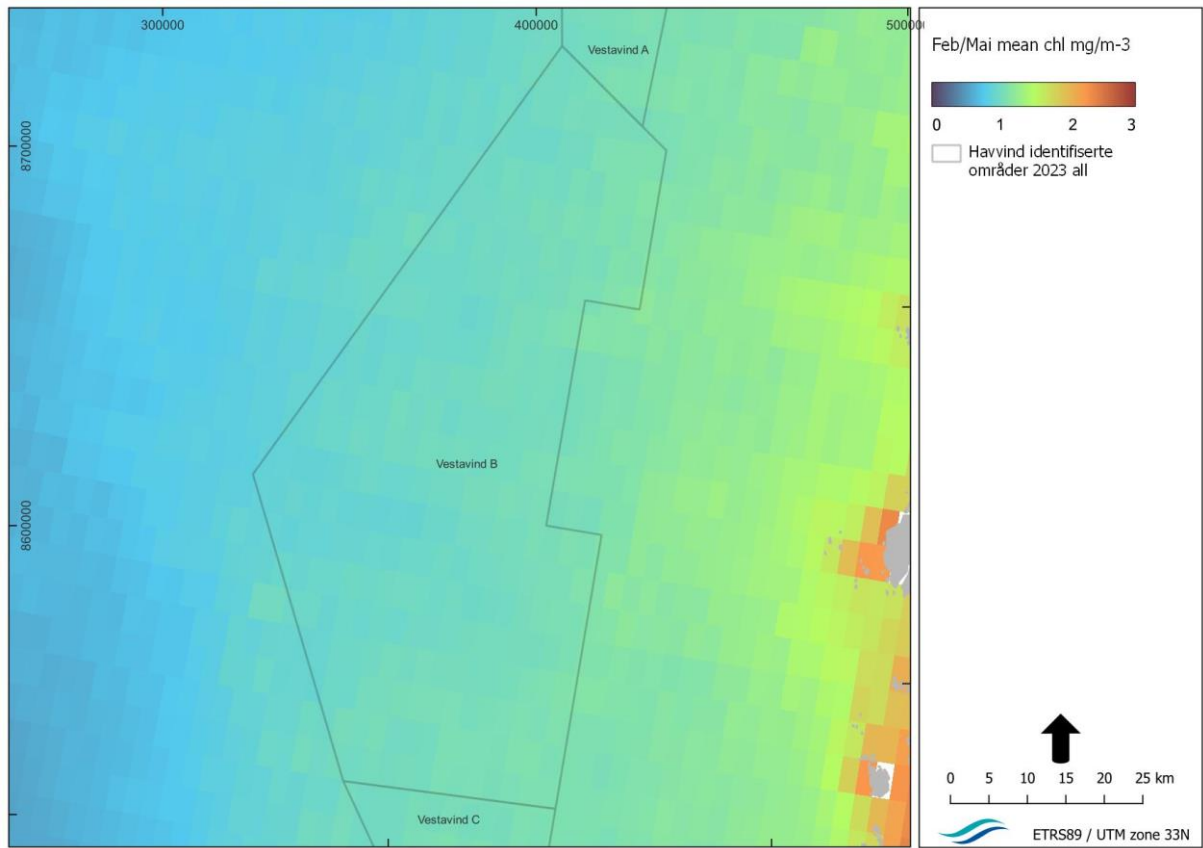
4.1.3.3 Plankton

En beskrivelse av plankton relevant for vurdering av området vises i Tabell 22, og tilhørende verddivurdering per gruppe i Tabell 23. Vestavind B ligger i et område der atlanterhavsvann møter kyststrømmen, og er et område med periodevis middels produktivitet av planteplankton (Figur 15, Tabell 22).

Delområder: Det er ikke identifisert delområder for plankton i Vestavind B.

Tabell 22 Oppsummering av relevant informasjon om plankton i Vestavind B.

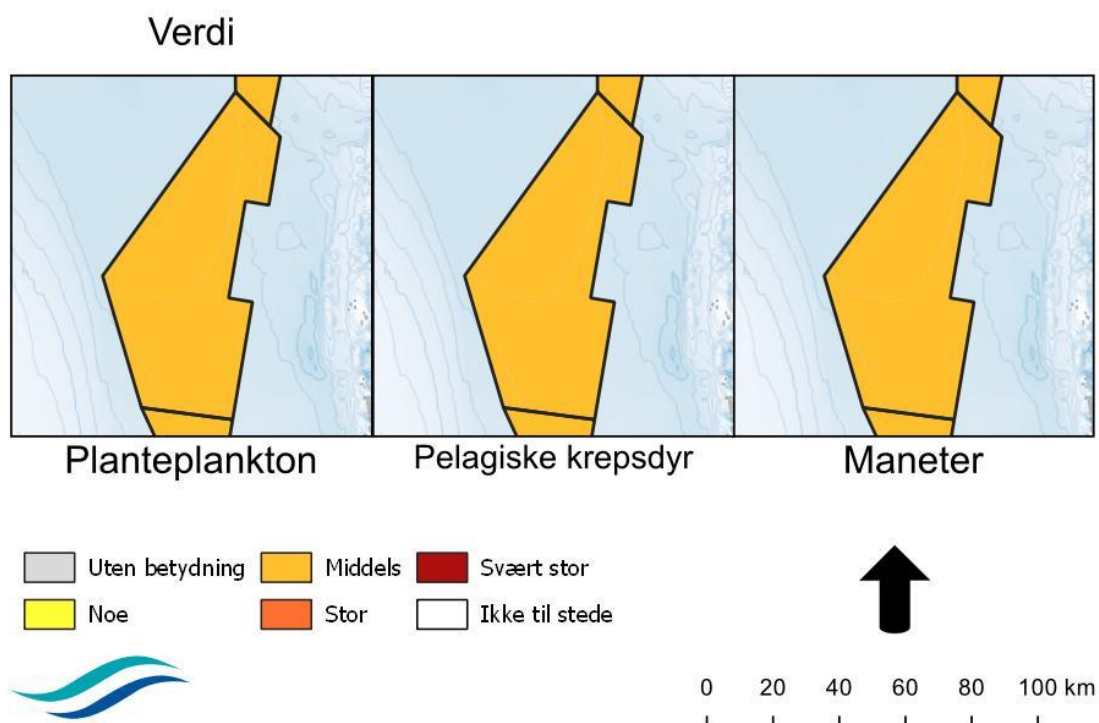
Gruppe	Beskrivelse	Sesongvariasjon
Planteplankton	Middels produktivitet, vanlige arter er til stede, men helhetlig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler.	Våroppblomstring: feb–mai. Høstopplomstring: aug–okt.
Pelagiske krepsdyr	Produktiviteten antas å kunne være middels i perioder. Vanlige arter, som <i>Calanus</i> spp. er til stede, men fullstendig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler.	Høy tetthet april–aug.
Maneter	Produktiviteten antas å kunne være middels i perioder. Vanlige arter er til stede, men fullstendig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler.	Variabelt, noen følger planteplankton og dyreplankton oppblomstringer. Mangler data fra området.



Figur 15 Gjennomsnitt av overflate-klorofyll-a (i mg/m³) for våroppblomstringsperioden (februar - mai) for de siste 20 år som indikator for planteplankton-produktivitet.

Tabell 23 Begrunnelser for verdivurdering av plankton i Vestavind B.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
Planteplankton	middels	Området har periodevis middels biologisk produktivitet av planteplankton, og presenterer derfor viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Fordi kunnskapen om denne gruppen og dens utbredelse generelt er for mangelfull, er planteplanktonarter ikke vurdert for eksempel i Norsk rødliste. Sannsynligvis finnes det vanlige arter i område, og disse danner grunnlaget for næringskjeden av lokal/regional interesse.
Pelagiske krepsdyr	middels	Området antas kunne ha periodevis middels biologisk produktivitet av dyreplankton, og representerer derfor et viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Fordi kunnskapen om denne gruppen er for mangelfull i området, og mange arter ikke er vurdert for eksempel i Rødlista, er det vanskelig å bruke forvaltningsprioritet. Sammensetningen av samfunnene kan inkludere vanlige arter så vel som sårbare arter. For <i>Calanus spp.</i> er det kommersiell interesse på nasjonalt og internasjonalt nivå, og det er en nøkkelart for økosystemfunksjonalitet. Til tross for stor nasjonal og internasjonal interesse og nøkkelrolle, er arten vidt spredt.
Maneter	middels	Området antas kunne ha periodevis middels biologisk produktivitet av dyreplankton, og representerer derfor et viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Kunnskapen om denne gruppen er for mangelfull i området, og sammensetningen av samfunnene kan inkludere vanlige arter så vel som sårbare arter. Noen av artene i denne gruppen har potensial til å ha negativ økonomisk og økologisk innvirkning ved oppblomstring.



Figur 16 Verdikart for plankton i Vestavind B.

4.1.4 Påvirkning og konsekvens: Vestavind B

4.1.4.1 Pattedyr

Grad av påvirkning på sjøpattedyr fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 24. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 25 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for sjøpattedyr i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 17.

Tabell 24 Grad av påvirkning på sjøpattedyr i ulike faser av havvind i Vestavind B, inkludert beskrivelse av de viktigste påvirkningsfaktorene, og vurdering av eksponering og sårbarhet, med tilhørende usikkerhet. Bokstav og tallkoder brukt i beskrivelser av eksponering, sårbarhet og Påvirkning – begrunnelse henviser til kriterier i Tabell 11. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler.

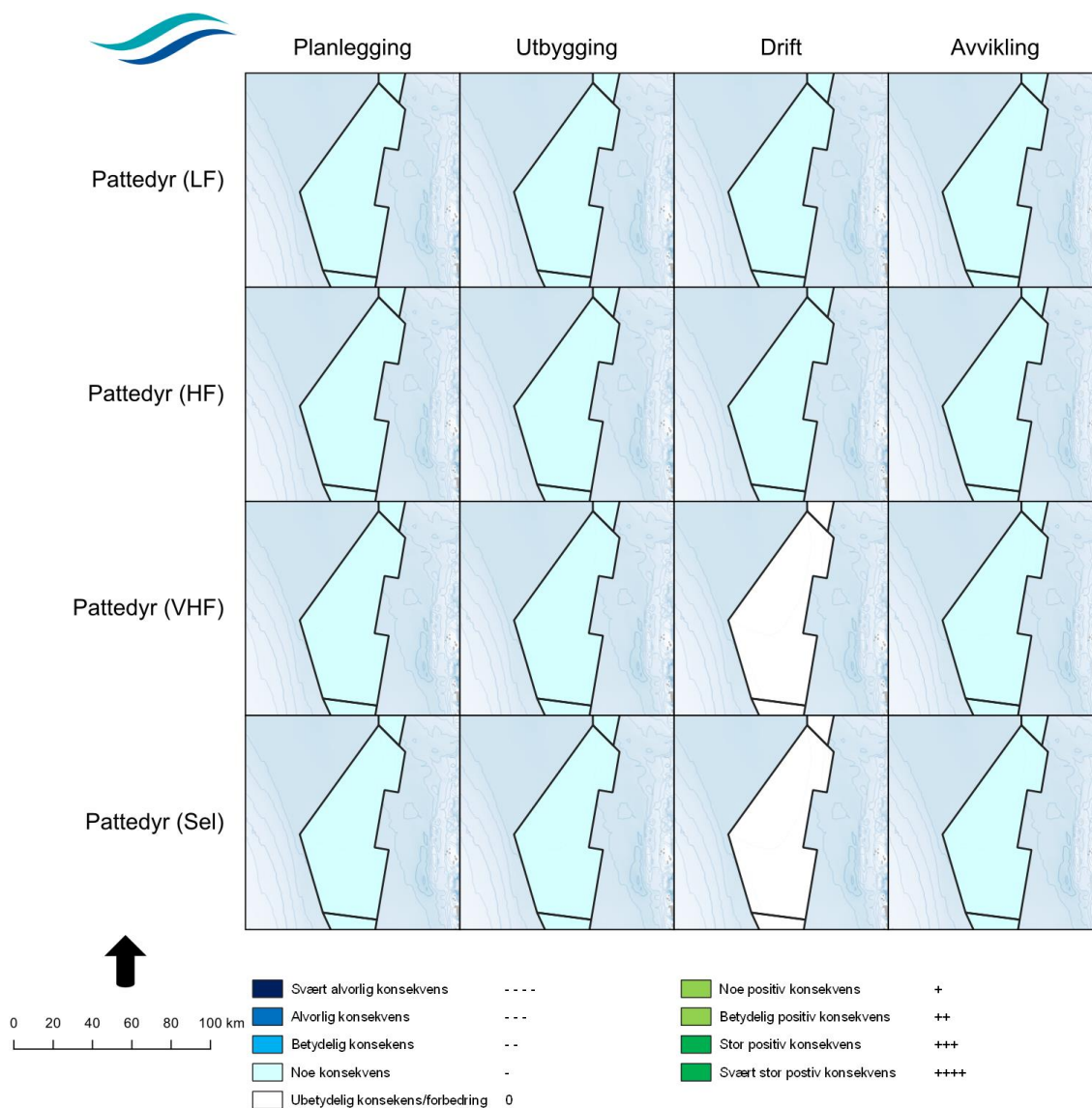
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksponering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
LF bardehvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringssystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksponering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
HF tannhvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringssystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)

Tabell 24. Fortsettelse.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksposering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
VHF tannhvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Middels	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringsystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite til middels overlapp i rom og tid (3c/4c)	Middels	Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse (2a)	Middels	Ubetydelig	Uvesentlig virkning på kort eller lang sikt (2a).
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksposering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
Seler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe, og muligens havert lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe, og muligens havert lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringsystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite til middels overlapp i rom og tid (3c/4c)	Middels	Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse (2a)	Høy	Ubetydelig	Uvesentlig virkning på kort eller lang sikt (2a).
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe, og muligens havert lokalt / regionalt (b)

Tabell 25 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. - noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens.

Registrerings-kategori	Fase	Verdi	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
LF bardehvaler	Planlegging	Noe	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Noe	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Høy
HF tannhvaler	Planlegging	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Høy
VHF tannhvaler	Planlegging	Middels	Noe forringet	-	Middels
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Middels
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Høy
Sel	Planlegging	Noe	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Noe	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Høy



Figur 17 Konsekvenskart for de fire gruppene av sjøpattedyr i Vestavind B.

Påvirkning

Det forventes at en liten til moderat del av bestandene av alle vurderte arter kan bli påvirket av utbygging av havvind i Vestavind B. I planleggings-, utbyggings-, og avviklingsfasen vil unnnvikende adferd grunnet impulsiv støy være den viktigste påvirkning for alle grupper (LF, HF, VHF, seler). I driftsfasen kan maskering av kommunikasjon forekomme på grunn kontinuerlig støy relatert til produksjonsstøy for LF bardehvaler, og også under de andre fasene på grunn av båttrafikk. For HF tannhvaler kan unnnvikende atferd forekomme i driftsfasen. Det vurderes derfor at havvind vil medføre **noe forringet** tilstand i alle faser for LF bardehvaler og HF tannhvaler (Tabell 24). For VHF tannhvaler og seler forventes **noe forringet** tilstand i planleggings-, utbyggings-, og avviklingsfasen (unnnvikende adferd), mens påvirkningen i driftsfasen er vurdert til **ubetydelig**.

Usikkerhet knyttet til *eksponering* er vurdert til **høy** i utbyggings- og avviklingsfasen for alle grupper av sjøpattedyr, da kunnskap om utbredelse av støy i disse fasene for flytende havvind er mangelfull. Generelt sett er det også høy usikkerhet knyttet til funksjonsområder for sjøpattedyr, da de fleste arter er spredt over store områder og ikke har klart avgrensede utbredelser. I planleggings- og driftsfasen er usikkerheten for eksponering vurdert til **middels** for alle grupper av sjøpattedyr, da noen studier eksisterer, men med sprikende resultater. Usikkerhet knyttet til *sårbarhet* er vurdert til **høy** for alle faser og alle grupper av sjøpattedyr utenom VHF tannhvaler, som er vurdert til **middels** i planleggings- og driftsfasen, da de fleste studier om effekter av havvind er blitt utført på nise.

Konsekvens

Basert på vurderingene av verdi og grad av påvirkning, vil utbygging av havvind i Vestavind B forventes å medføre **noe negativ konsekvens** for alle grupper av sjøpattedyr i de fleste faser, bortsett fra sel og VHF tannhvaler som vurderes til **ubetydelig konsekvens** i driftsfasen. Usikkerheten er **høy** for alle vurderinger utenom i planleggings- og driftsfasen for VHF tannhvaler (**middels**).

Avbøtende tiltak: Forventede negative konsekvenser fra utbygging av havvind på sjøpattedyr er primært relatert til adferdsendringer og maskeringseffekter grunnet ulike typer av støy, samt tilstedeværelsen av fysiske strukturer (fundament, fortøyninger og kabler) i vannet og økt skipstrafikk. Det er per dags dato ikke foreslått noen spesifikke avbøtende tiltak for flytende havvind, men utførelse av støyende aktiviteter utenom viktige perioder for relevante arter i området og valg av minst mulig støyende teknologier vil kunne minske graden av påvirkning. Det vil trenge mer detaljert kunnskap for å kunne vurdere hvilke perioder som er minst viktige for sjøpattedyr i området, og som dermed kan anbefales for gjennomføring av støyende aktivitet.

4.1.4.2 Fisk

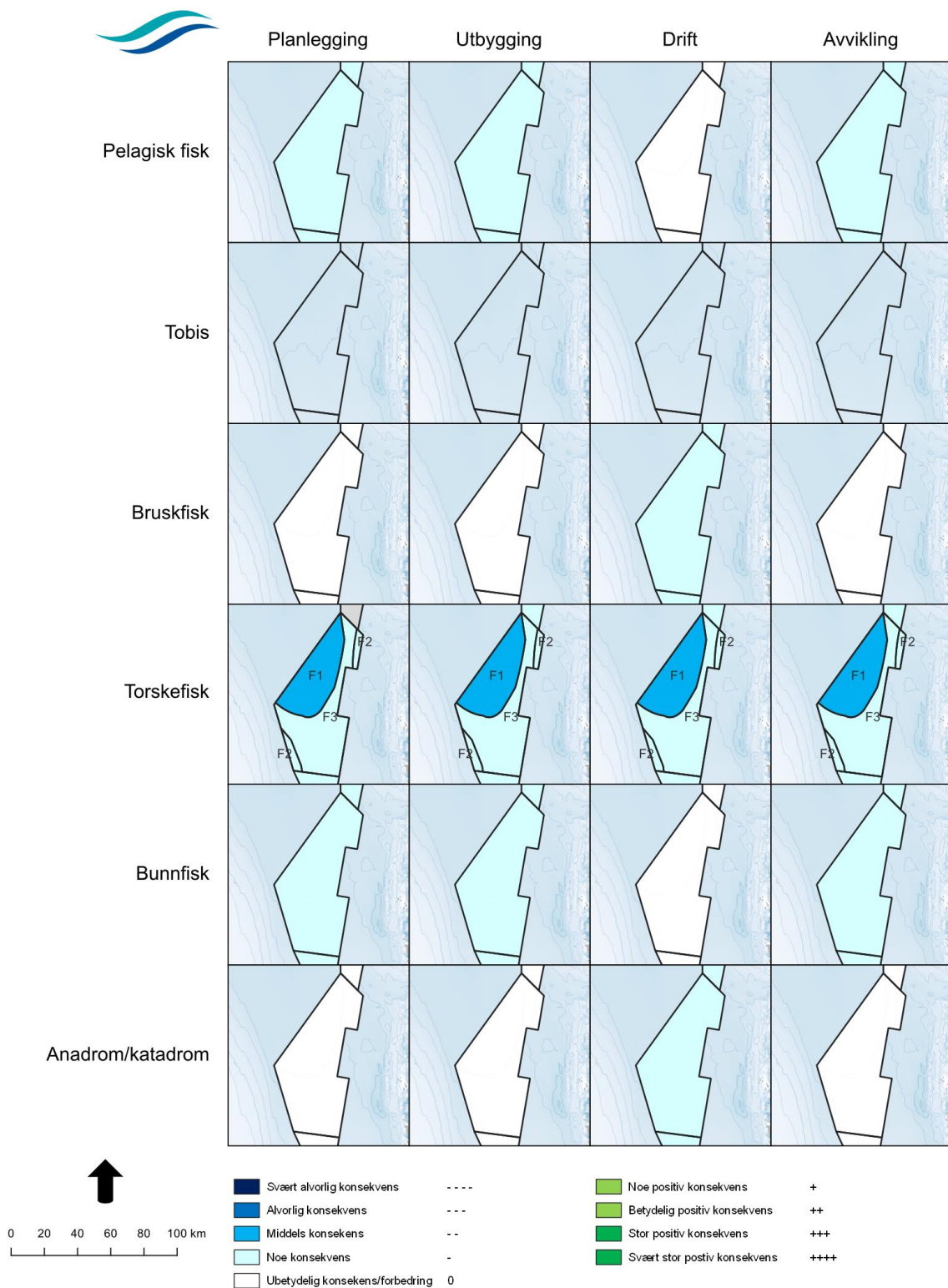
Grad av påvirkning på fisk fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 26. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 27 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for fisk i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 18.

Tabell 26 Grad av påvirkning på fisk i ulike faser av havvind i Vestavind B, inkludert viktigste påvirkningsfaktorer og usikkerhet i vurderingene i både grad av eksponering og sårbarhet til påvirkning. Negative og positive påvirkninger og konsekvenser vurderes separat, og noen grupper kan derfor ha flere rader for samme fase.

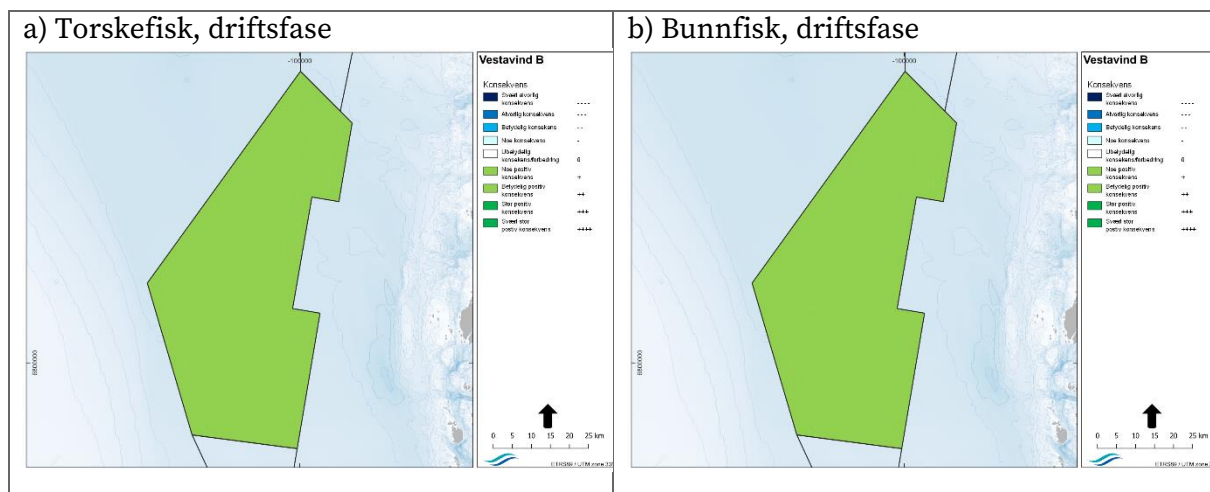
Registrerings-kategori	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning
Pelagisk fisk		Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
		Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
Bruskfisk		Planlegging	Støy	Middels	Høy	Ubetydelig
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Middels	Høy	Ubetydelig
		Drift	Elektromagnetisme	Middels	Høy	Noe forringet
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Middels	Høy	Ubetydelig
Torskfisk	F1	Planlegging	Støy	Middels	Middels	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Middels	Høy	Noe forringet
		Drift	Endret habitat	Middels	Høy	Forbedret
		Drift	Støy	Middels	Høy	Noe forringet
		Avvikling	Støy	Middels	Høy	Noe forringet
	F2	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
		Drift	Endret habitat	Lav	Høy	Forbedret
		Drift	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
	F3	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
		Drift	Endret habitat	Lav	Høy	Forbedret
		Drift	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
Bunnfisk		Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
		Drift	Endret habitat	Lav	Høy	Forbedret
		Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet
Anadrom/ katadrom		Planlegging	Støy	Høy	Høy	Ubetydelig
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Høy	Høy	Ubetydelig
		Drift	Elektromagnetisme	Høy	Høy	Noe forringet
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Høy	Høy	Ubetydelig

Tabell 27 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. Delområde F1-F3 brukes for torskefisk og er relatert til områder med ulike verdi grunnet utbredelse av gyteområder (Figur 14, Tabell 21). Negative og positive påvirkninger og konsekvenser vurderes separat, og noen grupper kan derfor ha flere rader for samme fase. - - middels negativ konsekvens, - noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens.

Registrerings-kategori	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Pelagisk fisk		Planlegging	Støy	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe forringet	-	Middels
		Drift	Støy	Ubetydelig	0	Middels
		Avvikling	Støy	Noe forringet	-	Middels
Bruskfisk		Planlegging	Støy	Ubetydelig	0	Høy
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Ubetydelig	0	Høy
		Drift	Elektromagnetisme	Noe forringet	-	Høy
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Ubetydelig	0	Høy
Torskefisk	F1	Planlegging	Støy	Noe forringet	--	Middels
		Utbygging	Støy	Noe forringet	--	Høy
		Drift	Endret habitat	Forbedret	+	Høy
		Drift	Støy	Noe forringet	--	Høy
		Avvikling	Støy	Noe forringet	--	Høy
	F2	Planlegging	Støy	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe forringet	-	Middels
		Drift	Endret habitat	Forbedret	+	Middels
		Drift	Støy	Noe forringet	-	Middels
		Avvikling	Støy	Noe forringet	-	Middels
	F3	Planlegging	Støy	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe forringet	-	Middels
		Drift	Endret habitat	Forbedret	+	Middels
		Drift	Støy	Noe forringet	-	Middels
		Avvikling	Støy	Noe forringet	-	Middels
Bunnfisk		Planlegging	Støy	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe forringet	-	Middels
		Drift	Endret habitat	Forbedret	+	Middels
		Drift	Støy	Ubetydelig	0	Middels
		Avvikling	Støy	Noe forringet	-	Middels
Anadrom/katadrom		Planlegging	Støy	Ubetydelig	0	Høy
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Ubetydelig	0	Høy
		Drift	Elektromagnetisme	Noe forringet	-	Høy
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Ubetydelig	0	Høy



Figur 18 Konsekvenskart for fisk i Vestavind B. Tobis er ikke til stede i området.



Figur 19 Konsekvenskart for positive konsekvenser for fisk i Vestavind B. Det er vurdert at det kun er positiv konsekvens for torskefisk og bunnfisk i driftsfasen.

4.1.4.2.1 Pelagisk fisk

Påvirkning: Påvirkning fra alle faser av vindkraftutbygging vil sannsynligvis ha liten effekt på pelagisk fisk (NVG- og nordsjøsild, makrell), men kunnskapsgrunnlaget er relativt dårlig. Grunnet omfanget av påvirkninger vurderes det at området vil bli **ubetydelig** endret sammenlignet med nullalternativet i driftsfasen, og **noe forringet** under planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, grunnet forventede høyere støynivåer i disse fasene.

Utbredelsen av pelagisk fisk er godt kjent, med **lav** usikkerhet, mens usikkerhet knyttet til sårbarheten vurderes som **middels** i planleggingsfasen og **høy** i de øvrige fasene grunnet få studier på virkninger av vindkraftanlegg på pelagisk fisk, særlig for flytende anlegg. Påvirkninger forventes å være størst under gyteperioden til makrell fra mai til juli, og under beiteperioden for NVG sild på sommeren og tidlig høst.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes å medføre **ubetydelig konsekvens** for pelagisk fisk i driftsfasen og **noe negativ konsekvens** i planlegging-, utbygging- og avviklingsfasen (**lav samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **middels samlet usikkerhet** i de øvrige fasene).

4.1.4.2.2 Bruskfisk

Påvirkning: Migrasjon og adferd hos bruskfisk vil kunne påvirkes negativt av elektromagnetiske felt under driftsperioden, og dette vurderes å kunne føre til **noe forringet** tilstand for bruskfisk. Virkninger fra påvirkninger i andre faser (støy og forstyrret habitat) vurderes som ubetydelig. Usikkerhet vurderes likt for alle faser: **middels** usikkerhet for eksponering, og **høy** usikkerhet for grad av sårbarhet.

Konsekvens: Konsekvensen av havvind er satt til **noe negativ** i driftsfasen, og **ubetydelig** i de øvrige fasene (**høy samlet usikkerhet**) for alle faser.

4.1.4.2.3 Torskefisk

Påvirkning: Påvirkning av støy under planleggingsfase, utbyggingsfase, driftsfase og avviklingsfase har blitt vurdert til å medføre **noe forringet** tilstand for torskefisk i alle

delområdene. Under driftsfasen forventes det i tillegg en positiv effekt/**forbedret** tilstand i alle delområdene grunnet introduksjon av fysiske habitatdannende strukturer og dannelse av kunstige rev. Denne forbedrede tilstanden hadde etter konsekvensviften gitt en stor positiv påvirkning i delområde F1 grunnet verdien som mulig gyteområde for blålange. Blålange er ofte tilknyttet bløtbunn, og effekten av kunstig rev på denne arten er derfor enda mer usikker, og påvirkningen ble derfor nedjustert fra «stor» til «noe». Effektene av de negative påvirkningene på fiskebestandene vil være størst i gyteperiodene mellom april og juni i F1 og F3, og januar til juni i F2 (kap. 4.1.3.2).

Konsekvens:

Delområde F1: Støy fra havvind vurderes å medføre **middels negativ konsekvens** i alle faser (**middels samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **høy samlet usikkerhet** i de øvrige fasene) for torskefisk i delområde F1. I driftsfasen forventes i tillegg en **noe positiv (høy samlet usikkerhet)** effekt grunnet kunstig rev effekt.

Delområde F2: Støy fra havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** i alle faser (**lav samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **middels samlet usikkerhet** i de øvrige fasene) for torskefisk i delområde F2. I driftsfasen forventes i tillegg en **noe positiv (høy samlet usikkerhet)** effekt grunnet kunstig rev effekt.

Delområde F3: Støy fra havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** i alle faser (**lav samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **middels samlet usikkerhet** i de øvrige fasene) for torskefisk i delområde F3. I driftsfasen forventes i tillegg en **noe positiv (høy samlet usikkerhet)** effekt grunnet kunstig rev effekt.

4.1.4.2.4 Bunnfisk

Påvirkning: Bunnfisk (kveite, vanlig uer og breiflabb) vil kunne påvirkes noe negativt gjennom støy grunnet bunnfiskens stedegenhet. Det vurderes at området vil bli **noe forringet** grunnet støy under planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, mens det vil være **ubetydelig** endring under driftsfasen, da støynivåene er lavere. I tillegg forventes en positiv effekt/**forbedret** tilstand på bestandene grunnet introduksjon av habitatdannende fysiske strukturer og kunstig rev effekt.

Usikkerheten for utbredelse vurderes til **lav**, og usikkerhet for grad av sårbarhet vurderes til **høy** for kunstig rev effekt, **middels** for støy i planleggingsfasen og, **høy** for støy i de andre fasene.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes å medføre **ubetydelig konsekvens** for bunnfisk i driftsfasen og **noe negativ konsekvens** i de øvrige fasene (**lav samlet usikkerhet** i planleggingsfase, **middels samlet usikkerhet** i de øvrige fasene). Det vurderes i tillegg å medføre en **forbedring** for bunnfisk (**middels samlet usikkerhet**) under driftsfasen.

4.1.4.2.5 Anadrom og katadrom fisk

Påvirkning: Migrasjon og adferd hos anadrom og katadrom fisk vil kunne påvirkes av elektromagnetiske felt, særlig under driftsfasen, noe som resulterer i at området vurderes som **noe forringet** for disse gruppene. Påvirkninger i andre faser (støy og forstyrret habitat) vurderes som **ubetydelig**. Usikkerhet vurderes likt for alle faser: **høy** usikkerhet for eksponering, og **høy** usikkerhet for grad av sårbarhet.

Konsekvens: Konsekvensen for alle faser er satt til **noe negativ** i driftsfasen og **ubetydelig** i øvrige faser (**høy samlet usikkerhet**).

4.1.4.2.6 Avbøtende tiltak

Utbygging av havvind i Vestavind B vil trolig gi noen positive effekter (kunstig rev effekt), og noen negative effekter (støy, elektromagnetiske felt, habitatsforstyrrelse). Vurderingen tar utgangspunkt i at Havforskningsinstituttets seismikkråd følges i planleggingsperioden. Det er ikke tatt hensyn at annen støyende aktivitet (e.g. kabellegging, boring og graving) ikke overlapper med gyteperioder. Avbøtende tiltak i form av å unngå viktige gyteperioder, migrasjonsperioder og ansamlingsperioder (beiteperioder etc.), hvor fisk kan opptre i store konsentrasjoner, under utbygging og avvikling anses å kunne redusere potensielle negative konsekvenser for fisk. Videre kan valg av teknologi som for eksempel minimerer støy kunne redusere effektene av havvind også i driftsfasen. Med den tilgjengelige kunnskapen er perioden fra august til desember tidsrommet med minst påvirkning på fisk i planleggings, utbyggings- og avviklingsfasen (kap. 4.1.3.2).

4.1.4.3 Plankton

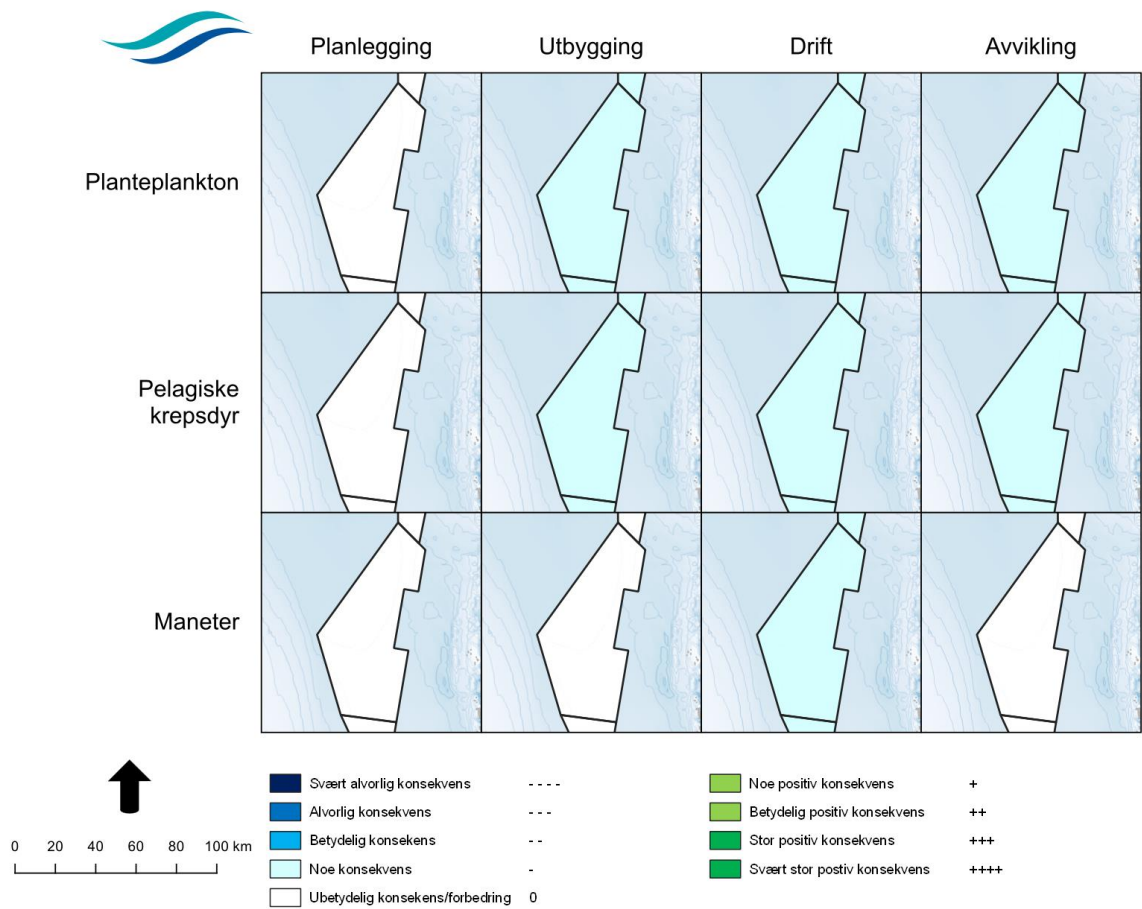
Grad av påvirkning på plankton fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 28. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 29 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for plankton i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 20.

Tabell 28 Grad av påvirkning på plankton i ulike faser av havvind i Vestavind B, inkludert viktigste påvirkningsfaktorer og usikkerhet i vurderingene i både grad av eksponering og sårbarhet til påvirkning. "-" indikerer at det ikke er identifisert noen relevante påvirkningsfaktorer med dokumenterte virkninger for gruppen. Merk at økningen av maneter her er vurdert fra et økosystem- og menneskelig perspektiv.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning
Planteplankton	Planlegging	-	Lav	Høy	Ubetydelig
	Utbygging	Oseanografiske endringer	Lav	Høy	Noe forringet
	Drift	Oseanografiske endringer, kunstig-rev-effekt	Lav	Høy	Noe forringet
	Avvikling	Oseanografiske endringer	Lav	Høy	Noe forringet
Pelagiske krepsdyr	Planlegging	Støy	Middels	Høy	Ubetydelig
	Utbygging	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Noe forringet
	Drift	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Noe forringet
	Avvikling	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Noe forringet
Maneter	Planlegging	-	Middels	Høy	Ubetydelig
	Utbygging	-	Middels	Høy	Ubetydelig
	Drift	Oseanografiske endringer, kunstig-rev-effekt	Middels	Høy	Noe forringet
	Avvikling	-	Middels	Høy	Ubetydelig

Tabell 29 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. - noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens.

Registrerings-kategori	Fase	Verdi	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Planteplankton	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Middels
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Middels	Noe forringet	-	Middels
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Middels
Pelagiske krepsdyr	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Høy
Maneter	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Middels	Ubetydelig	0	Høy
	Drift	Middels	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Ubetydelig	0	Høy



Figur 20 Konsekvenskart for de tre gruppene av plankton i Vestavind B.

4.1.4.3.1 Planteplankton

Påvirkning: Planteplankton er til stede i området hele året. Det vurderes at områdets funksjon som middels produktivt område vil bli negativt påvirket av utbygging av havvind og dette er knyttet til oseanografiske endringer. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til koblingen mellom de fysiske endringene og produktiviteten for planteplankton gjennom alle faser av livssyklusen til havvindanlegget (se kap. 2.4.3). Endring av produktiviteten er derfor svært vanskelig å forutsi.

Påvirkningen vurderes medføre **noe forringet** tilstand sammenlignet med nullalternativet, men i planleggingsfasen er påvirkningen vurdert **ubetydelig** ettersom arbeidet er kortvarig og i liten grad påvirker strømnings- eller lysforhold som er de påvirkningsfaktorene planteplankton forventes å være mest sårbare for. I utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen derimot blir oseanografiske forhold betydelig forandret og påvirker derfor planteplankton i større grad. Selv om varigheten på utbyggings- og avviklingsfasen er betydelig kortere enn driftsfasen, vurderes alle fasene medføre noe forringet tilstand med tanke på planteplanktonproduktivitet.

Usikkerheten for eksponering forventes å være **lav** for alle fasene, siden planteplankton er til stede overalt og med sikkerhet vil overlappe med påvirkningsfaktorer fra havvind. Usikkerheten for sårbarhet vurderes til **høy** på grunn av stor usikkerhet i både størrelse og retning på effekter av endrede oseanografiske forhold på planteplanktonproduktivitet og fysiologi. For planleggingsfasen er usikkerhet for sårbarhet også **høy** på grunn av lite kunnskap om effekter fra seismikk på planteplankton. Generell usikkerhet vurderes derfor til **middels** i alle fasene.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes medføre **noe negativ konsekvens** for planteplankton i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i planleggingsfasen (**middels usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For planteplankton finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Det kan tenkes at f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet kan påvirke hvor mye strømningsforhold endres, men det er fortsatt for lite kunnskap om hvordan et havvindanlegg bør utformes i ulike miljøer for å gi minst mulig oseanografisk påvirkning. Dette vil eventuelt kunne utforskes ved bruk av fysiske havmodeller.

4.1.4.3.2 Pelagiske krepsdyr

Påvirkning: Basert på forventede effekter på pelagiske krepsdyr, vurderes det at pelagiske krepsdyr mest sannsynlig vil bli negativt påvirket av utbygging av havvind, og medføre **noe forringet** tilstand i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen. I planleggingsfasen er påvirkningen vurdert **ubetydelig** siden arbeidet er midlertidig og har liten innflytelse på oseanografiske forhold, lyd eller lys, som er de viktigste faktorene som påvirker dyreplankton. Pelagiske krepsdyr kan potensielt påvirkes av en rekke ulike faktorer relatert til utbygging av havvind (kap. 3.5.5), men det finnes relativt få studier og det er stor usikkerhet knyttet til vurderingene som blir gjort her.

Usikkerhet for eksponering forventes å være **middels** for alle fasene. Selv om påvirkningene fra havvind med sikkerhet vil overlappe med utbredelsen av pelagiske krepsdyr som gruppe, er det fortsatt stor mangel på kunnskap om ulike arters utbredelse, sesongvariasjoner og viktige funksjonsområder f.eks. kritiske habitater for deres livssyklus osv. Usikkerhet for sårbarhet vurderes til **høy** i alle faser grunnet lavt kunnskapsnivå om

virksomheter fra havvind på pelagiske krepsdyr. Generell usikkerhet vurderes til **høy** for alle faser.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** for *Calanus* spp. og andre pelagiske krepsdyr i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen, og ubetydelig **konsekvens** i planleggingsfase (**høy usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For dyreplankton finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (s. 3.4.3.7). Som for planteplankton kan det tenkes at f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet kan påvirke hvor mye strømningsforhold endres, men det er fortsatt for lite kunnskap om hvordan et havvindanlegg bør utformes i ulike miljøer for å gi minst mulig oseanografisk påvirkning. Bruk av teknologi som reduserer nivåer av støy, lys og elektromagnetiske felt vil også kunne bidra til redusert grad av påvirkning, men usikkerheten her er stor da kunnskapsnivået om påvirkning på denne gruppen er så lavt.

4.1.4.3.3 Maneter

Påvirkning: Det vurderes at manetene i området vil bli påvirket i liten grad av havvind. Etablering vil medføre en **ubetydelig** forringelse av tilstanden i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, og **noe forringet** tilstand i driftsfasen. Generelt sett har det blitt vurdert at maneter vil dra nytte av ekstra kunstige rev i området, da det gir nye habitater for polypplarver (kap. 3.5.5). Dette er lite relevant i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfase, men sannsynlig i driftsfasen. En økning i manetpopulasjoner kan ha negative effekter på andre deler av økosystemet og på menneskelige aktiviteter. Denne påvirkningen vurderes derfor å medføre **noe forringet tilstand** i driftsfasen sammenlignet med nullalternativet.

Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til kobling mellom endringene og diversitet og produktivitet for maneter i område. Usikkerhet for eksponering forventes å være **middels** for alle fasene. Selv om påvirkningene fra havvind med sikkerhet vil overlappe med utbredelsen av maneter som gruppe, er det fortsatt stor mangel på kunnskap om ulike arters utbredelse, sesongvariasjoner og livssyklus, spesielt for småmaneter. Usikkerhet for sårbarhet vurderes til **høy** i alle faser grunnet svært lavt kunnskapsnivå (i praksis ikke-eksisterende) om virkninger fra havvind på maneter. Generell usikkerhet vurderes til **høy** for alle faser.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** for maneter i driftsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i de andre fasene (**høy usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For maneter finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Hvis fremtidig teknologisk utvikling muliggjør metoder for å redusere begroing på strukturer, vil eventuelle negative konsekvenser av manetoppblomstringer kunne reduseres.

4.1.5 Kunnskapsmangler: Vestavind B

Det er ikke identifisert noen områdespesifikke kunnskapsmangler for Vestavind B. For generelle kunnskapsmangler knyttet til naturmangfold i de frie vannmasser og havvind, se kap 2.5.

4.2 Vestavind F

4.2.1 Sammendrag Vestavind F

Vestavind F er et område i nordlig del av Norskerenna med middeldybde på 267 m. Området er dominert av den norske kyststrømmen og det er lite næringsaktivitet (fiskeri, skipstrafikk, olje- og gass) der. Området har middels planteplanktonproduktivitet. Det ligger i beiteområdet for vågehval, spekkhogger, kvitskjeving, kvitnos og nise. Både havert og steinkobbe har kaste- og hårfellingsområder innenfor 30 km fra området, og det er sannsynlig at området brukes til beiteområde. Det er også innenfor gyteområde for makrell og torskefisk-artene lange og brosme, beiteområde for pelagisk fisk (makrell, nordsjøsild) og torskefisk (0-gruppe nordsjøsei og ungfisk av kolmule), og sannsynligvis vandringsområde for både kveite som gyter langs kysten, ulike rødlistede haiarter, laks og ål.

Forventede konsekvenser av utbygging av flytende havvind i Vestavind F er oppsummert i Tabell 30. Utbygging av 750 MW istedenfor 500 MW i de tre prosjektområdene i Utsira Nord (alt 1) forventes å ha **ubetydelig konsekvens** for pelagisk naturmangfold. For sjøpattedyr forventes **noe negativ konsekvens** i utbyggings- og avviklingsfasen, relatert til økte nivåer av støy som kan virke forstyrrende for arter som bruker området.

Etablering av ytterligere ett havvindområde i tilleggsarealer til Vestavind F (alt 2) forventes å ha **noe negativ konsekvens** for sjøpattedyr, fisk og plankton i minst en av fasene. Etablering av havvind i tilleggsareal forventes også kunne medføre endringer av oseanografiske forhold (f.eks. havstrømmer, turbulens, lagdeling) over et større område, noe som vil kunne gi **noe negativ konsekvens** for planteplankton og pelagiske krepsdyr i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen og maneter i driftsfase. Stor kunnskapsmangel, om både utbredelse av arter og funksjonsområder og om effekter fra havvind, medfører **middels til høy usikkerhet** i vurderingene for de fleste grupper.

I driftsfasen forventes i tillegg en kunstig rev effekt, der introduserte harde strukturer kan koloniseres av et mangfold av fastsittende organismer og ha en habitatdannende funksjon. Dette forventes å kunne ha en tiltrekkende effekt med mulige **positive konsekvenser**, som forbedrede oppvekstvillkår for bunnfisk og torskefisk. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til dette, særlig for flytende havvind.

Konsekvensene av økt utbygging av havvind i Vestavind F på pelagisk naturmangfold vurderes til **ubetydelig** i de fleste tilfeller for alternativ 1 og **noe negativ** for alternativ 2. Valg av minst mulig støyende teknologi i alle faser vil kunne minske negative effekter på flere grupper av pelagisk naturmangfold området. Negative konsekvenser vil også kunne reduseres ved å utføre støyende aktivitet i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfaser i minst sårbare perioder. Basert på tilgjengelig kunnskap vil den minst sårbare perioden i Vestavind F for fisk være fra september – mars, mens det trengs mer detaljert kunnskap for identifisering av sårbare perioder for sjøpattedyr. Andre relevante avbøtende tiltak vil være relatert til utforming av anlegget, f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet, og utforming bør planlegges for å gi minst mulig påvirkning på oseanografiske forhold. For andre generelle avbøtende tiltak relatert til ulike teknologier for redusering av påvirkning, se kap. 2.4.1.3, 2.4.2.5, 2.4.3.7.

Tabell 30 Oppsummering av forventede konsekvenser fra utbygging av havvind i Vestavind F. Tegn og farge viser konsekvenskategori (- noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens, for flere beskrivelser se Tabell 14). Noe negativ konsekvens for maneter i driftsfasen er relatert til uønskede effekter av manetoppblomstringer.

Gruppe	Registrerings-kategori	Alternativ 1				Alternativ 2			
		Plan-legging	Utbygg-ing	Drift	Av-vikling	Plan-legging	Utbygg-ing	Drift	Av-vikling
Sjøpatte-dyr	Lavfrekvente hvaler (LF)	0	-	0	-	-	-	0	-
	Høyfrekvente hvaler (HF)	0	-	0	-	-	-	0	-
	Veldig høyfrekvente hvaler (VHF)	0	-	0	-	-	-	0	-
	Sel	0	-	0	-	-	-	0	-
Fisk	Pelagisk fisk	0	0	0	0	-	-	0	-
	Bruskfisk	0	0	0	0	0	0	-	0
	Torskefisk	0	0	0	+	-	-	-	+
	Bunnfisk	0	0	0	+	-	-	0	+
	Anadrom/Katadrom	0	0	0	0	0	0	-	0
Plankton	Plante-plankton	0	0	0	0	0	-	-	-
	Pelagiske krepsdyr	0	0	0	0	0	-	-	-
	Maneter	0	0	0	0	0	0	-	0

4.2.2 Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind F

I nullalternativet for Vestavind F inngår utbygging av 1500 MW som fremgår av åpningsvedtaket for Utsira Nord, fordelt som 500 MW i hvert av tre prosjektområder à 182 km². Dette området er kun egnet for flytende havvind-teknologi. Virkninger vurderes for kapasitetsutvidelse for to alternativer: Alternativ 1: Kapasitetsutvidelse til 750 MW per prosjektområde, og Alternativ 2: Nye havvindanlegg i tilleggsareal på ca 1000 km² utenom Utsira Nord (Figur 21). For vurderingene legges til grunn utbygging av 1,5 GW flytende havvind for hvert alternativ, som beskrevet for referanseprosjekt (kap. 3.5.1).



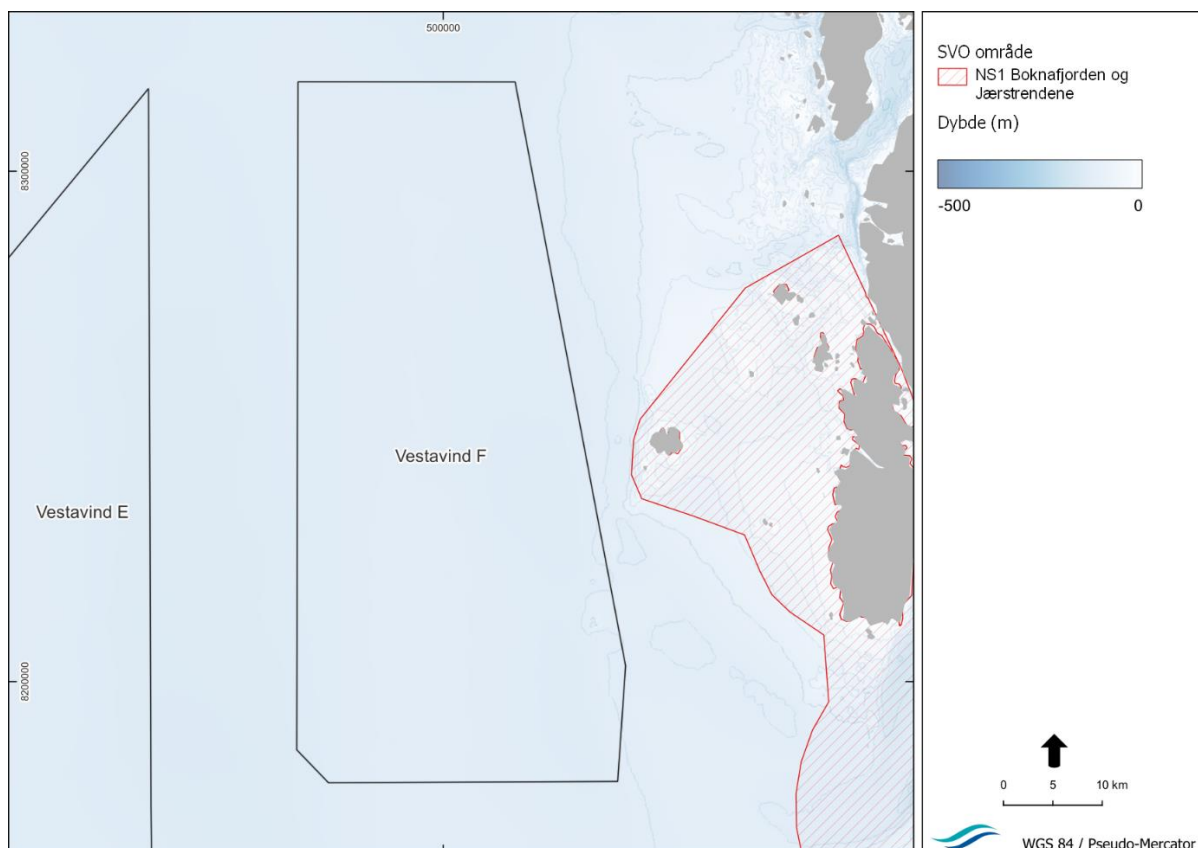
Figur 21 Kart over åpne områder (blå og grønn: Utsira Nord) og tilleggsareal (skravert uten farge) for Vestavind F. Tre prosjektområder (grønn) er åpnet for utbygging av 500 MW i hvert område, og utbygging av dette er nullalternativ for Vestavind F. Denne utredningen vurderer virkninger av 1) kapasitetsutvidelse til 750 MW innenfor hvert prosjektområde og 2) utbygging av nye havvindanlegg i tilleggsareal utenfor Utsira Nord (skravert areal uten farge).

Det forventes at utbygging i form av økt kapasitet innenfor de åpne prosjektområdene generelt vil gi liten endring i grad av påvirkning på pelagisk naturmangfold, enten det skjer ved bruk av større eller flere turbiner. Grad av påvirkning ved utbygging tilsvarende et referanseprosjekt i tilleggsareal er avhengig av eventuelt overlapp med viktige funksjonsområder, f.eks. gyteområde, beiteområde. Antakelser om endringer i intensitet og utbredelse av påvirkningsfaktorer lagt til grunn for vurderinger av grad av påvirkning for de to alternativene er vist i Tabell 31. For vurderingene legges det til grunn at utbygging av flytende havvind i de to alternativene skjer samtidig som utbygging av åpnet område, slik at planlegging, utbygging, drift og avvikling overlapper i tid mellom åpnet område og alternativene.

Tabell 31 Antakelser om forskjeller i intensitet og utbredelse av påvirkningsfaktorer ved de to alternativene for økt kapasitet, sammenlignet med utbygging kun i tildelt område av Utsira Nord (nullalternativ). Fysisk påvirkning inkluderer fysiske forstyrrelser i miljøet, f.eks. sedimentoppvirvling (særlig i utbyggingsfase) og kunstig rev effekt (harde strukturer).

Påvirknings-faktor	Alternativ 1 (økt kapasitet i åpnet område)	Alternativ 2 (utbygging i tilleggsareal)
Oseanografiske endringer	Ubetydelig endring (driftsfase).	Liten økning pga. større areal med havvind i nærområdet (driftsfase).
Elektromagnetisme	Liten/ubetydelig økning, pga. mer kabler for å betjene flere turbiner (driftsfase)	Liten økning, pga. større areal med havvind i nærområdet og dermed mer kabler (driftsfase)
Undervannsstøy	Liten/ubetydelig økning, pga. fler eller større turbiner (alle faser). Det antas at geofysiske undersøkelser for utvidet kapasitet blir gjennomført samtidig med prosjekter på 3 x 500 MW i åpne prosjektområder, og dermed ikke noen forskjell fra nullalternativ.	Økning pga. større totalt område vil bli påvirket av støy (alle faser). Det antas at det kreves en egen geofysisk undersøkelse i forhold til nullalternativet.
Lysforurensing	Liten/ubetydelig økning, pga. fler eller større turbiner (alle faser, fra skip og turbiner)	Økning fordi et større område vil bli påvirket av lys (alle faser, fra skip og turbiner)
Fysisk påvirkning	Ubetydelig (utbygging, drift, avvikling) / liten økning (driftsfase kunstig rev effekt)	Økning fordi et større område vil bli påvirket av fysiske installasjoner. (utbygging, drift, avvikling)

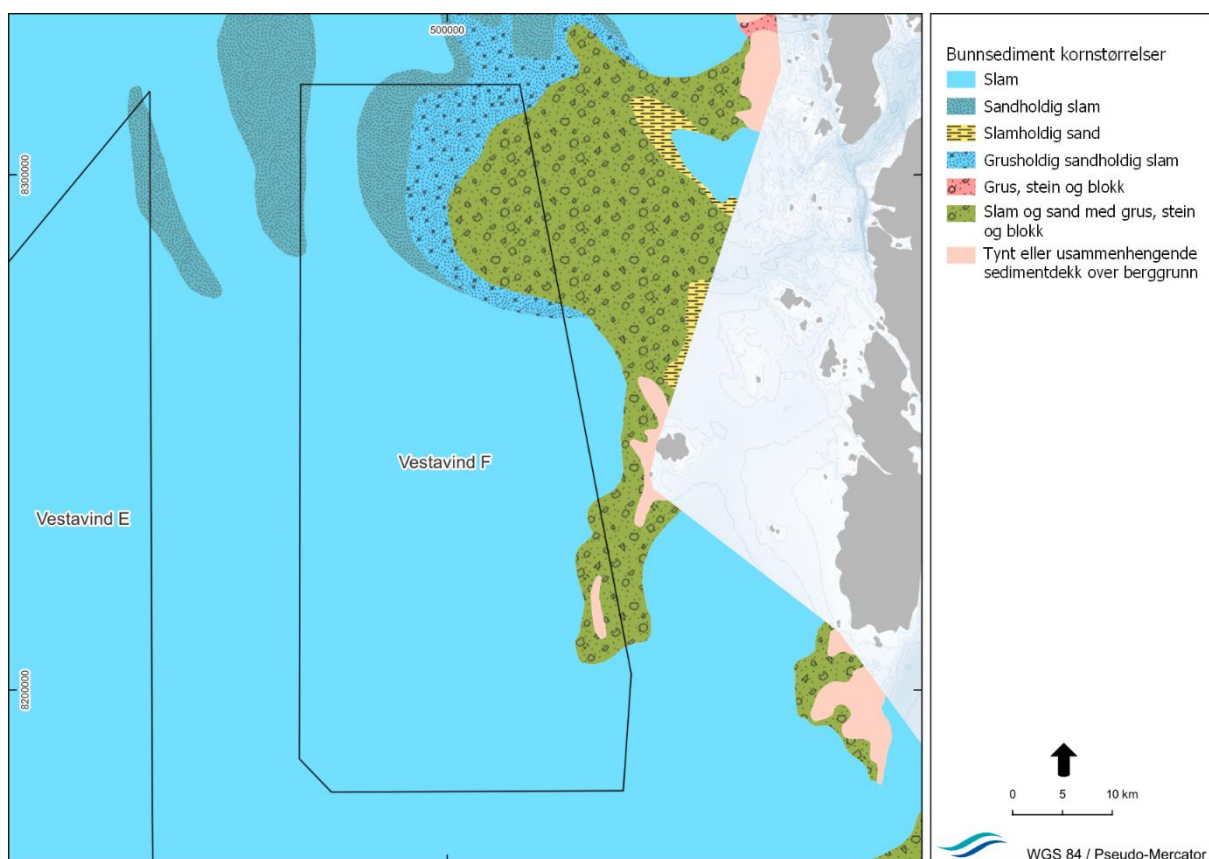
Nåværende status ved Vestavind F med hensyn til relevante miljøforhold og pågående aktiviteter er vist i Tabell 32, Figur 22 og Figur 23.



Figur 22 Dybdeforhold og SVO-områder i området for Vestavind F.

Tabell 32. Oversikt over planlagt teknologi for havvind, dagens miljøstatus, næringsaktiviteter og generelle forhold ved Vestavind F.

Vestavind F	
Planlagt teknologi for havvind	Flytende turbiner
Størrelse	2985 km ²
Dybde (gj.sn. (± std.av.))	267 m (± 7 m)
Substrat	Dominerende sedimenttype er slam og små, isolerte områder med sand og grus, stein og blokk i øst.
Vannforhold	Området ligger i den norske kyststrømmen, med nordlig strømregning (gjennomsnittlig 0,3 m/s). Området er permanent stratifisert og påvirkes av ferskvann fra flere store elver.
Nærhet til SVO'er evt. sårbare ressurser	Området ligger 4,1 km vest for SVO område NS1 Boknafjorden og Jærenstrendene. SVO området beskrives som et område med stor variasjon, lokale strømmønstre og retensjonsområder. NS1 er et område med høy biologisk produksjon og fungerer som et samlingssted for drivende egg, larver og yngel. Det er også et kjent rekefelt og gyteområde for norsk vårgytende sild. Det inneholder også viktige områder for fugl og fødeområde for steinkobbe.
Annen næringsaktivitet	Tre gassrørledninger og en kondensatorrørledning går gjennom Vestavind F, men det er ingen andre olje- og gassanlegg i området. Det er lite kommersiell fiskeaktivitet og lite skipstrafikk innenfor Vestavind F.



Figur 23 Oversikt over sediment-typer i Vestavind F. Kilde sediment NGU.

4.2.3 Identifiserte forekomster, verdivurdering og delområder: Vestavind F

Utbredelse av arter og deres funksjonsområder relevante for denne utredningen presenteres i kart i Appendiks 1, og er også tilgjengelig på karttjenester beskrevet i kap. 2.1.3.

4.2.3.1 Pattedyr

En oppsummering av forekomster av sjøpattedyr i området vises i Tabell 33, og tilhørende verdivurdering per gruppe i Tabell 34 og Figur 24.

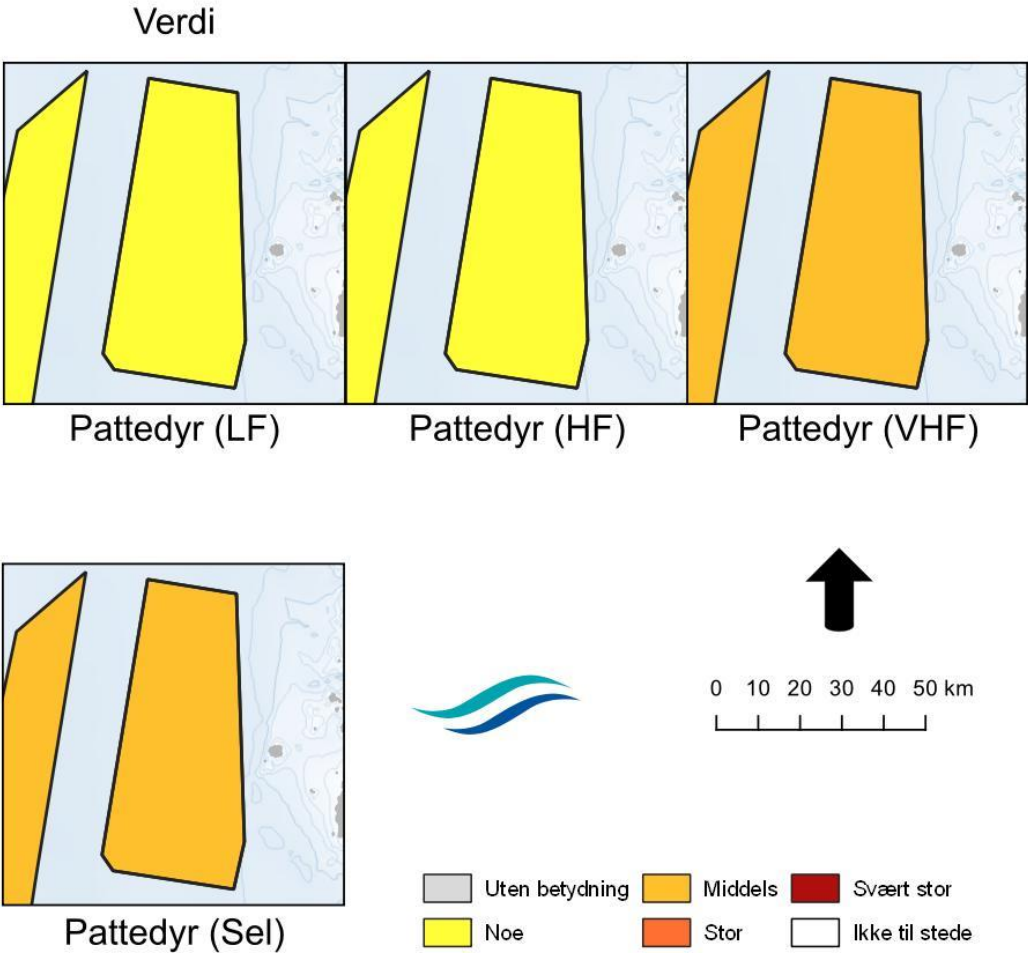
Delområder: Det er ikke identifisert delområder for pattedyr i Vestavind F.

Tabell 33 Beskrivelse av funksjonsområder for relevante arter av sjøpattedyr i Vestavind F. Rødlista er basert på mest truet kategori fra Norsk rødliste eller IUCN sin rødliste (merket med *). Alle arter vurderes som økologisk viktige, og vågehval og knølhval er i tillegg kommersielt viktige. Begrunnelse for verdivurdering av hver gruppe vises i Tabell 34. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. Rødlistekategorier: LC: livskraftig, VU: sårbar.

Gruppe	Art	Rødlista	Beskrivelse av funksjonsområder i Vestavind F	Verdi
LF Bardehvaler	Vågehval	LC	Migrerende art, beiteområde	Noe
	Finnhval	VU*	Ikke til stede.	
	Knølhval	LC	Migrerende art, kan forekomme	
HF Tannhvaler	Spekkehogger	LC	Migrerer langs norskekysten. Utbredelse og sannsynlig beiteområde	Noe
	Spermhval	VU*	Migrerende art, utbredelse	
	Nebbhval	LC	Ikke til stede.	
	Kvitskjeving	LC	Stedbunden art, utbredelse og sannsynlig beiteområde	
	Kvitnos	LC	Stedbunden art, utbredelse og sannsynlig beiteområde	
VHF Tannhvaler	Nise	LC	Stedbunden art, utbredelse og sannsynlig beiteområde	Middels
Sel	Havert	VU	Stedbunden art, utbredelse, ca. 30 km nær kaste-, hårfellings- og beiteområde. Kasting september-desember, hårfelling februar-april. Ellers beiteområde.	Middels
	Steinkobbe	LC	Stedbunden art, utbredelse, ca. 30 km nær kaste-, hårfellings- og beiteområde. Kasting september-desember, hårfelling februar-april. Ellers beiteområde.	

Tabell 34 Begrunnelser for verdivurdering av sjøpattedyr i Vestavind F, basert på forvaltningsprioritet (rødlistestatus, kommersiell og økologisk verdi) samt informasjon om funksjonsområder som kan påvirkes ved utbygging i Vestavind F. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. VU: sårbar på Norsk Rødlista.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
LF bardehvaler	noe	Forvaltningsprioritet: Funksjonsområde for kommersielt høstet arter (Vågehval). Finnhval er ikke til stede. Viktige funksjonsområder: Området dekker noen deler av viktige funksjonsområder for vågehval. Knølhval kan forekomme.
HF tannhvaler	noe	Forvaltningsprioritet: Spermhval, som er sårbar (VU) på IUCN rødlista, er utbredt i området, men det er ikke et funksjonsområde. Viktige funksjonsområder: Området dekker noen deler hvor spekkhogger og springere sannsynligvis beiter. Nebbhval er ikke til stede.
VHF tannhvaler	middels	Forvaltningsprioritet: Arter på OSPARs liste og ansvarsart for Norge, og deres funksjonsområder. Viktige funksjonsområder: Vestavind F dekker noen deler av sannsynlig funksjonsområde for nise, et høykonsentrasjonsområde som brukes til beiting og reproduksjon.
Sel	middels	Forvaltningsprioritet: Sårbare arter (Havert) og deres funksjonsområder (kaste-, beite- og hårfellingsområde). Viktige funksjonsområder: Vestavind F dekker noen deler av viktige funksjonsområder for både havert (VU) og steinkobbe.



Figur 24 Verdikart for sjøpattedyr i Vestavind F.

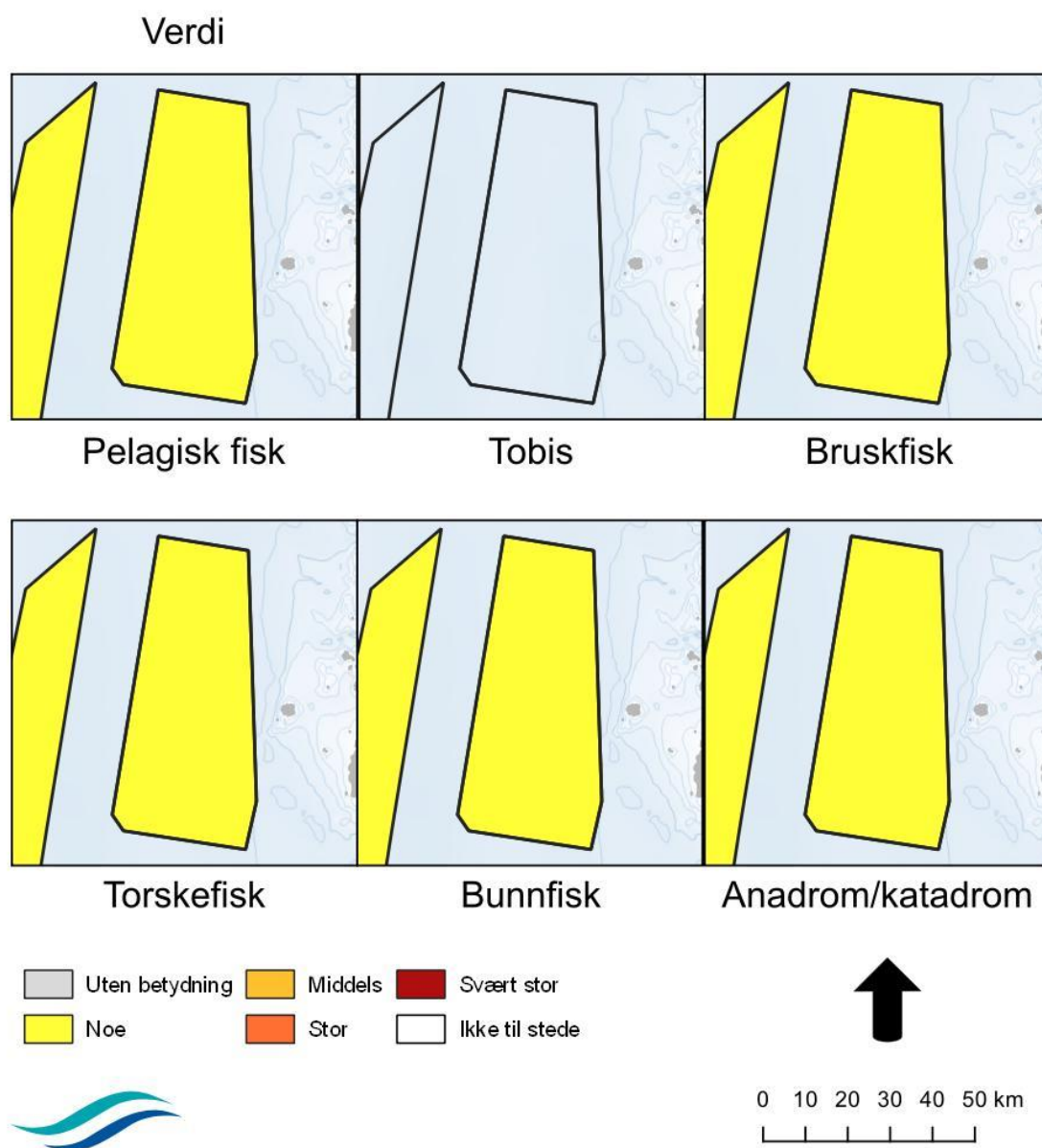
4.2.3.2 Fisk

Arter som er ført på artslisten i kap 3.3.2 med forekomst i området er inkludert i vurdering for Vestavind F. En oppsummering for funksjonsområder til fisk og forekomst av rødlistede arter, OSPAR- og ansvarsarter i området vises i Tabell 35. Tilhørende verdivurdering per gruppe vises i Tabell 47 og Figur 25.

Delområder: Det er ikke identifisert delområder for fisk i Vestavind F.

Tabell 35 Oppsummering av områdets funksjon for fisk med informasjon om tidsperiode for gyting og beiting.. Forekomst av arter med status som Norsk ansvarsart, Norsk rødliste 2021 og OSPAR artene er også indikert. Status på den Norske Rødlista: NA: ikke egnet, LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet.

Gruppe	Gyteområde	Beiteområde	Migrasjons- område	Ansvars-art / rødliste
Pelagisk fisk	Makrell: mai-juli	Makrell, nordsjøsild		
Bruskfisk			Antatt for rødlistede haiarter	Brugde (EN), håbrann (VU), håkjerring (NT), pigghå (NT), storskate (CR), svartskate (VU), nebbskate (EN)
Torskefisk	lange: apr-juni brosme: apr-aug	0-gruppe av nordsjøsei Ungfisk av kolmule		Kolmule (ansvar) Brosme (ansvar) Lange (ansvar)
Bunnfisk			Kveite (gyter kystnært)	Vanlig uer (EN)
Anadrom/ Katadrom			Antatt for laks, ål og havniøye	Laks (NT), Ål (VU), havniøye (NT, OSPAR)



Figur 25 Verdikart for fisk i Vestavind F. Tobis er ikke til stede i området.

Tabell 36 Begrunnelser for verdivurdering av fisk i Vestavind F. Status på den Norske Rødlista: NA: ikke egnet, LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
Pelagisk fisk	noe	Området får verdien "noe" grunnet forekomsten av gyteområde og beiteområde for makrell. Dette er dog kun en liten del av hele beite- og gyteområdet for arten.
Bruskfisk	noe	Av hai er brugde (EN), håbrann (VU), håkjerring (NT), og pigghå (NT) relevant. Disse artene har store utbredelser, men vi antar at de migrerer gjennom, eller tidvis oppholder seg i Vestavind F. Flere arter av rødlistete skater, storskate (CR), svartskate (VU), nebbskate (EN) har antatt utbredelse i området, men er sjelden observert og viktigheten av området til bestandene er usikker. På grunnlag av truetheten av fiskene, den antatte utbredelsen og migrasjonsrutene, samt usikkerhet i forhold til hvor de store gyteområdene og eventuelle store konsentrasjoner av artene befinner seg, får området vurderingen "noe" verdi for bruskfisk.
Torskefisk	noe	Området har noe verdi for torskefisk. Brosme og lange gyter i Vestavind F, men de gyter i hele norskerenna, og viktigheten av gyteområdet som går gjennom området Vestavind F er sannsynligvis ikke så stor. Området er også oppvekstområde for kolmule og sei, men dette strekker seg også over store områder, og viktigheten av disse områdene er nok liten for bestandene (eventuelt større lokalt).
Bunnfisk	noe	I kategorien «bunnfisk» er de kommersielt viktige artene kveite, breiflabb, og vanlig uer som er rødlistet (EN) utbredt i hele Vestavind F-området. Forekomsten av disse artene i området utgjør bare en liten del av deres utbredelse. Gyteområdene til kveite er kystnært, men kveiten er utbredt i store områder, inkludert Vestavind F, før de migrerer til kysten for å gyte. Området vurderes grunnet forekomst av den sterkt truede arten vanlig uer, samt forekomster av kveite som har utbredelsen over større områder langs norskekysten, til å ha "noe" verdi for gruppen "bunnfisk".
Anadrom/katadrom	noe	Grunnet usikkerheter knyttet til migrasjonsruter for den nær truede ålen og laksen, får Vestavind F vurderingen "noe" verdi for anadrom og katadrom fisk. Området kan være i viktige migrasjonsruter for lokale bestander i elver.

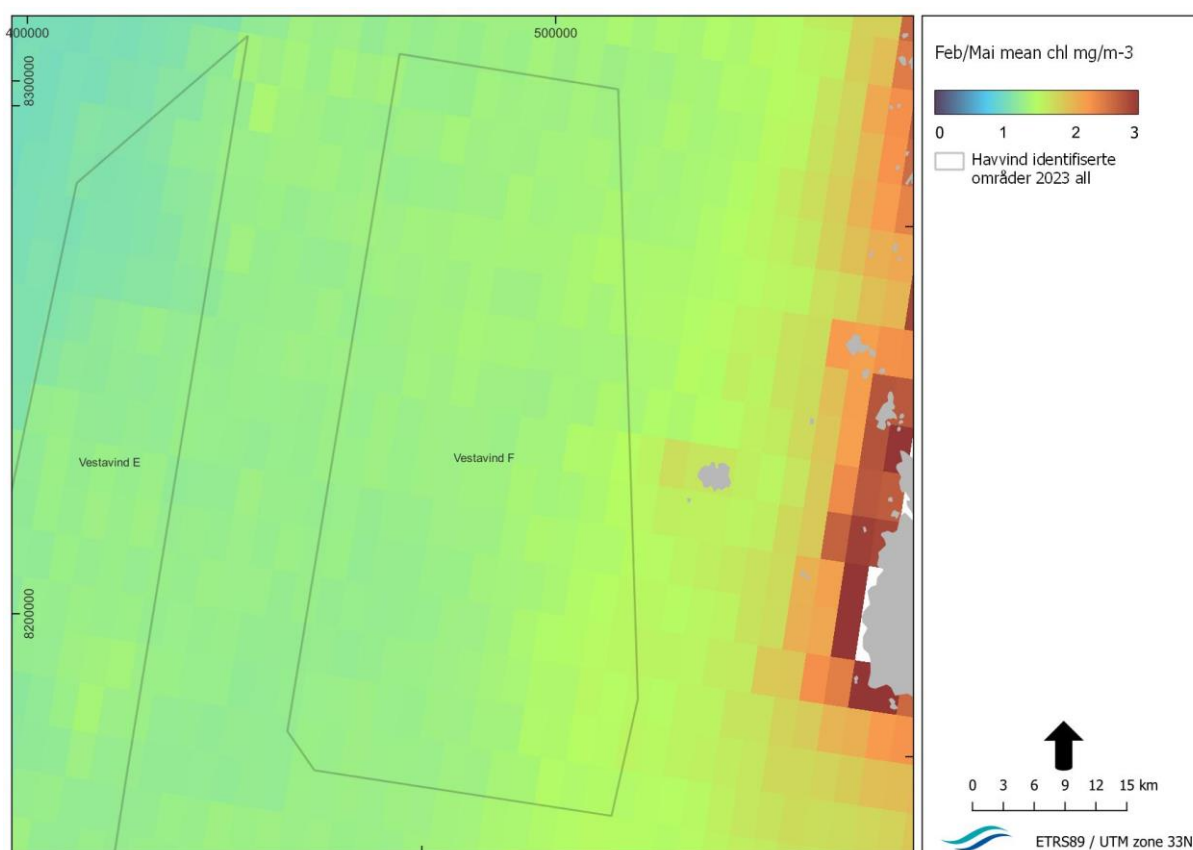
4.2.3.3 Plankton

En beskrivelse av plankton relevant for vurdering av området vises i Tabell 37, og tilhørende verdivurdering per gruppe i Tabell 38 og Figur 27. Vestavind F ligger i et område som er preget av kyststrømmen, og er et område med periodevis middels produktivitet av planteplankton, men som grenser mot et høyproduktivt kystområde (Figur 26, Tabell 38).

Delområder: Det er ikke identifisert delområder for plankton i Vestavind F.

Tabell 37 Oppsummering av relevant informasjon om plankton i Vestavind F.

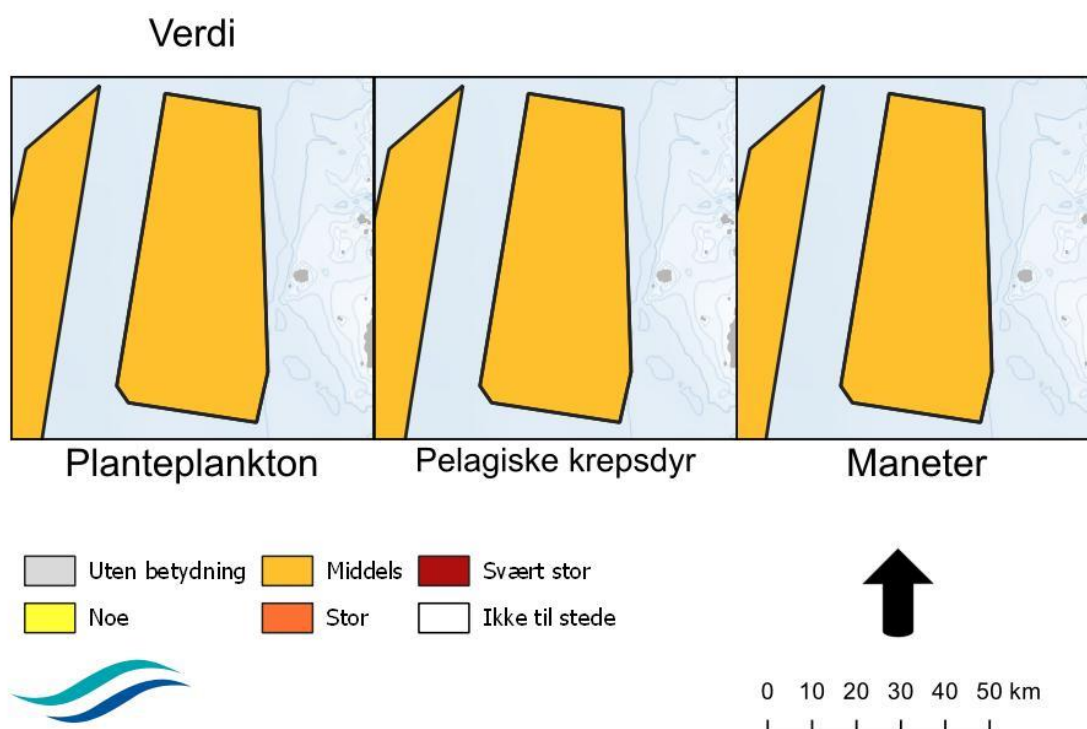
Gruppe	Beskrivelse	Sesongvariasjon
Planteplankton	Middels produktivitet, vanlige arter er til stede, men helhetlig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler	Våroppblomstring: feb-mai Høstopplomstring: aug-okt
Pelagiske krepsdyr	Produktiviteten antas å kunne være middels i perioder. Vanlige arter, som <i>Calanus</i> spp., er til stede, men fullstendig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler	Høy tetthet april - aug
Maneter	Produktiviteten antas å kunne være middels i perioder. Vanlige arter er til stede, men fullstendig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler.	Variabelt, noen følger planteplankton og dyreplankton oppblomstringer. Mangler data fra området.



Figur 26 Gjennomsnitt av overflate-klorofyll-a (i mg/m^3) for våroppblomstringsperioden (februar - mai) for de siste 20 år som indikator for planteplankton-produktivitet.

Tabell 38 Begrunnelser for verdivurdering av plankton i Vestavind F.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
Planteplankton	middels	Området har periodevis middels biologisk produktivitet av planteplankton, og presenterer derfor viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Fordi kunnskapen om denne gruppen og dens utbredelse generelt er for mangelfull, er planteplanktonarter ikke vurdert for eksempel i Norsk rødliste. Sannsynligvis finnes det vanlige arter i område, men disse danner grunnlaget for næringskjeden av lokal/regionalt interesse. Området grenser mot et høyproduktivt kystområde.
Pelagiske krepsdyr	middels	Området har periodevis middels biologisk produktivitet av dyreplankton, og presenterer derfor et viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Fordi kunnskapen om denne gruppen er for mangelfull i området, og mange arter ikke er vurdert for eksempel i Rødlista, er det vanskelig å bruke forvaltningsprioritet. Sammensetningen av samfunnene kan inkludere vanlige arter så vel som sårbare arter. For <i>Calanus spp.</i> er det kommersiell interesse på nasjonalt og internasjonalt nivå, og det er en nøkkelart for økosystemfunksjonalitet. Til tross for stor nasjonal og internasjonal interesse og nøkkelrolle, er arten vidt spredt.
Maneter	middels	Området har periodevis middels biologisk produktivitet av dyreplankton, og presenterer derfor viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Kunnskapen om denne gruppen er for mangelfull i området, og sammensetningen av samfunnene kan inkludere vanlige arter så vel som sårbare arter. Noen av artene i denne gruppen har potensial til å ha negativ økonomisk og økologisk innvirkning ved oppblomstring.



Figur 27 Verdikart for plankton i Vestavind F.

4.2.4 Påvirkning og konsekvens: Vestavind F

4.2.4.1 Pattedyr

Grad av påvirkning på sjøpattedyr fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 39. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 40 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for sjøpattedyr i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 28.

Tabell 39 Grad av påvirkning på sjøpattedyr i Vestavind F i ulike faser av havvind, inkludert beskrivelse av de viktigste påvirkningsfaktorene, og vurdering av eksponering og sårbarhet, med tilhørende usikkerhet. Bokstav og tallkoder brukt i beskrivelser av eksponering, sårbarhet og Påvirkning – begrunnelse henviser til kriterier i Tabell 11. LF: lavfrekvente hvaler, HF: hørfrekvente hvaler, VHF: veldig hørfrekvente hvaler; ALT1: vurderinger for alternativ 1, ALT2: vurderinger for alternativ 2.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksponering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
LF bardehvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Noe forringet ALT 2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringsystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av vågehval, og muligens knølhval, lokalt / regionalt (b)
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksponering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
HF tannhvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringsystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (b)

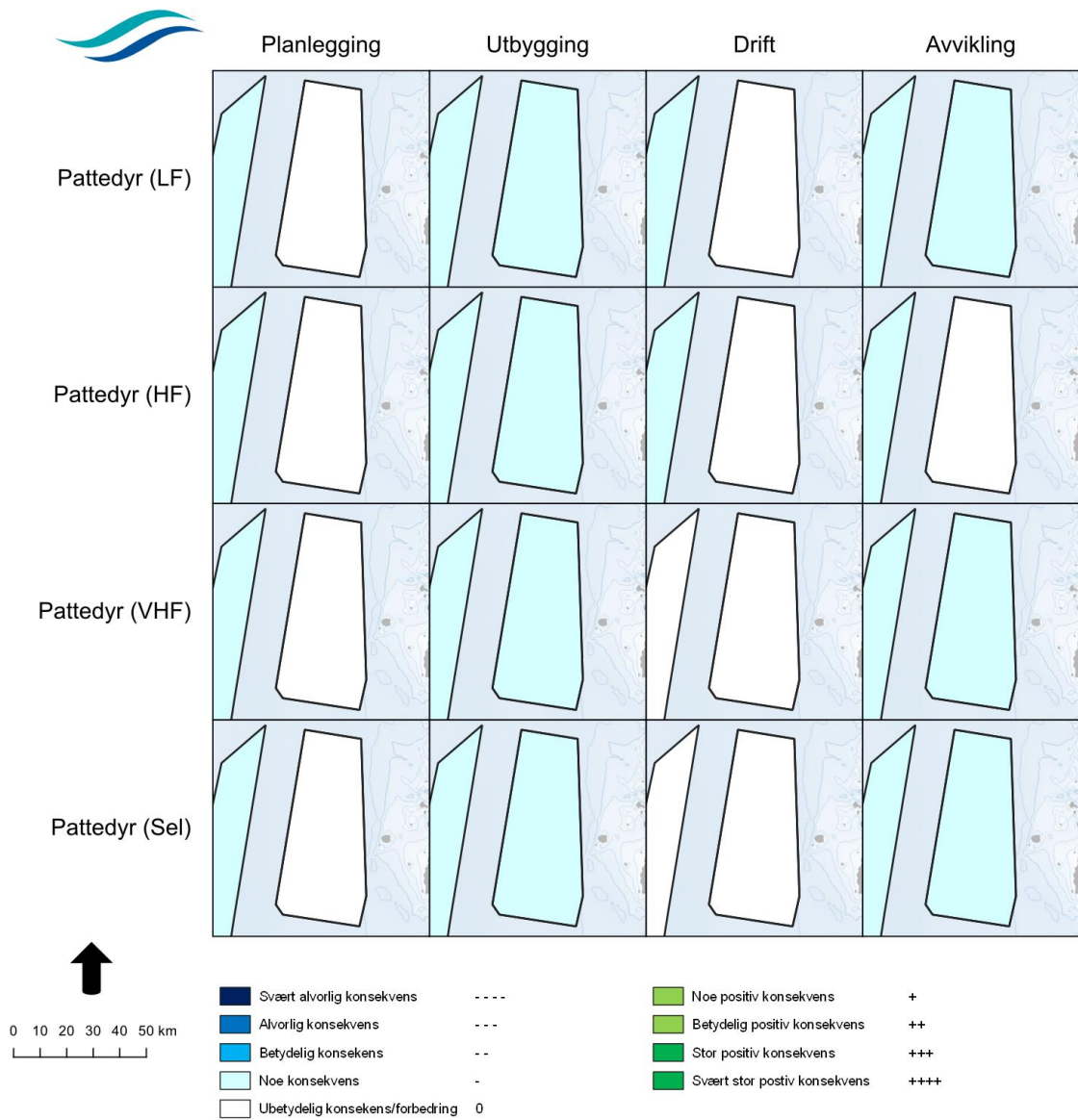
Tabell 39. Fortsettelse.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksposering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
VHF tannhvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Middels	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringsystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite til middels overlapp i rom og tid (3c/4c)	Middels	Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse (2a)	Middels	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Uvesentlig virkning på kort eller lang sikt (2a).
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksposering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
Seler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Ubetydelig ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe og havert lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av anker, legging av kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe og havert lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm. (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent) / Korte smell relatert til forankringsystem (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite til middels overlapp i rom og tid (3c/4c)	Middels	Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse (2a)	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Uvesentlig virkning på kort eller lang sikt (2a).
	Avvikling	Demontering og fjerning av forankringer, kabler mm. (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe og havert lokalt / regionalt (b)

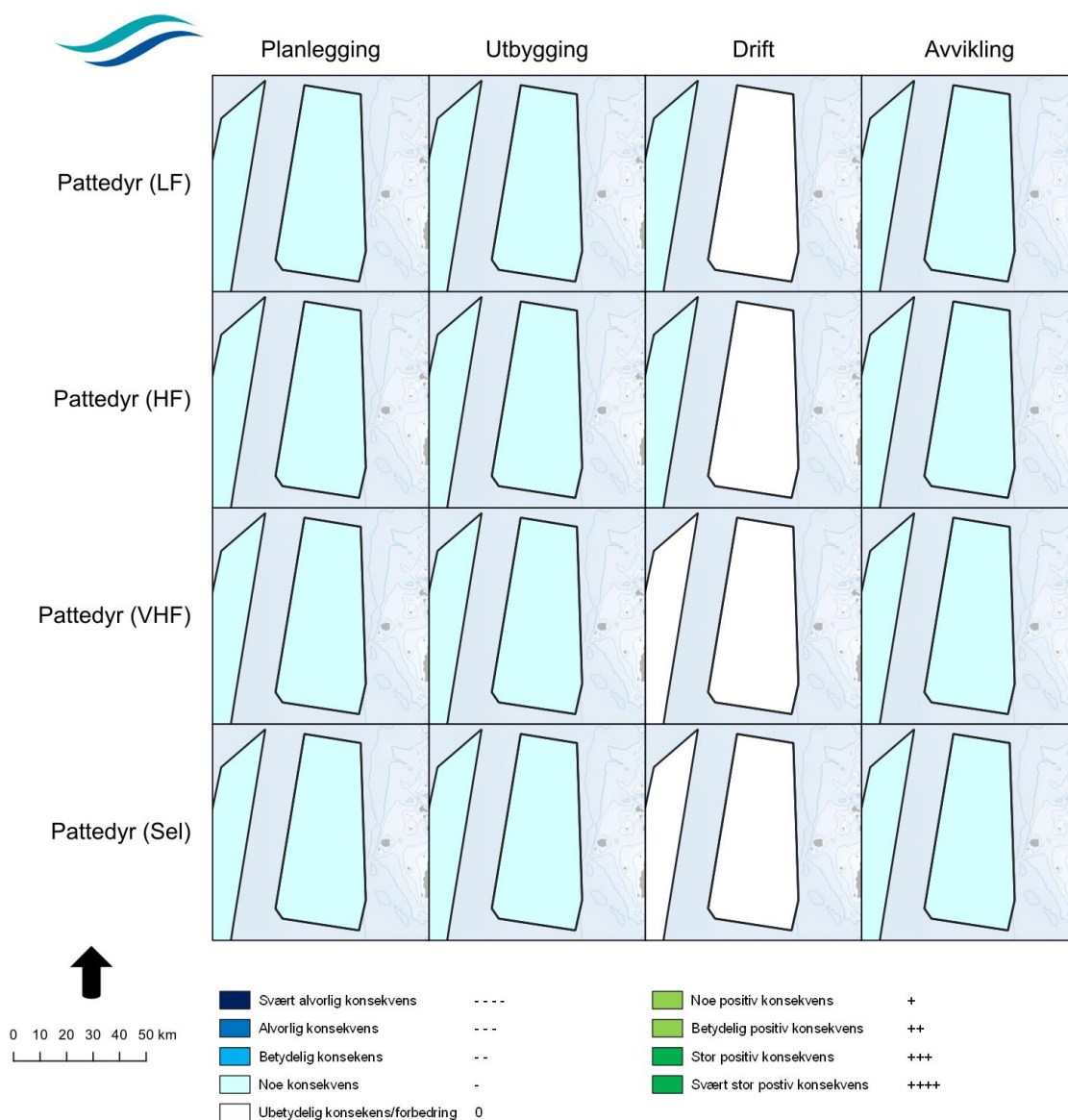
Tabell 40 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. Alt. 1: utvidet kapasitet innenfor prosjektområdene, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal. (- noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, for flere beskrivelser se Tabell 14).

Registrerings-kategori	Fase	Verdi	Påvirkning alt. 1	Konsekvens alt. 1	Påvirkning alt. 2	Konsekvens alt. 2	Usikkerhet
LF bardehvaler	Planlegging	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
HF tannhvaler	Planlegging	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
VHF tannhvaler	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
Sel	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy

A) Alternativ 1



B) Alternativ 2



Figur 28 Konsekvenskart for de fire gruppene av sjøpattedyr i Vestavind F. A) alternativ 1, B) alternativ 2.

Påvirkning

Siden deler av området allerede er åpnet for havvind og utbygging av dette er inkludert i nullalternativet, forventes det at støy fra driftsfasen ikke vil påvirke sjøpattedyr mer enn nullalternativet. Selv om kapasiteten økes eller området utvides, vil det ikke ha noen ytterligere påvirkning i denne fasen på hvaler sammenlignet med etablering av havvind i prosjektområdet. I nullalternativet vil allerede en del av bestandene av HF og LF hvaler kunne bli påvirket gjennom maskering av kommunikasjon. En økning av arealet (alt 2) der denne maskeringseffekten kan forventes vil fortsatt utgjøre en relativt liten del av deres

leveområder, og vurderingen av grad av påvirkning i denne fasen vurderes derfor som ubetydlig endret i forhold til nullalternativet. I planleggingsfasen forventes det kun ytterligere seismiske undersøkelser for alternativ 2, og alternativ 1 vil derfor ikke påvirke sjøpattedyr mer enn nullalternativet. I utbyggings- og avviklingsfasene vurderes at en liten til moderat del av bestandene av alle vurderte arter som er til stede i Vestavind F (Tabell 33) kan bli påvirket i både alternativ 1 og 2.

For alternativ 1 vurderes derfor at havvind vil medføre **noe forringet** tilstand i utbyggings og avviklingsfasen, mens påvirkningen vil være **ubetydelig** i planlegging- og driftsfasen for alle grupper av sjøpattedyr. For alternativ 2 vurderes havvind medføre **noe forringet** tilstand i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, mens påvirkningen vil være **ubetydelig** i driftsfasen for alle grupper av sjøpattedyr (Tabell 39).

Usikkerhet knyttet til *eksponering* er vurdert til **høy** i utbyggings- og avviklingsfasen for alle grupper av sjøpattedyr, da kunnskap om utbredelse av støy i disse fasene for flytende havvind er mangelfull. Generelt sett er det også høy usikkerhet knyttet til funksjonsområder for sjøpattedyr, da de fleste arter er spredt over store områder og ikke har klart avgrensede utbredelser. I planleggings- og driftsfasen er usikkerheten for eksponering vurdert til **middels** for alle grupper av sjøpattedyr, da noen studier eksisterer, men med sprikende resultater. Usikkerhet knyttet til *sårbarhet* er vurdert til **høy** for alle faser og alle grupper av sjøpattedyr utenom VHF hvaler, som ble vurdert til **middels** i planleggings- og driftsfasen, da de fleste studier om effekter av havvind er blitt utført på nise.

Konsekvens: Basert på vurderingene av verdi og grad av påvirkning, vil utbygging av havvind i Vestavind F forventes å medføre **noe negativ konsekvens** for alle grupper av sjøpattedyr i utbygging- og avviklingsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i øvrige faser for *alternativ 1*. For *alternativ 2* forventes utbygging av havvind å medføre **noe negativ konsekvens** i alle faser utenom driftsfasen der det forventes **ubetydelig konsekvens**. Usikkerheten for denne vurderingen er **høy** for alle vurderinger utenom planleggings- og driftsfasen for VHF tannhvaler (**middels**).

Avbøtende tiltak: Forventede konsekvenser er primært relatert til adferdsendringer og maskeringseffekter grunnet ulike typer av støy, samt tilstedeværelsen av fysiske strukturer (fundament, fortøyninger og kabler) i vannet og økt skipstrafikk. Det er per dags dato ikke foreslått noen spesifikke avbøtende tiltak for flytende havvind, men utførelse av støyende aktiviteter utenom viktige perioder for relevante arter i området og valg av minst mulig støyende teknologier vil kunne minske graden av påvirkning. Det vil trenge mer detaljert kunnskap for å kunne vurdere hvilke perioder som er minst viktige for sjøpattedyr i området, og som dermed kan anbefales for gjennomføring av støyende aktivitet.

4.2.4.2 Fisk

Grad av påvirkning på fisk fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 41. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 42 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for fisk i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 29 og Figur 30.

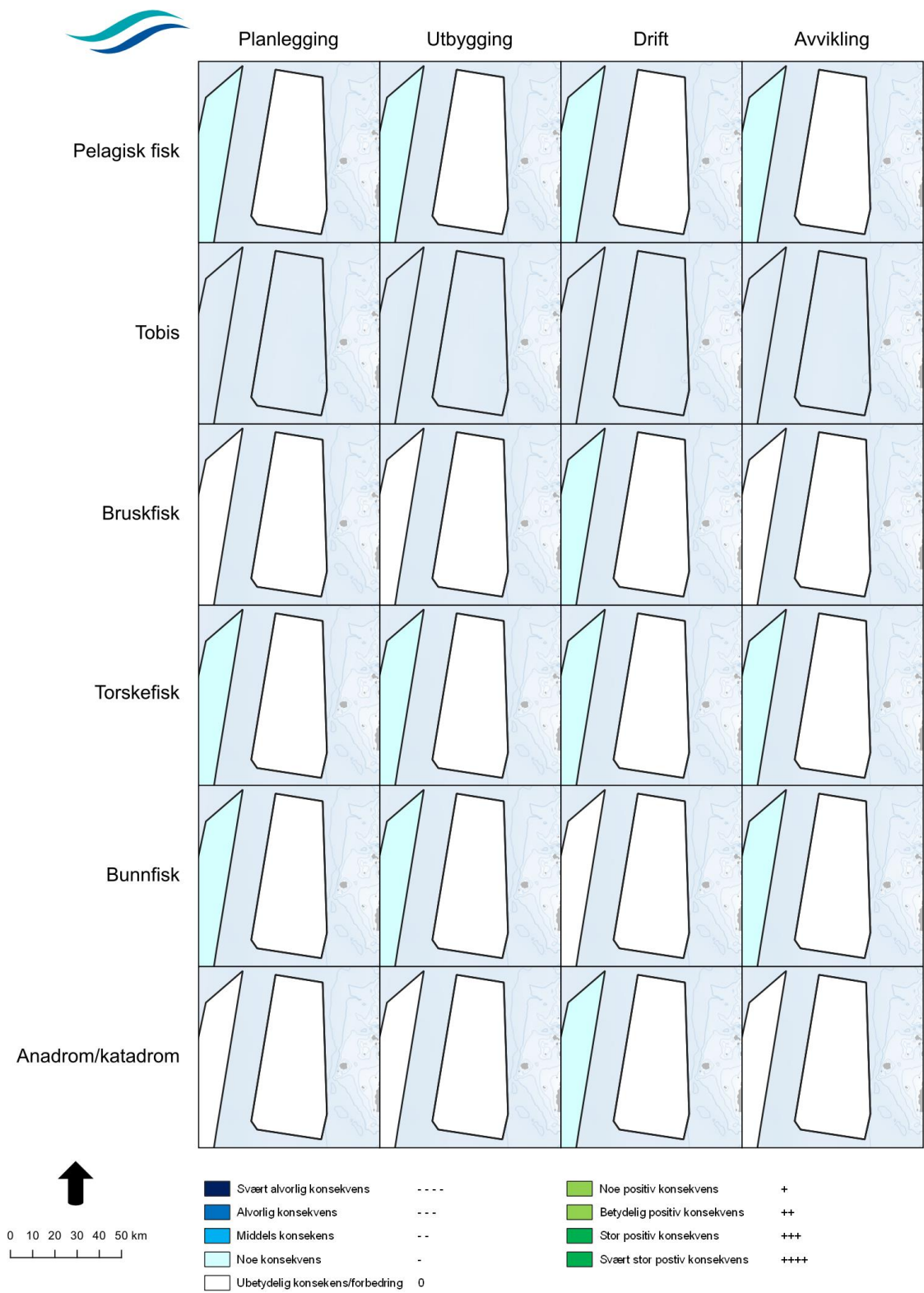
Tabell 41 Grad av påvirkning på fisk i Vestavind F i ulike faser av havvind, inkludert viktigste påvirkningsfaktorer og usikkerhet i vurderingene i både grad av eksponering og sårbarhet til påvirkning. Negative og positive påvirkninger og konsekvenser vurderes separat, og noen grupper kan derfor ha flere rader for samme fase. Alt. 1: utvidet kapasitet innenfor prosjektområdene, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning alt. 1	Påvirkning alt. 2
Pelagisk fisk	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Ubetydelig	Noe forringet
	Utbygging	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Avvikling	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
Bruskfisk	Planlegging	Støy	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Drift	Elektromagnetisme	Middels	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
Torskefisk	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Ubetydelig	Noe forringet
	Utbygging	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Drift	Endret habitat	Lav	Høy	Forbedret	Forbedret
	Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Avvikling	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
Bunnfisk	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Ubetydelig	Noe forringet
	Utbygging	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Drift	Endret habitat	Lav	Høy	Forbedret	Forbedret
	Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Avvikling	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
Anadrom/ katadrom	Planlegging	Støy	Høy	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Høy	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Drift	Elektromagnetisme	Høy	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Høy	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig

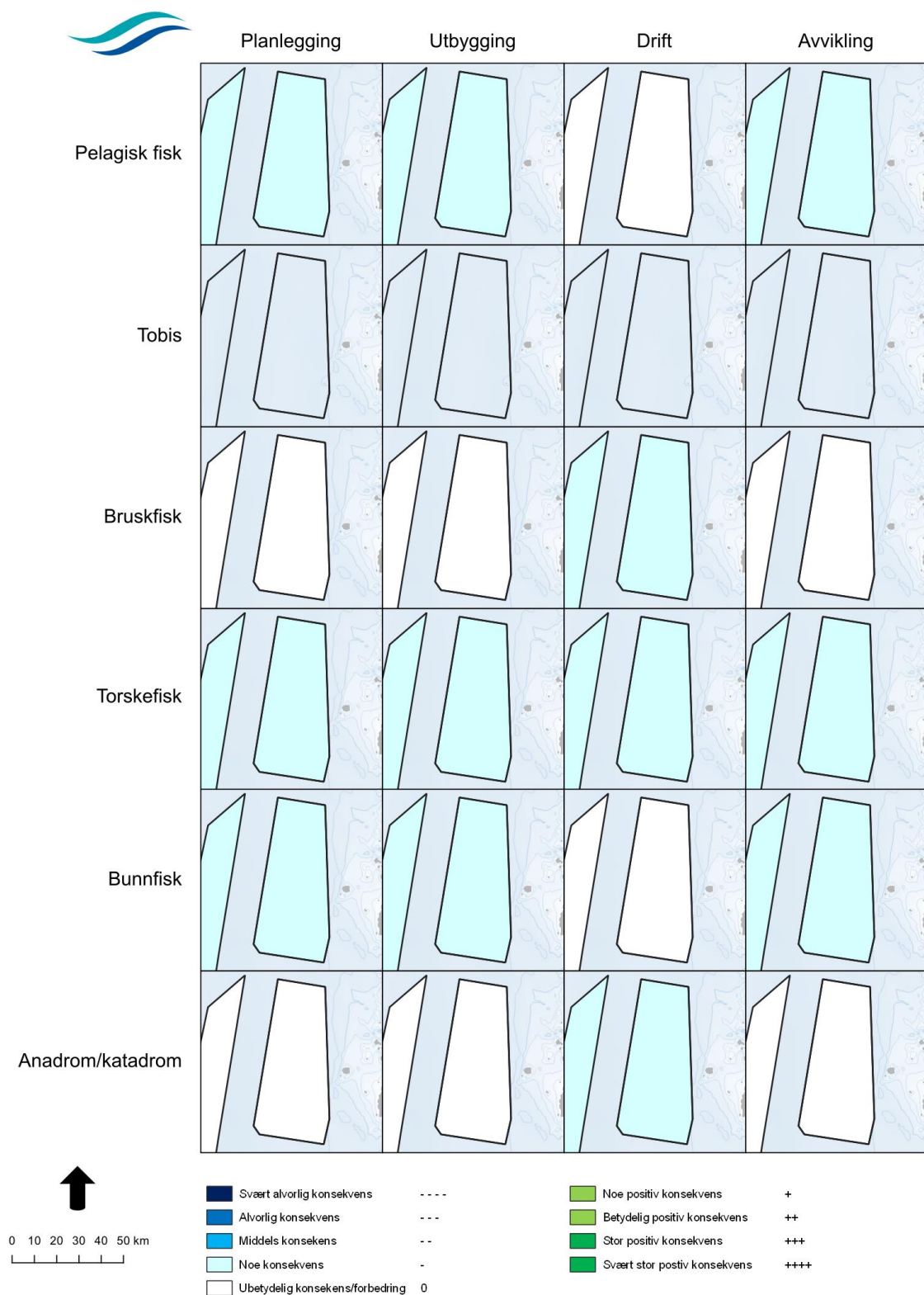
Tabell 42 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. Negative og positive påvirkninger og konsekvenser vurderes separat, og noen grupper kan derfor ha flere rader for samme fase. Alt. 1: utvidet kapasitet innenfor prosjektområdene, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal. (- noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens, for flere beskrivelser se Tabell 14).

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Verdi	Påvirkning alt. 1	Konsekvens alt. 1	Påvirkning alt. 2	Konsekvens alt. 2	Usikkerhet
Pelagisk fisk	Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Lav
	Utbygging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
	Avvikling	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
Bruskfisk	Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Drift	Elektromagnetisme	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
Torskfisk	Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Lav
	Utbygging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Endret habitat	Noe	Forbedret	+	Forbedret	+	Middels
	Drift	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
Bunnfisk	Avvikling	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Lav
	Utbygging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Endret habitat	Noe	Forbedret	+	Forbedret	+	Middels
Anadrom/katadrom	Drift	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
	Avvikling	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Drift	Elektromagnetisme	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy

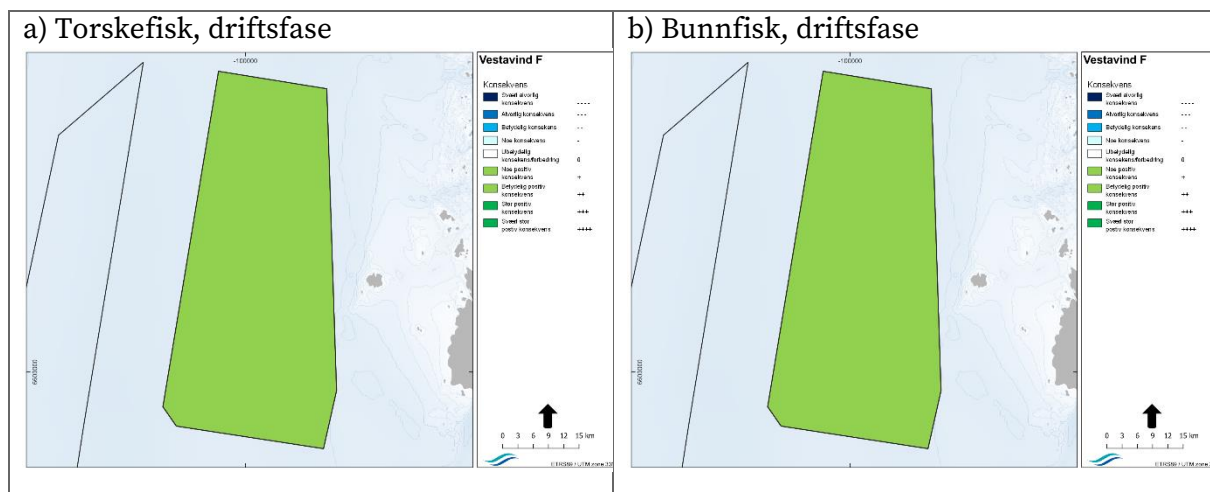
A) Alternativ 1



B) Alternativ 2



Figur 29 Konsekvenskart for negative konsekvenser for fisk i Vestavind F. A) alternativ 1, B) alternativ 2.



4.2.4.2.3 Torskefisk

Påvirkning: Påvirkning av støy under planleggingsfase, utbyggingsfase, driftsfase og avviklingsfase har blitt vurdert til å medføre **noe forringet** tilstand for torskefisk under alt.2, men **ubetydelig** endring under alt. 1. Under driftsfasen forventes det i tillegg en positiv effekt grunnet introduksjon av fysiske habitatdannende strukturer og dannelse av kunstige rev, som forventes gi en **forbedret** tilstand under begge alternativer. Effektene av de negative påvirkningene på fiskebestandene vil være størst i gyteperiodene til lange og brosme mellom april og august.

Konsekvens: Støy fra havvind vurderes å medføre **ubetydelig konsekvens** i alle faser for alternativ 1, og for alternativ 2 forventes **noe negativ konsekvens (middels samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **høy samlet usikkerhet** i de øvrige fasene) for torskefisk i alle faser. I driftsfasen forventes i tillegg en **noe positiv (høy samlet usikkerhet)** effekt grunnet kunstig rev effekt for begge alternativer.

4.2.4.2.4 Bunnfisk

Påvirkning: Bunnfisk (kveite, vanlig uer og breiflabb) vil kunne påvirkes noe negativt gjennom støy under planleggings-, utbyggings-, drift- og avviklingsfasen grunnet bunnfiskens stedegenhet. Alt. 2. vurderes å føre til **noe forringet** tilstand grunnet støy under planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, mens det vil være **ubetydelige** endringer under driftsfasen. I alle fasene under alt. 1 forventes **ubetydelige** endringer, da støynivåene er lavere. I tillegg forventes en positiv effekt på bestandene grunnet introduksjon av habitatdannende fysiske strukturer og kunstig rev effekt, med **forbedret** tilstand under begge alternativer.

Usikkerheten for utbredelse vurderes til **lav**, og usikkerhet for grad av sårbarhet vurderes til **høy** for kunstig rev effekt, **middels** for støy i planleggingsfasen og **høy** for støy i de andre fasene.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes å medføre **ubetydelig konsekvens** for bunnfisk i alle faser for alternativ 1, og for alternativ 2 forventes **ubetydelig konsekvens** i driftsfasen og **noe negativ konsekvens** i øvrige faser (**lav samlet usikkerhet** i planleggingsfase, **middels samlet usikkerhet** i de øvrige fasene). Det vurderes i tillegg å medføre en **forbedring** for bunnfisk (**middels samlet usikkerhet**) under driftsfasen for begge alternativer.

4.2.4.2.5 Anadrom og katadrom fisk

Påvirkning: Migrasjon og adferd hos anadrom og katadrom fisk vil kunne påvirkes av elektromagnetiske felt, særlig under driftsfasen. Tilstand er vurdert som **noe forringet** under alt.2 og **ubetydelig** under alt. 1. Påvirkning i andre faser (støy og forstyrret habitat) vurderes som **ubetydelig**. Usikkerhet vurderes likt for alle faser: **høy** usikkerhet for eksponering og **høy** usikkerhet for grad av sårbarhet.

Konsekvens: Konsekvensen for alle faser er satt til **ubetydelig** for alternativ 1, og for alternativ 2 forventes **noe negativ konsekvens** i driftsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i øvrige faser (**høy samlet usikkerhet** for alle faser i begge alternativer).

4.2.4.2.6 Avbøtende tiltak

Utbygging av havvind i Vestavind F vil trolig gi noen positive (kunstig rev effekt), og negative effekter (støy, elektromagnetiske felt, habitatsforstyrrelse). Vurderingen tar utgangspunkt i at HIs seismikkråd følges i planleggingsperioden. Det er ikke tatt hensyn at annen støyende aktivitet (e.g. kabellegging, boring og graving) ikke overlapper med gyteperioder. Avbøtende tiltak i form av å unngå viktige gyteperioder, migrasjonsperioder og ansamlingsperioder (beiteperioder etc.) hvor fisk kan opptre i store konsentrasjoner under utbygging og avvikling anses å kunne redusere potensielle negative konsekvenser for fisk. Videre kan valg av teknologi, som for eksempel minimerer støy, kunne redusere effektene av havvind også i driftsfasen. Med den tilgjengelige kunnskapen er perioden fra september til mars tidsrommet med minst påvirkning på fisk fra planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen (kap. 4.1.3.2).

4.2.4.3 Plankton

Grad av påvirkning på plankton fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 43. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 44 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for plankton i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 31.

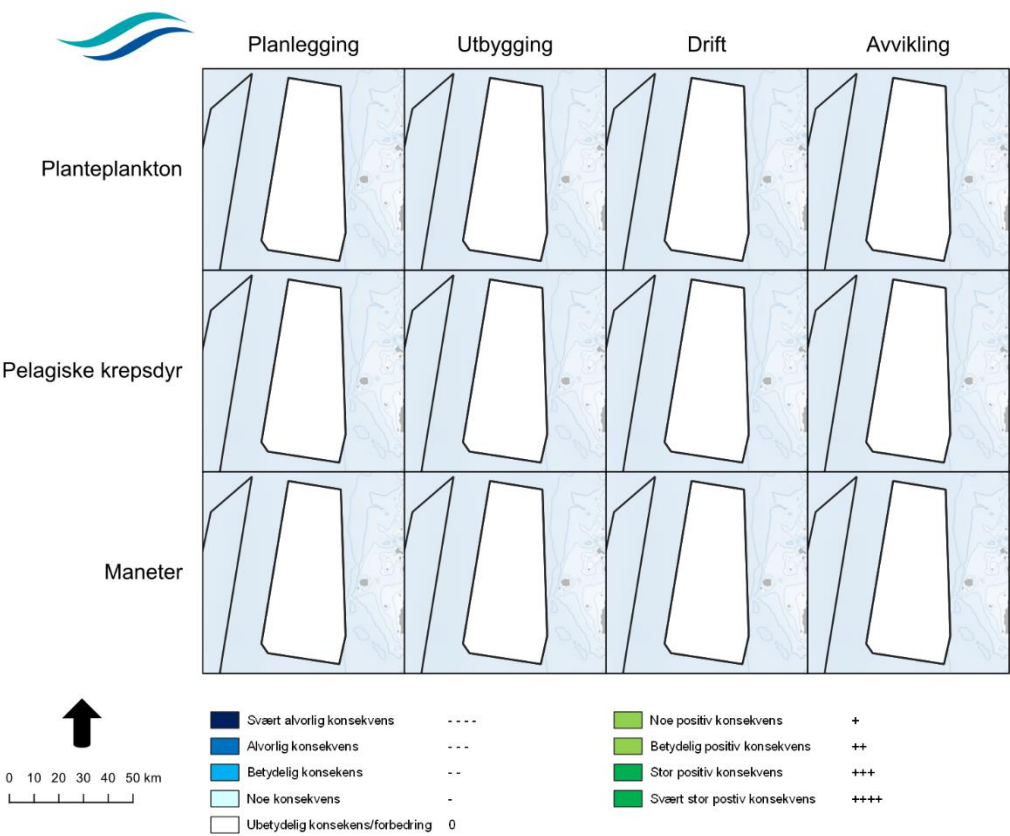
Tabell 43 Grad av påvirkning på plankton i ulike faser av havvind i Vestavind F, inkludert viktigste påvirkningsfaktorer og usikkerhet i vurderingene i både grad av eksponering og sårbarhet til påvirkning. "-" indikerer at det ikke er identifisert noen relevante påvirkningsfaktorer med dokumenterte virkninger for gruppen. Merk at økningen av maneter her er vurdert fra et økosystem- og menneskelig perspektiv. Alt. 1: utvidet kapasitet innenfor prosjektområdene, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning alt. 1	Påvirkning alt. 2
Planteplankton	Planlegging	-	Lav	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	Oseanografiske endringer	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Drift	Oseanografiske endringer, kunstig-rev-effekt	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Avvikling	Oseanografiske endringer	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
Pelagiske krepsdyr	Planlegging	Støy	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Drift	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Avvikling	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
Maneter	Planlegging	-	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	-	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Drift	Oseanografiske endringer, kunstig-rev-effekt	Middels	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
	Avvikling	-	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig

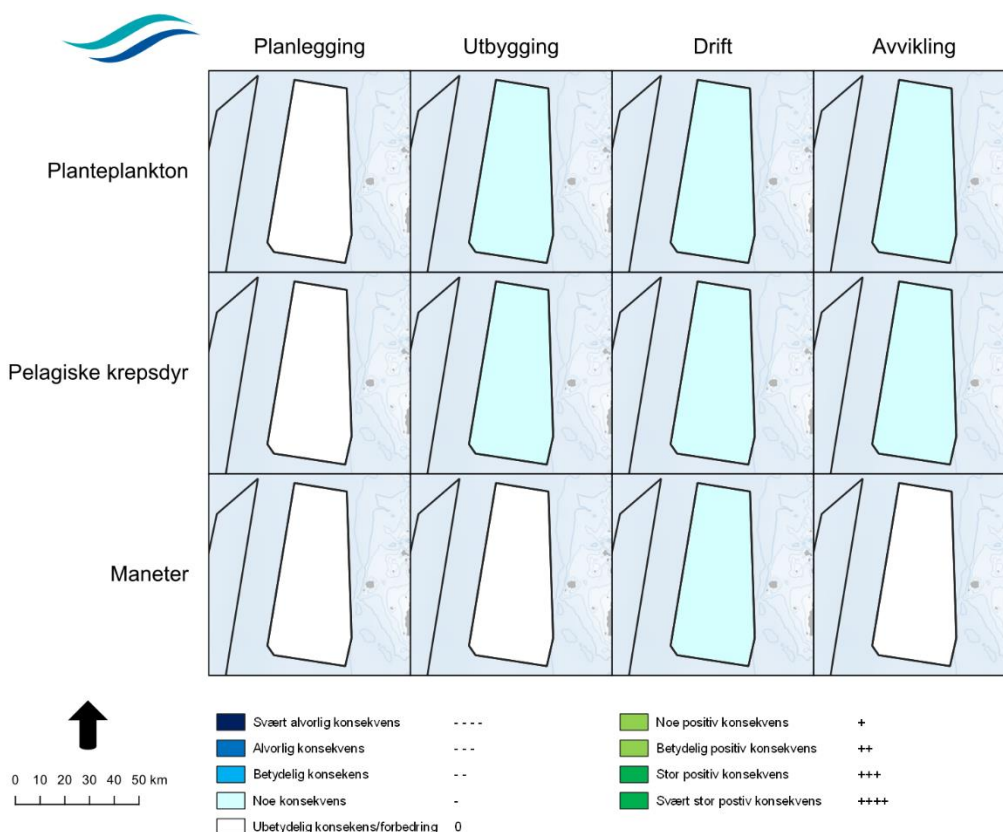
Tabell 44 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens for plankton, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. Alt. 1: utvidet kapasitet innenfor prosjektområdene, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal. (- noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens, for flere beskrivelser se Tabell 14).

Registrerings-kategori	Fase	Verdi	Påvirkning alt. 1	Konsekvens alt. 1	Påvirkning alt. 2	Konsekvens alt. 2	Usikkerhet
Planteplankton	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
	Utbygging	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	Avvikling	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
Pelagiske krepsdyr	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
Maneter	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy

A) Alternativ 1



B) Alternativ 2



Figur 31 Konsekvenskart for de tre gruppene av plankton i Vestavind F. A) alternativ 1 og B) alternativ 2.

4.2.4.3.1 Planteplankton

Planteplankton er til stede i området hele året. Det vurderes at områdets funksjon som middels produktivt område vil bli negativt påvirket av all type utbygging av havvind i utgangspunktet og dette er knyttet til oseanografiske endringer. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til koblingen mellom de fysiske endringene og produktiviteten for planteplankton gjennom alle faser av livssyklusen til havvindanlegget (se kap. 2.4.3). Endring av produktiviteten er derfor svært vanskelig å forutsi.

Påvirkning alternativ 1: Påvirkningen vurderes **ubetydelig** sammenlignet med nullalternativet ettersom strømnings- og lysforhold allerede påvirkes gjennom utbyggingen i nullalternativet. Gjennom en fortetning av turbiner blir oseanografiske forhold sannsynligvis forandret ytterligere, men det antas at planteplanktonsamfunnet og -produktiviteten ikke forandres i tilsvarende stor grad.

Påvirkning alternativ 2: Påvirkningen vurderes **noe forringet** sammenlignet med nullalternativet ettersom utbygging av et dobbelt så stort areal forandrer strømnings- og lysforhold og dermed sannsynligvis også planktonsamfunnet og -produktivitet i et betydelig større område. Vestavind F har kort avstand til kysten som er et høyproduktivt område som kan bli påvirket i større grad av et større havvindanlegg. I planleggingsfasen vurderes

påvirkningen **ubetydelig** grunnet dens kortvarige karakter og liten innvirkning på strømnings- eller lysforhold.

Usikkerheten for eksponering forventes å være **lav** for alle fasene, siden planteplankton er til stede overalt og med sikkerhet vil overlappe med påvirkningsfaktorer fra havvind. Usikkerheten for sårbarhet vurderes til **høy** på grunn av stor usikkerhet i både størrelse og retning på effekter av endrede oseanografiske forhold på planteplanktonproduktivitet og fysiologi. For planleggingsfasen er usikkerhet for sårbarhet også **høy** på grunn av lite kunnskap om effekter fra seismikk på planteplankton. Generell usikkerhet vurderes derfor til **middels** i alle fasene.

Konsekvens alternativ 1: Utbygging av havvind vurderes medføre **ubetydelig konsekvens** for planteplankton (**middels usikkerhet**).

Konsekvens alternativ 2: Utbygging av havvind vurderes medføre **noe negativ konsekvens** for planteplankton (**middels usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For planteplankton finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Det kan tenkes at f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet kan påvirke hvor mye strømningsforhold endres, men det er fortsatt for lite kunnskap om hvordan et havvindanlegg bør utformes i ulike miljøer for å gi minst mulig oseanografisk påvirkning. Dette vil eventuelt kunne utforskes ved bruk av fysiske havmodeller.

4.2.4.3.2 Pelagiske krepsdyr

Påvirkning alternativ 1: Påvirkningen vurderes **ubetydelig** sammenlignet med nullalternativet ettersom strømnings- og lysforhold allerede påvirkes gjennom utbyggingen i nullalternativet.

Påvirkning alternativ 2: Basert på forventede effekter på planteplankton vurderes det at pelagiske krepsdyr mest sannsynlig vil bli negativt påvirket av utbygging av havvind, og at en **noe forringet** tilstand vil forekomme i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen. I planleggingsfasen er påvirkningen vurdert **ubetydelig** grunnet dens kortvarige karakter og liten innvirkning på oseanografiske forhold, lyd eller lys. Pelagiske krepsdyr kan potensielt påvirkes av en rekke ulike faktorer relatert til utbygging av havvind (kap. 3.5.5), men det finnes relativt få studier og det er usikkerhet knyttet til vurderingene som blir gjort her.

Usikkerhet for eksponering forventes å være **middels** for alle fasene. Selv om påvirkningene fra havvind med sikkerhet vil overlappe med utbredelsen av pelagiske krepsdyr som gruppe, er det fortsatt stor mangel på kunnskap om ulike arters utbredelse, sesongvariasjoner og viktige funksjonsområder, som f.eks. kritiske habitater for deres livssyklus osv. Usikkerhet for sårbarhet vurderes til **høy** i alle faser grunnet lavt kunnskapsnivå om virkninger fra havvind på pelagiske krepsdyr. Generell usikkerhet vurderes til **høy** for alle faser.

Konsekvens alternativ 1: Utbygging av havvind vurderes medføre **ubetydelig konsekvens** for pelagiske krepsdyr (**høy usikkerhet**).

Konsekvens alternativ 2: Utbygging av havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** for *Calanus* spp. og andre pelagiske krepsdyr i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i planleggingsfase (**høy usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For dyreplankton finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Som for planteplankton kan det tenkes at f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet kan påvirke hvor mye strømningsforhold endres, men det er fortsatt for lite kunnskap om hvordan et havvindanlegg bør utformes i ulike miljøer for å gi minst mulig oseanografisk påvirkning. Bruk av teknologi som reduserer nivåer av støy, lys og elektromagnetiske felt vil også kunne bidra til redusert grad av påvirkning, men dette er usikkert.

4.2.4.3.3 Maneter

Påvirkning alternativ 1: Påvirkningen vurderes **ubetydelig** sammenlignet med nullalternativet ettersom den kunstig rev effekten allerede oppstår og bidrar til endringer gjennom utbyggingen i nullalternativet.

Påvirkning alternativ 2: Det vurderes at manetene i området vil bli påvirket i liten grad av havvind. Utbygging av et større areal vil medføre en **ubetydelig** forringelse av tilstanden i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, og **noe forringet** tilstand i driftsfasen. Generelt sett har det blitt vurdert at maneter vil dra nytte av ekstra kunstige rev i området, da det gir nye habitater for polypplarver (kap. 3.5.5). Mens dette ikke er så relevant i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfase, er det sannsynlig i driftsfasen. En økning i manetpopulasjoner kan ha negative effekter på andre deler av økosystemet og på menneskelige aktiviteter. Denne påvirkningen vurderes derfor medføre **noe forringet tilstand** i driftsfasen sammenlignet med nullalternativet.

Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til koblingen mellom endringer og diversitet og produktivitet for maneter i område. Usikkerhet for eksponering forventes å være **middels** for alle fasene. Selv om påvirkningene fra havvind med sikkerhet vil overlappe med utbredelsen av maneter som gruppe, er kunnskapen om ulike arters utbredelse, sesongvariasjoner og livssyklus svært begrenset for flere arter, spesielt småmaneter. Usikkerhet for sårbarhet vurderes til **høy** i alle faser grunnet svært lavt kunnskapsnivå (i praksis ikke-eksisterende) om virkninger fra havvind på maneter. Generell usikkerhet vurderes til **høy** for alle faser.

Konsekvens alternativ 1: Utbygging av havvind vurderes medføre **ubetydelig konsekvens** for maneter (**høy usikkerhet**).

Konsekvens alternativ 2: Utbygging av havvind vurderes medføre **noe negativ konsekvens** for maneter i driftsfasen og **ubetydelig konsekvens** i de andre fasene (**høy usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For maneter finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Hvis fremtidig teknologisk utvikling muliggjør metoder for å redusere begroing på strukturer, vil eventuelle negative konsekvensene av økte manetoppblomstringer kunne reduseres.

4.2.5 Kunnskapsmangler: Vestavind F

Det er ikke identifisert noen områdespesifikke kunnskapsmangler for Vestavind F. For generelle kunnskapsmangler knyttet til naturmangfold i de frie vannmasser og havvind, se kap. 2.5.

4.3 Sørvest F

4.3.1 Sammendrag: Sørvest F

Sørvest F er et flatt område i nordlig del av Nordsjøen med middeldybde på 60 m. Det er noe internasjonal fiskeriaktivitet, men lite annen næringsvirksomhet i området. Vannmassene er sesongmessig stratifisert og har lav planteplanktonproduksjon. Området benyttes som beiteområde av vågehval og sannsynligvis kvitskjeving, kvitnos, nise og kystsel. Innenfor Sørvest F er det gyteområder for makrell, tobis, rødspette og flere arter av torskefisk (lange, brosme, hyse, og hvitting), beiteområde for pelagisk fisk (makrell, nordsjøsild) og sannsynligvis vandringsområde for både kveite som gyter langs kysten, ulike rødlistede haiarter, laks og ål.

Forventede konsekvenser av utbygging av flytende havvind i Sørvest F er oppsummert i Tabell 45. Utbygging av ytterligere ett havvindområde innenfor Sørlige Nordsjø II (alt 1) eller i tilleggsareal (alt 2) vurderes i de fleste tilfeller å ha lik konsekvens for pelagisk naturmangfold, med **noe negativ konsekvens** for sjøpattedyr, fisk og plankton in minst en av fasene. Mest negative konsekvenser er forbundet med utbyggingsfasen, primært relatert til støy i forbindelse med pæling av bunnfaste fundamenter, men også forstyrrelse av bunnsubstrat. Dette forventes å medføre **middels negativ konsekvens** for tobis og for torskefisk i delområde F2 (gyteområde for flere arter, bl.a. brosme og lange). Tobis har sterk tilknytning til havbunn og det vil for denne gruppen forventes **middels negative konsekvenser** også i drifts- og avviklingsfasen relatert til forringelse av bunnhabitat for tobis. Den eneste forskjellen i konsekvens for pelagisk naturmangfold mellom alternativene i Sørvest F er i driftsfasen for de to delområdene for torskefisk. Der vil alternativ 1 innebære etablering av havvind innenfor Sørlige Nordsjø II, som tilsvarer delområde F2 (sør), og derfor ha størst konsekvens for dette delområdet. Alternativ 2 innebærer etablering av havvind i tilleggsareal, som tilsvarer delområde F1 (nord), og konsekvensen av havvind er derfor størst i dette delområdet. Stor kunnskapsmangel, om både utbredelse av arter og funksjonsområder og om effekter fra havvind, medfører **middels til høy usikkerhet** i vurderingene for de fleste grupper.

I driftsfasen av havvindanlegget forventes en kunstig rev effekt, der introduserte harde strukturer kan koloniseres av et mangfold av fastsittende organismer og ha en habitatdannende funksjon. Dette forventes å kunne ha en tiltrekkende effekt med mulige **positive konsekvenser**, spesielt forbedrede oppvekstvilkår for torskefisk og bunnfisk. Kunstige rev kan også øke areal på habitat for polypper og dermed ha potensial til å øke manetpopulasjoner. Selv om manetblomstringer er naturlige fenomener, kan de ha negative konsekvenser for andre deler av økosystemet og menneskelige aktiviteter. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til kunstig rev effekter på pelagisk naturmangfold. En ytterligere positiv effekt på fiskebestander kan forventes i noen havvindområder på grunn av at fiskeri mest sannsynlig ikke vil forekomme i områder med havvindanlegg. Da det i dag foregår noe fiskeri i området for Sørvest F er det mulig at denne effekten kan virke positivt på noen av fiskebestandene her.

Relevante avbøtende tiltak for Sørvest F vil være plassering av havvindanlegg for å unngå områder med bunnsubstrat egnet for tobis, og gyteområder for torskefisk med høyest verdi (F2) bør unngås. Det anbefales derfor å gjennomføre detaljert bunnkartlegging av bunnsubstrat for å unngå plassering av turbiner og kabeltraseer i områder som er egnet for tobis. I planleggings-, utbyggings- og avviklingsfase kan påvirkning reduseres ved å unngå støyende aktivitet i viktige gyte-, migrasjons- og ansamlings-perioder (f.eks. beiteperioder.) for fisk og sjøpattedyr. Særlig viktig er det å unngå gyteperioder for tobis (desember –

februar) og brosme og lange (april – juni). For andre generelle avbøtende tiltak relatert til ulike teknologier for redusering av påvirkningsfaktorer, se kap. 2.4.1.3, 2.4.2.5, 2.4.3.7.

Tabell 45 Oppsummering av forventede konsekvenser fra utbygging av havvind i Sørvest F. Tegn og farge viser konsekvenskategori (-- middels negativ konsekvens, - noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens, for flere beskrivelser se Tabell 14). For torskefisk blir vurderingene gjort for to ulike delområder basert på utbredelse av gyteområder (Figur 36). Noe negativ konsekvens for maneter i driftsfasen er relatert til uønskede effekter av manetoppblomstringer.

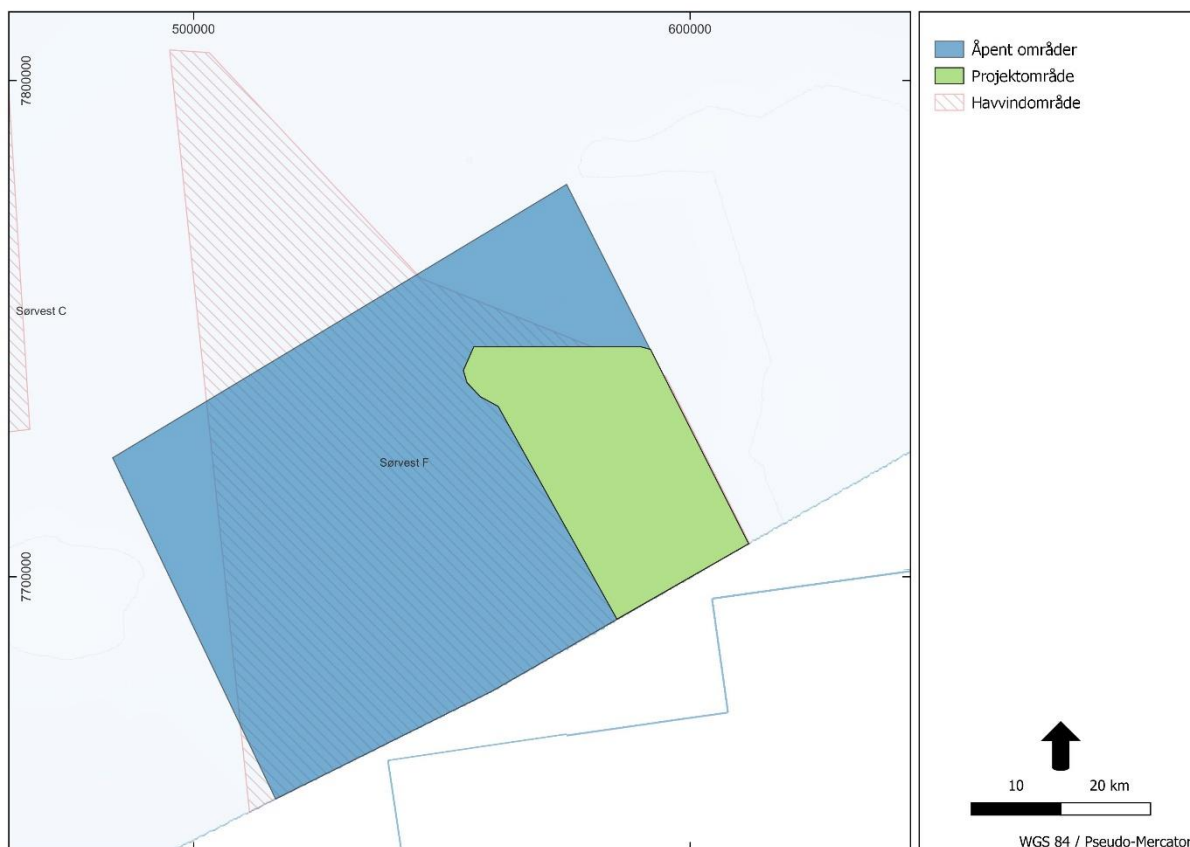
Gruppe	Registreringskategori	Alternativ 1				Alternativ 2			
		Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling
Sjøpattedyr	Lavfrekvente hvaler (LF)	-	-	0	-	-	-	0	-
	Høyfrekvente hvaler (HF)	-	-	0	-	-	-	0	-
	Veldig høyfrekvente hvaler (VHF)	-	-	0	-	-	-	0	-
	Sel	-	-	0	-	-	-	0	-
Fisk	Pelagisk fisk	-	-	0	-	-	-	0	-
	Tobis	-	--	--	--	-	--	--	--
	Bruskfisk	0	0	-	0	0	0	-	0
	Torskefisk 1	-	-	0	-	-	-	-	+
	Torskefisk 2	-	--	-	+	-	--	0	-
	Bunnfisk	-	-	0	+	-	-	0	+
	Anadrom/Katadrom	0	0	-	0	0	0	-	0
Plankton	Planteplankton	0	-	-	-	0	-	-	-
	Pelagiske krepsdyr	0	-	-	-	0	-	-	-
	Maneter	0	0	-	0	0	0	-	0

4.3.2 Områdebeskrivelse og nullalternativ: Sørvest F

I nullalternativet for Sørvest F inngår utbygging av 3 GW som Sørlige Nordsjø II allerede er åpnet for, med en installert kapasitet inntill 1,5 GW i fase 1 som beskrevet i utlysningssnotat, og utbygging av 1,5 GW i resterende område av Sørlige Nordsjø II innenfor grensene for Sørvest F. I denne utredningen vurderes virkninger for kapasitetsutvidelse utover dette for to ulike alternativer: Alternativ 1: Kapasitetsutvidelse ved nye havvindanlegg innenfor ikke tildelt område i Sørlige Nordsjø II, innenfor grensene til Sørvest F, og Alternativ 2: Nye

havvindanlegg i tilleggsareal på 525 km² nord for det åpnete området Sørliche Nordsjø II (Figur 32). For vurderingene legges til grunn utbygging av 1,5 GW bunnfast havvind for hvert alternativ, som beskrevet for referanseprosjekt (kap. 3.5.1).

I Sørvest F er to arealer anbefalt fjernet fra Sørliche Nordsjø II, og disse vurderes ikke for utbygging i noen av alternativene. Området i nordøst er fjernet på grunn av forekomst av tobis, og det i nordvest på grunn av etablerte korridorer for skipstrafikk.



Figur 32 Kart over åpnete områder (grønn og blå: Sørliche Nordsjø II) og tilleggsareal for Sørvest F (skravert område). Et prosjektområde (fase 1) er tildelt for utbygging av 1,5 GW (grønn). I nullalternativet inngår utbygging av dette i fase 1 og utbygging av ytterligere 1,5 GW innenfor resterende deler av Sørliche Nordsjø II men innenfor grensene til Sørvest F (blått, skravert område). Denne utredningen vurderer virkningner av 1) utbygging av ytterligere ett havvindanlegg innenfor ikke tildelt område av Sørvest F (blått, skravert område) og 2) utbygging av nytt havvindanlegg i tilleggsareal utenfor Sørliche Nordsjø II (skravert, ikke blått).

De to alternativene innebærer utbygging av havvind i to ulike områder, og det forventes i utgangspunktet at utbygging av bunnfast havvind, tilsvarende et referanseprosjekt, i de to ulike områdene (innenfor Sørliche Nordsjø II, eller i tilleggsareal for Sørvest F) vil ha lik påvirkning på pelagisk naturmangfold generelt (Tabell 46). Forskjeller kan imidlertid oppstå hvis det f.eks. er overlapp med gyteområde eller lignende i kun det éne alternativet.

For vurderingene legges det til grunn at de to alternativene gir påvirkninger i en planleggings- og utbyggingsfase, samtidig som havvindanlegg i eksisterende tildelt område er i driftsfasen. Driftsfasene og avviklingsfase for de to områdene forventes å overlappe i tid.

Tabell 46 Antakelser om forskjeller i intensitet og utbredelse av påvirkningsfaktorer ved de to alternativene for økt kapasitet, sammenlignet med utbygging kun i tildelt område av Sørliche Nordsjø II (nullalternativ). Fysisk påvirkning inkluderer fysiske forstyrrelser i miljøet, f.eks. sedimentoppvirvling (særlig i utbyggingsfase) og kunstig rev effekt (harde strukturer).

Påvirknings-faktor	Alternativ 1 (økt kapasitet i åpent område)	Alternativ 2 (utbygging i tilleggsareal)
Oseanografiske endringer	Liten økning pga. større areal med havvind i nærområdet (kun driftsfase)	Liten økning pga. større areal med havvind i nærområdet (kun driftsfase)
Elektromagnetisk stråling	Liten økning, pga. større areal med havvind i nærområdet og dermed mer kabler. Påvirkning nært havbunn (kun driftsfase).	Liten økning, pga. større areal med havvind i nærområdet og dermed mer kabler. Påvirkning nært havbunn (kun driftsfase).
Undervannsstøy	Økning fordi seismikk, pælingsaktivitet og konstruksjonsstøy vil bli utvidet i tid og rom (planlegging-, utbygging- og avviklingsfase), og et større område vil bli påvirket av støy (driftsfase)	Økning fordi seismikk, pælingsaktivitet og konstruksjonsstøy vil bli utvidet i tid og rom (planlegging-, utbygging- og avviklingsfase), og et større område vil bli påvirket av støy (driftsfase)
Lysforurensing	Økning fordi et større område vil bli påvirket av lys (alle faser, fra skip og turbiner)	Økning fordi et større område vil bli påvirket av lys (alle faser, fra skip og turbiner)
Fysisk påvirkning	Økning fordi et større område vil bli påvirket av fysiske installasjoner. (utbygging, drift, avvikling)	Økning fordi et større område vil bli påvirket av fysiske installasjoner. (utbygging, drift, avvikling)

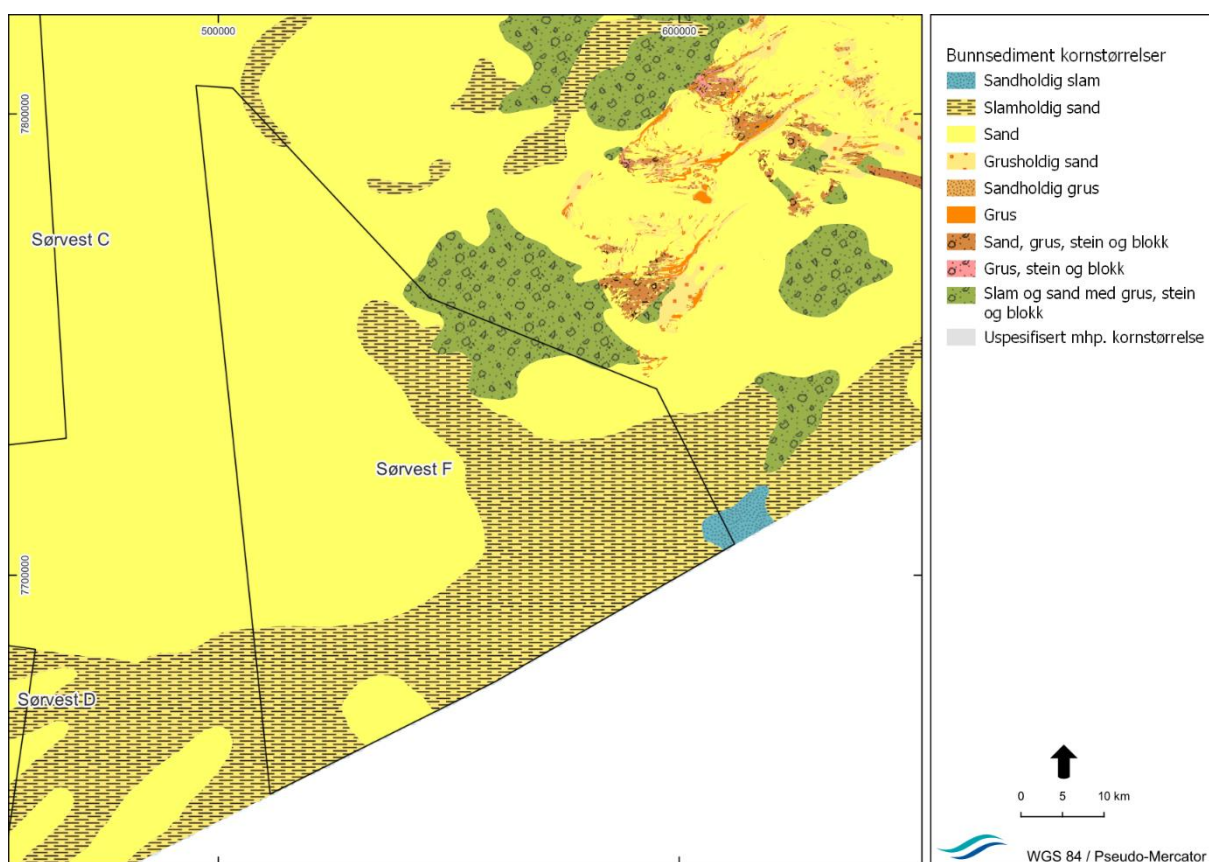
Nåværende status ved Sørvest F med hensyn til relevante miljøforhold og pågående aktiviteter er vist i Tabell 47, Figur 33 og Figur 34.



Figur 33 Dybdeforhold og SVO-områder i området for Sørvest F.

Tabell 47. Oversikt over planlagt teknologi for havvind, dagens miljøstatus og generelle forhold ved Sørvest F.

Sørvest F	
Planlagt teknologi for havvind	Bunnfaste turbiner
Størrelse	2702 km ²
Dybde (gj.sn. (± std.av.))	60 m (± 1 m)
Substrat	Dominerende sediment-typer er sand og slamholding sand.
Vannforhold	Området er dominert av tidevann med svake strømmer. Det oppstår sesongmessig stratifisering rundt april.
Nærhet til SVO'er evt. sårbare ressurser	Sørvest F ligger mellom flere delområder som utgjør SVO område NS2 Tobisfelt, og 84,5 km ² av Sørvest F er innenfor SVO området. SVO området har særegent bunns substrat av grov sand og fin grus med gode oksygenforhold, og inneholder viktige gyte- og leveområder for tobis (mest havsil). Tobis er viktige byttedyr for sjøfugl og hval, og området er viktig for store deler av økosystemet i Nordsjøen.
Annen næringsaktivitet	Det er ingen olje- og gassanlegg innenfor området. Det er moderat fiskeriaktivitet, primært fra utenlandske fartøy, og lite skipstrafikk innenfor Sørvest F.



Figur 34 Oversikt over sediment-typer i Sørvest F. Kilde sediment NGU.

4.3.3 Identifiserte forekomster, verdivurdering og delområder: Sørvest F

4.3.3.1 Pattedyr

En oppsummering av forekomster av sjøpattedyr i området vises i Tabell 48, og tilhørende verdivurdering per gruppe i Tabell 49 og Figur 35.

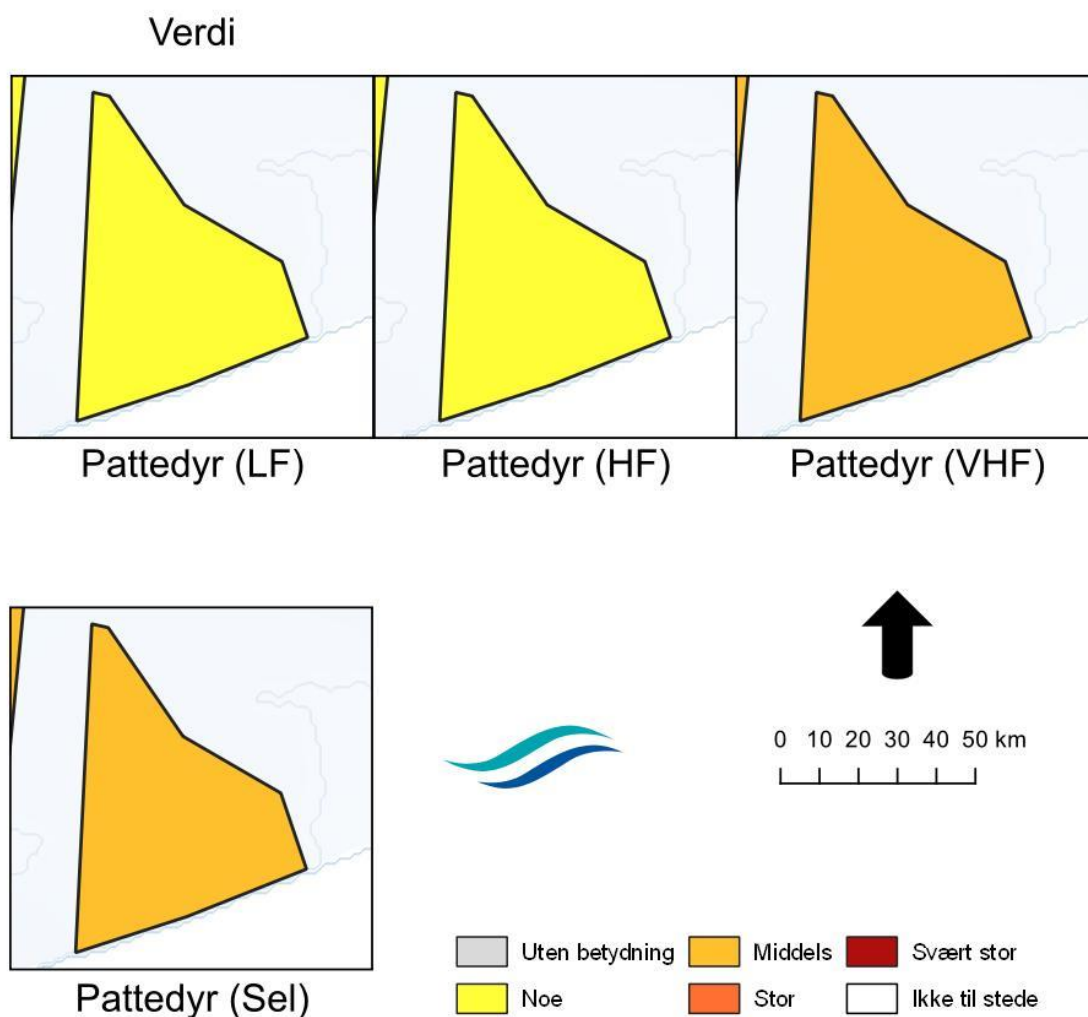
Delområder: Det er ikke identifisert delområder for pattedyr i Sørvest F.

Tabell 48 Beskrivelse av funksjonsområder for relevante arter av sjøpattedyr i Sørvest F. Rødlista er basert på mest truet kategori fra Norsk rødliste eller IUCN sin rødliste (merket med *). Alle arter vurderes som økologisk viktige, og vågehval og knølhval er i tillegg kommersielt viktige. Begrunnelse for verdivurdering av hver gruppe vises i Tabell 49. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. Rødlistekategorier: LC: livskraftig, VU: sårbar.

Gruppe	Art	Rødlista	Beskrivelse av funksjonsområder i Vestavind F	Verdi
LF Bardehvaler	Vågehval	LC	Migrerende art, beiteområde	Noe
	Finnhval	VU*	Ikke til stede.	
	Knølhval	LC	Ikke til stede.	
HF Tannhvaler	Spekkhogger	LC	Migrerer langs norskekysten, utbredelse	Noe
	Spermhval	VU*	Migrerende art, utbredelse	
	Nebbhval	LC	Ikke til stede.	
	Kvitskjeving	LC	Stedbunden art, utbredelse, sannsynlig beiteområde	
	Kvitnos	LC	Stedbunden art, utbredelse, sannsynlig beiteområde	
VHF Tannhvaler	Nise	LC	Stedbunden art, utbredelse, sannsynlig beiteområde	Middels
Sel	Havert	VU	Utbredelse, sannsynlig beiteområde	Middels
	Steinkobbe	LC	Utbredelse, sannsynlig beiteområde	

Tabell 49 Begrunnelser for verdivurdering av sjøpattedyr i Sørvest F. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
LF bardehvaler	noe	Forvaltningsprioritet: Kommersielt høstede arter og deres funksjonsområder (Vågehval). Finnshval og knølhval er ikke til stede. Viktige funksjonsområder: Området dekker noen deler av beiteområde til Vågehval.
HF tannhvaler	noe	Forvaltningsprioritet: Vanlige arter og deres funksjonsområder. Spermhval er tilstede og VU på IUCN rødlista, men det er ikke funksjonsområde for spermhval. Nebbhval er ikke til stede i området. Viktige funksjonsområder: Området dekker noen deler av sannsynlig beiteområde for springere (kvitnos og kvitskjeving), og periodevis for flokker av spekkhuggere.
VHF tannhvaler	middels	Forvaltningsprioritet: Arter på OSPARs liste og ansvarsart for Norge, og deres funksjonsområder. Viktige funksjonsområder: Området dekker noen deler av sannsynlig funksjonsområde for nise, et høykonsentrasjonsområde som brukes til beiting og reproduksjon.
Sel	middels	Forvaltningsprioritet: Sårbare arter (Havert) og deres funksjonsområder (sannsynlig beiteområde). Viktige funksjonsområder: Sørvest F dekker noen deler av viktige funksjonsområder for både havert (VU) og steinkobbe.



Figur 35 Verdikart for sjøpattedyr i Sørvest F.

4.3.3.2 Fisk

Arter som er ført på artslisten i kap 3.3.2 med forekomst i området er inkludert i vurdering for Sørvest F. En oppsummering for funksjonsområder til fisk og forekomst av rødlistede arter, OSPAR- og ansvarsarter i området vises i Tabell 50. Tilhørende verdivurdering per gruppe vises i Tabell 51 og Figur 36.

Tabell 50 Oppsummering av kunnskap om fisk i Sørvest F, inkludert informasjon om tidsperiode for gyting og beiting, og områdets betydning som vandringsområde. Forekomst av arter med status som Norsk ansvarsart, Norsk rødliste 2021 og OSPAR artene er også indikert. Status på den Norske Rødlista: NA: ikke egnet, LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet.

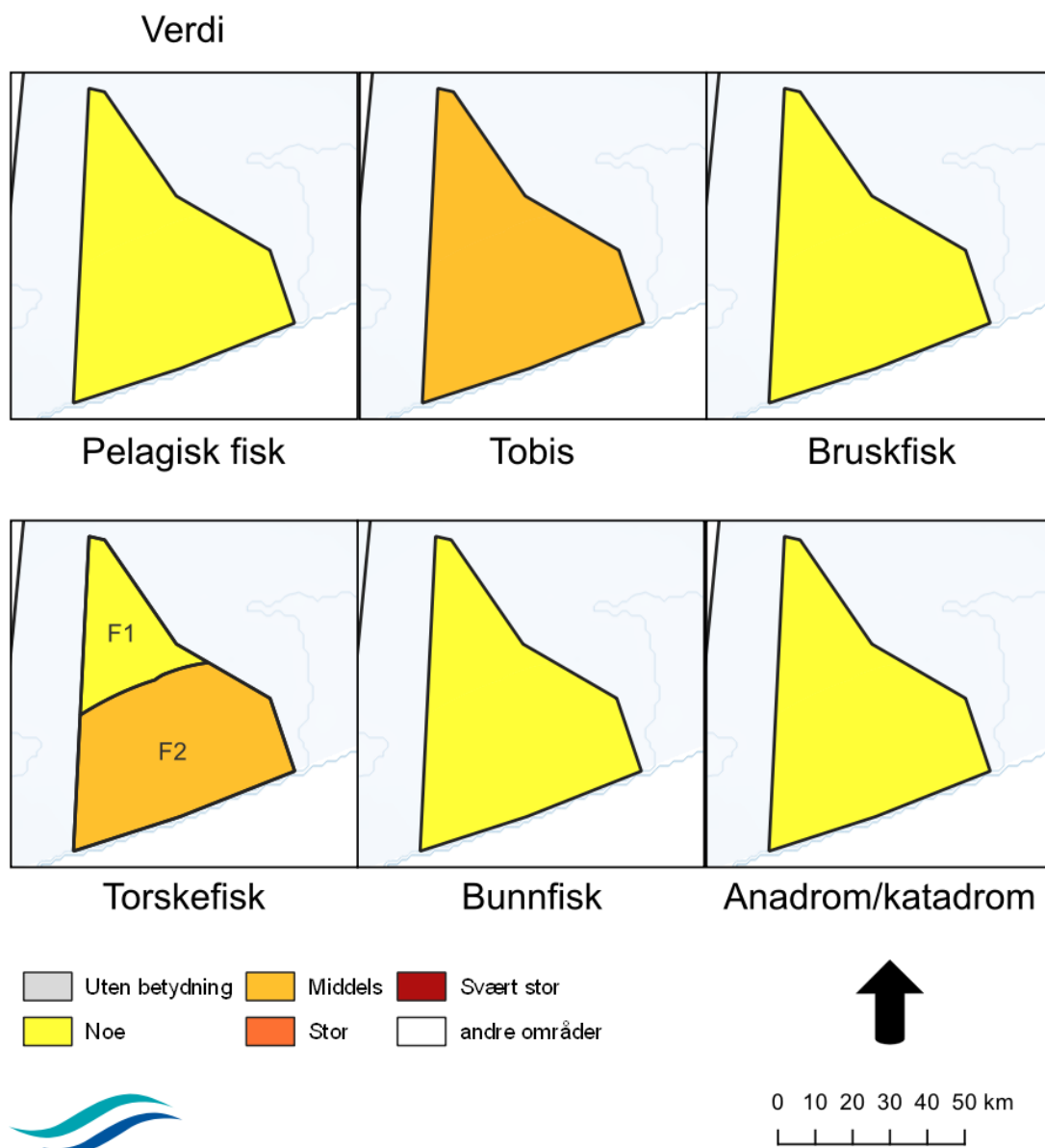
Gruppe	Gyteområde	Beiteområde	Migrasjonsområde	Ansvars-art / rødliste
Pelagisk fisk	makrell: mai-juli	makrell, nordsjøsild		
Tobis	havsil: des-feb			
Bruskfisk			Antatt for rødlistede haiarter	brugde (EN), håbrann (VU), håkjerring (NT), pigghå (NT), storskate (CR), svartskate (VU), nebbskate (EN)
Torskefisk	lange: apr-juni brosme: apr-aug lysing: mai-okt (innenfor 5nm av vindområde) hyse: mar-mai hvitling: februar-juli			torsk (ansvar, OSPAR) brosme (ansvar) lange (ansvar)
Bunnfisk	rødspette: jan-feb		kveite (gyter kystnært)	
Anadrom/ Katadrom			Antatt for laks, ål og havniøye	laks (NT), ål (VU), havniøye (NT, OSPAR)

Delområder:

For de funksjonelle gruppene pelagisk fisk, tobis, bruskfisk, bunnfisk og anadrom/katadrom fisk er vurderinger gjort for hele området samlet. Det er identifisert to delområder for torskefisk i Sørvest F (Figur 36) basert på gyteområder for torskefisk.

Delområde F1 inneholder gyteområde for hvitling. Gyteområde til lysing ligger inntil nordre grense av delområdet (innenfor 5 nm).

Delområde F2 inneholder gyteområder for hyse, brosme og lange, i tillegg til hvitling.



Figur 36 Verdikart for fisk i Sørvest F. Det er to delområder for torskefisk.

Tabell 51 Begrunnelser for verdivurdering av fisk i Sørvest F. Status på den Norske Rødlista: NA: ikke egnet, LC: livskraftig (ikke rødlistet), DD: datamangel, NT: nær truet, VU: sårbar, EN: sterkt truet, CR: kritisk truet.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
Pelagisk fisk	noe	Området får verdien "noe" grunnet forekomsten av gyteområde og beiteområde for makrell. Dette er dog kun en liten del av hele beite- og gyteområdet for arten.
Tobis	middels	Gyteområde og utbredelsesområde for tobis. Arten har dårlig gytebestand (https://hi.no/resources/tobis_rad_endelig_mai-2024.pdf). SVO-område for tobisfelt går inn i Sørvest F.
Bruskfisk	noe	Av hai er brugde (EN), håbrann (VU), håkjerring (NT), og pigghå (NT) relevant. Disse artene har store utbredelser, men vi antar at de migrerer gjennom, eller tidvis oppholder seg i Sørvest F. Flere arter av rødlistete skater, storskate (CR), svartskate (VU), nebbskate (EN) har antatt utbredelse i området, men er sjelden observert og viktigheten av området til bestandene er usikker. På grunnlag av truetheten av fiskene, den antatte utbredelsen og migrasjonsrutene, samt usikkerhet i forhold til hvor de store gyteområdene og eventuelle store konsentrasjoner av artene befinner seg, får området vurderingen "noe" verdi for bruskfisk.
Torskefisk	noe	I delområde F1 har bare hvitting gyteområde, men det er en del av et stort gyteområde, og sannsynligvis ikke veldig viktig. Lysing har gyteområde utenfor som grenser til nordspissen av F1, men gyteområdet er stort og potensielt påvirkning innen 5 nm til F1 kan ansees som marginalt. Nordsjøtors har SSB under Bpa i Sørvest F.
Torskefisk	middels	Av torskefiskene har brosme, lange, nordsjøhyse og hvitting gyteområde i Sørvest F delområde F2. Gyteområdet til brosme og lange som inngår i Sørvest F er relativt lite, og ettersom de er stedegne arter er dette trolig et viktig gytefelt for de lokale bestandene i Nordsjøen. Hvitting gyter også her, men det er en del av et stort gyteområde, og sannsynligvis ikke veldig viktig. Høykonsentrerte gyteområder er utenfor Sørvest F. Det samme gjelder nordsjøhysen. Nordsjøtors har SSB under Bpa i Sørvest F.
Bunnfisk	noe	I kategorien «bunnfisk» er de kommersielt viktige artene kveite, rødspette og breiflabb utbredt i hele Sørvest F-området. Rødspette gyter i hele vindområdet. Dette gyteområdet er relativt stort, men hvor stor verdi det berørte gytefeltet har for bestanden er uklart.
Anadrom/katadrom	noe	Grunnet usikkerheter knyttet til migrasjonsruter for den nær truede ålen og laksen, får Sørvest F vurderingen "noe" verdi for anadrom og katadrom fisk. Området kan være i viktige migrasjonsruter for lokale bestander i elver. Manglende kunnskapsgrunnlag.

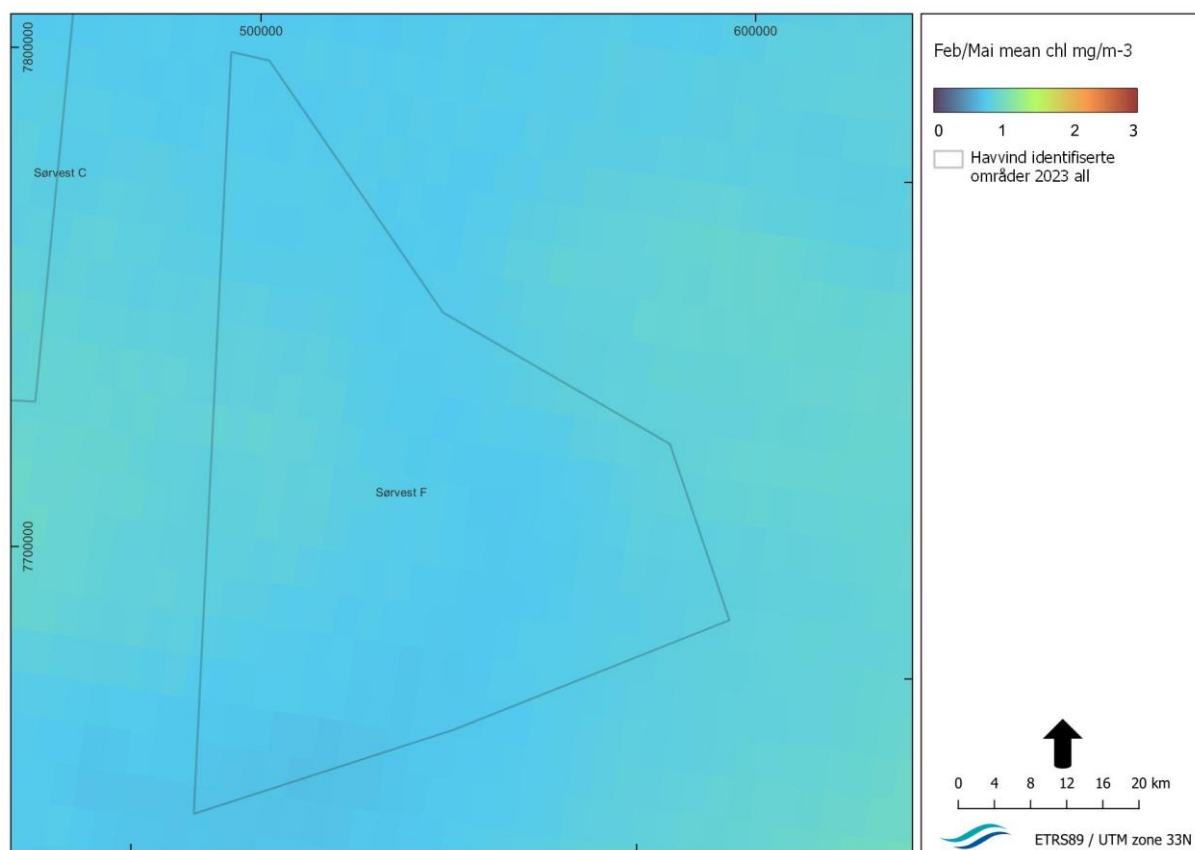
4.3.3.3 Plankton

En beskrivelse av plankton relevant i området vises i Tabell 52, og tilhørende verdivurdering per gruppe i Tabell 53. Sørvest F ligger i et grunt område som er preget av atlantehavsstrømmen, og er et område med lav produktivitet av planteplankton, men som grenser mot internasjonale farvann (Figur 37, Tabell 52).

Delområder: Det er ikke identifisert delområder for plankton i Sørvest F.

Tabell 52 Oppsummering av relevant informasjon om plankton i Sørvest F.

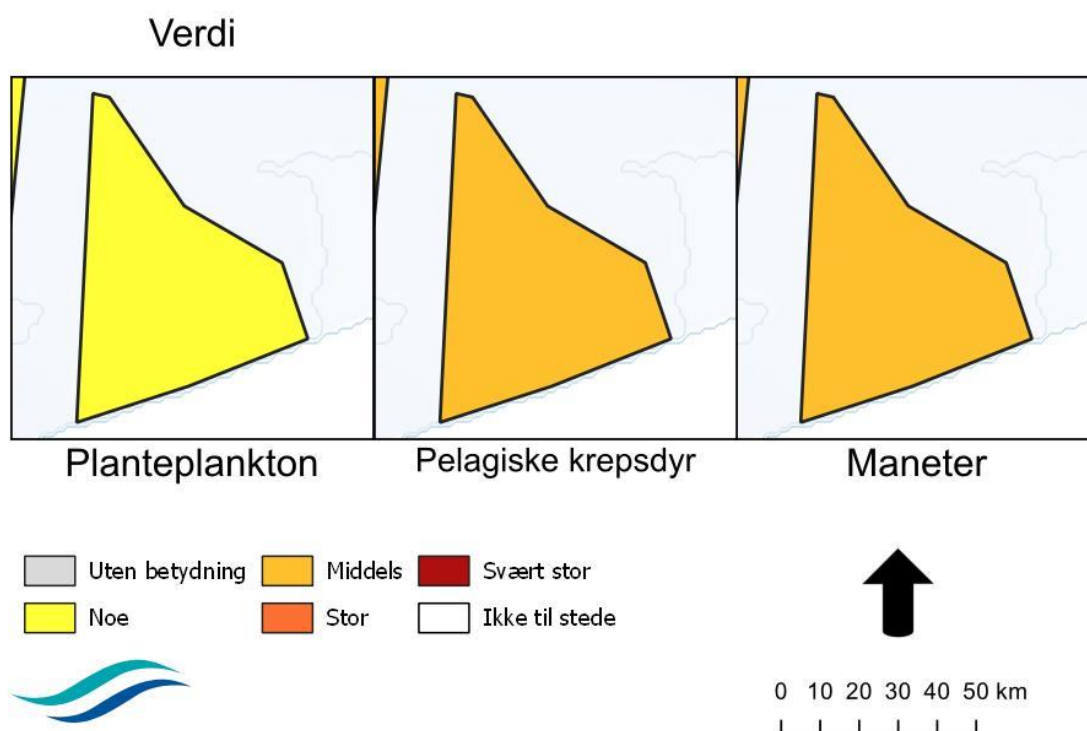
Gruppe	Beskrivelse	Sesongvariasjon
Planteplankton	Lav produktivitet, vanlige arter er til stede, men helhetlig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler	Våroppblomstring: feb-mai Høstopplomstring: aug-okt
Pelagiske krepsdyr	Produktiviteten antas å kunne være middels i perioder. Vanlige arter, som <i>Calanus</i> spp., er til stede, men fullstendig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler	Høy tetthet april-aug
Maneter	Produktiviteten antas å kunne være middels i perioder. Vanlige arter er til stede, men fullstendig kunnskap om samfunnssammensetningen mangler.	Variabelt, noen følger planteplankton og dyreplankton oppblomstringer. Mangler data fra området.



Figur 37 Gjennomsnitt av overflate klorofyll-a (i mg/m³) for våroppblomstringsperioden (februar - mai) for de siste 20 år som indikator for planteplankton-produktivitet.

Tabell 53 Begrunnelser for verdivurdering av plankton i Sørvest F.

Registrerings-kategori	Verdi	Beskrivelse
Planteplankton	noe	Området har lav biologisk produktivitet av planteplankton. Fordi kunnskapen om denne gruppen og dens utbredelse generelt er for mangelfull, er planteplanktonarter ikke vurdert for eksempel i Norsk rødliste. Området grenser mot internasjonale farvann.
Pelagiske krepsdyr	middels	Området har periodevis middels biologisk produktivitet av dyreplankton, og presenterer derfor et viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Fordi kunnskapen om denne gruppen er for mangelfull i området, og mange arter ikke er vurdert for eksempel i Rødlista, er det vanskelig å bruke forvaltningsprioritet. Sammensetningen av samfunnene kan inkludere vanlige arter så vel som sårbare arter. For <i>Calanus spp.</i> er det kommersiell interesse på nasjonalt og internasjonalt nivå, og det er en nøkkelart for økosystemfunksjonalitet. Til tross for stor nasjonal og internasjonal interesse og nøkkelrolle, er arten vidt spredt.
Maneter	middels	Området har periodevis middels biologisk produktivitet av dyreplankton, og presenterer derfor viktig lokalt/regionalt funksjonsområde. Kunnskapen om denne gruppen er for mangelfull i området, og sammensetningen av samfunnene kan inkludere vanlige arter så vel som sårbare arter. Noen av artene i denne gruppen har potensial til å ha negativ økonomisk og økologisk innvirkning ved oppblomstring.



Figur 38 Verdikart for plankton i Sørvest F.

4.3.4 Påvirkning og konsekvens: Sørvest F

4.3.4.1 Pattedyr

Grad av påvirkning på sjøpattedyr fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 54. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 55 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for sjøpattedyr i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 39.

Tabell 54 Grad av påvirkning på sjøpattedyr i ulike faser av havvind i Sørvest F, inkludert beskrivelse av de viktigste påvirkningsfaktorene, og vurdering av eksponering og sårbarhet, med tilhørende usikkerhet. Bokstav og tallkoder brukt i beskrivelser av eksponering, sårbarhet og Påvirkning – begrunnelse henviser til kriterier i Tabell 11. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler; ALT1: vurderinger for alternativ 1, ALT2: vurderinger for alternativ 2.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksponering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
LF bardehvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet dager til måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av vågehval, lokalt / regionalt (3b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon fundamenter, legging av kabler og erosjonsbeskyttelse, pæling av fundamenter (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Noe forringet ALT 2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av vågehval, lokalt / regionalt (3b)
	Drift	Produksjonsstøy fra generator og girkasse mm., kan påvirkes av type fundament (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av vågehval, lokalt / regionalt (3b)
	Avvikling	Demontering og fjerning av fundamenter og kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av vågehval, lokalt / regionalt (3b)
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksponering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
HF tannhvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (3b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av fundamenter, legging av kabler og erosjonsbeskyttelse, pæling av fundamenter (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (3b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm., kan påvirkes av type fundament (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (3b)
	Avvikling	Støy relatert til demontering og fjerning av fundamenter og kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid og rom (3c).	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (3a). Kan svekke bestander av spermhval, spekkhoggere og springere, lokalt / regionalt (3b)

Tabell 54. Fortsettelse.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksposering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
VHF tannhvaler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Middels	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av fundamenter, legging av kabler og erosjonsbeskyttelse, pæling av fundamenter (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Middels	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm., kan påvirkes av type fundament (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite til middels overlapp i rom og tid (3c/4c)	Middels	Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse (2a)	Middels	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Uvesentlig virkning på kort eller lang sikt (2a).
	Avvikling	Støy relatert til demontering og fjerning av fundamenter og kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av nise lokalt / regionalt (b)
Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Eksposering	Usikkerhet - eksponering	Sårbarhet	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning	Påvirkning - begrunnelse
Seler	Planlegging	Støy relatert til bunnkartlegging (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: dager til uker) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: dager til uker)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe og havert lokalt / regionalt (b)
	Utbygging	Støy relatert til installasjon av fundamenter, legging av kabler og erosjonsbeskyttelse, pæling av fundamenter (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Middels	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe og havert lokalt / regionalt (b)
	Drift	Støy relatert til produksjonsstøy fra generator og girkasse mm., kan påvirkes av type fundament (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: permanent)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite til middels overlapp i rom og tid (3c/4c)	Middels	Ingen varig negativ effekt, forbigående forringelse (2a)	Høy	ALT 1: Ubetydelig ALT2: Ubetydelig	Uvesentlig virkning på kort eller lang sikt (2a).
	Avvikling	Støy relatert til demontering og fjerning av fundamenter og kabler (impulsiv støy, lav frekvens, varighet: måneder) / Fysisk forstyrrelse og støy relatert til økt båttrafikk (kontinuerlig støy, lav frekvens, varighet: måneder)	Liten del av bestander/områdets funksjoner blir berørt (3a), Lite overlapp i tid (3c), Lite til middels overlapp i rom (3c/4c)	Høy	Lav sårbarhet: Ikke-kritiske "subletale" effekter. Ingen høy dødelighet, populasjonseffekter, eller konsekvens for funksjon forventes. (3a). Forbigående eller begrenset varig forringelse (3b). Lang restitusjonstid (4c).	Høy	ALT1: Noe forringet ALT2: Noe forringet	Mindre alvorlig forringelse av området (a). Kan svekke bestander av steinkobbe og havert lokalt / regionalt (b)

Tabell 55 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. LF: lavfrekvente hvaler, HF: høyfrekvente hvaler, VHF: veldig høyfrekvente hvaler. Alt. 1: nytt havvindområde innenfor ikke tildelt område av Sørlege Nordsjø II, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal.

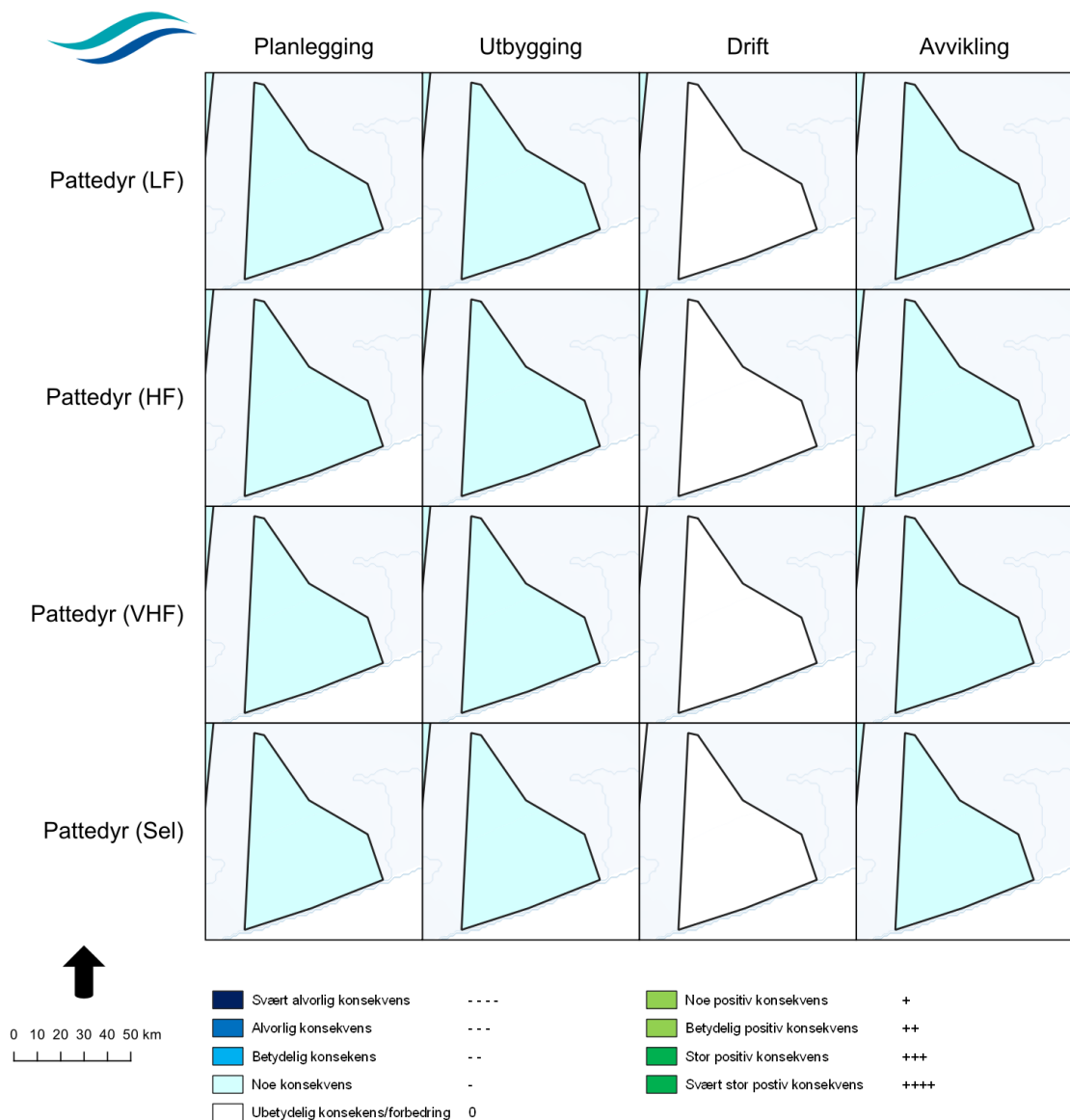
Registrerings-kategori	Fase	Verdi	Påvirkning alt. 1	Konsekvens alt. 1	Påvirkning alt. 2	Konsekvens alt. 2	Usikkerhet
LF bardehvaler	Planlegging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
HF tannhvaler	Planlegging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
VHF tannhvaler	Planlegging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
Sel	Planlegging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy

Påvirkning

Siden deler av utredningsområdet er åpnet for utbygging av 1500MW havvind, forventes det at støy fra driftsfasen ikke vil påvirke sjøpattedyr mer enn nullalternativet, verken for alternativ 1 eller alternativ 2. Selv om kapasiteten økes ved utbygging av ytterligere prosjektområder innenfor grensene til Sørlege Nordsjø II (alternativ 1) eller i tilleggsareal (alternativ 2), vil det ikke ha noen ytterligere påvirkning på hvaler i denne fasen sammenlignet med etablering av havvind i prosjektområdet. I nullalternativet vil allerede en del av bestandene av HF og LF hvaler kunne bli påvirket gjennom maskering av kommunikasjon. En økning av arealet (alt 1 og alt 2) der denne maskeringseffekten kan forventes vil fortsatt utgjøre en relativt liten del av deres leveområder, og vurderingen av grad av påvirkning i denne fasen vurderes derfor som ubetydelig endret i forhold til nullalternativet.

I planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen forventes det at en liten til moderat del av bestandene som er til stede i Sørvest F (Tabell 48) kan bli påvirket (for alle grupper), hovedsakelig i form av unnvikende atferd grunnet økte nivåer av impulsiv støy (seismikk, pæling) og konstruksjonsstøy. For både alternativ 1 og alternativ 2 vurderes derfor at etablering av havvind vil medføre **noe forringet** tilstand i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, mens påvirkningen vil være **ubetydelig** i driftsfasen for alle grupper av sjøpattedyr (Tabell 54).

Usikkerhet knyttet til *eksponering* er vurdert til **middels** for alle grupper av sjøpattedyr i planleggings-, utbyggings-, og driftsfasen, da noen studier om utbredelse av støy fra bunnfast havvind eksisterer, men med sprikende resultater. Generelt sett er det også høy usikkerhet knyttet til funksjonsområder for sjøpattedyr, da de fleste arter er spredt over store områder og ikke har klart avgrensede utbredelser. I avviklingsfasen er kunnskap både om bunnfast og flytende havvind mangelfull, og usikkerheten for eksponering er dermed vurdert til **høy** for alle grupper av sjøpattedyr i denne fasen. Usikkerhet knyttet til *sårbarhet* er vurdert til **høy** for alle faser og alle grupper av sjøpattedyr utenom VHF tannhvaler, som ble vurdert til **middels** i planleggings-, utbyggings- og driftsfasen, da de fleste studier om effekter av havvind er blitt utført på nise.



Figur 39 Konsekvenskart for de fire gruppene av sjøpattedyr i Sørvest F, gjelder for både alternativ 1 og 2.

Konsekvens: Basert på vurderingene av verdi og grad av påvirkning, vil utbygging av havvind i Sørvest F forventes å medføre **noe negativ konsekvens** for alle grupper av sjøpattedyr i planlegging-, utbygging- og avviklingsfasen for både *alternativ 1* og *alternativ 2*. I driftsfasen forventes **ubetydelig konsekvens** for alle grupper sjøpattedyr for begge alternativer. Usikkerheten for disse vurderingene er **høy** for alle vurderinger utenom planlegging-, utbygging-, og driftsfasen for VHF tannhvaler (*middels*).

Avbøtende tiltak: Forventede konsekvenser er primært relatert til adferdsendringer grunnet impulsiv av støy, spesielt fra pæleaktivitet, samt tilstedeværelsen av fysiske strukturer (fundament, fortøyninger og kabler) i vannet og økt skipstrafikk. Avbøtende tiltak i utbyggingsfasen, som ramp-up/soft start av pæleaktivitet, akustiske skremmeinnretninger og boblegardiner kan bidra til å unngå alvorlige konsekvenser som hørselsskader på individnivå, og mulig forstyrret ekkolokalisering for tannhvalene. Det er

imidlertid ikke utviklet boblegardiner for områder dypere enn ca. 50 meter per dags dato. Utførelse av støyende aktiviteter utenom viktige perioder for sjøpattedyr i området og valg av minst mulig støyende teknologier vil kunne minske grad av påvirkning. Det vil trenge mer detaljert kunnskap for å kunne vurdere hvilke perioder som er minst viktige for sjøpattedyr i området, og som dermed kan anbefales for gjennomføring av støyende aktivitet.

4.3.4.2 Fisk

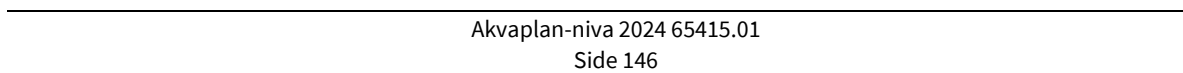
Grad av påvirkning på fisk fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 56. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 57 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for fisk i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 40.

Tabell 56 Grad av påvirkning på fisk i ulike faser av havvind i Sørvest F, inkludert viktigste påvirkningsfaktorer og usikkerhet i vurderingene i både grad av eksponering og sårbarhet til påvirkning. Negative og positive påvirkninger og konsekvenser vurderes separat, og noen grupper kan derfor ha flere rader for samme fase. Alt. 1: nytt havvindområde innenfor ikke tildelt område av Sørlige Nordsjø II, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal.

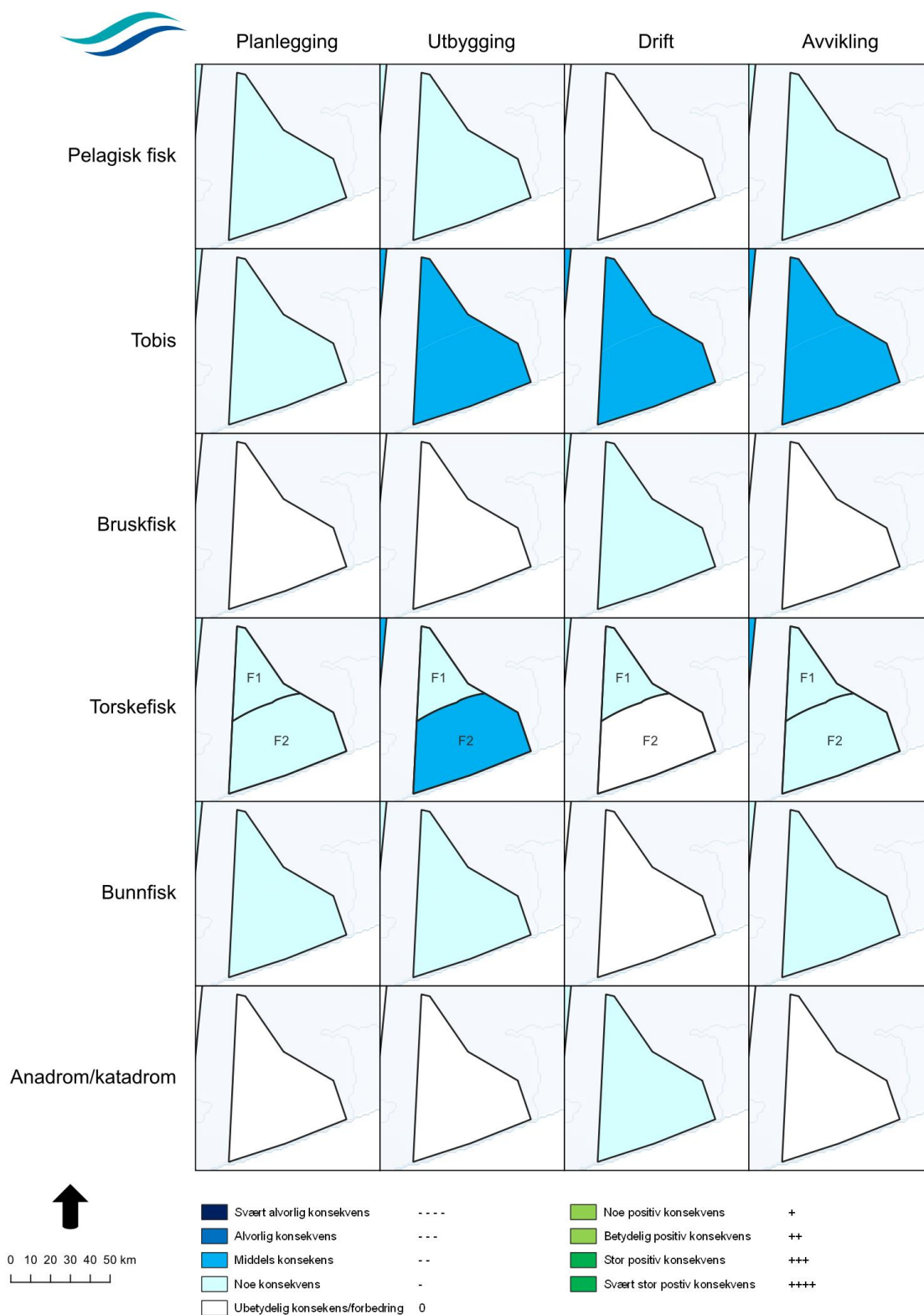
Registrerings-kategori	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning alt. 1	Påvirkning alt. 2
Pelagisk fisk		Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
		Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
Tobis		Planlegging	Støy	Middels	Høy	Noe forringet	Noe forringet
		Utbygging	Bunnforstyrrelse/Støy	Middels	Høy	Forringet	Forringet
		Drift	Endret habitat/Støy	Middels	Høy	Forringet	Forringet
		Avvikling	Bunnforstyrrelse/Støy	Middels	Høy	Forringet	Forringet
Bruskfisk		Planlegging	Støy	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
		Drift	Elektromagnetisme	Middels	Høy	Noe forringet	Noe forringet
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
Torskefisk	F1	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Forringet	Forringet
		Drift	Endret habitat	Lav	Middels	Ubetydelig	Forbedret
		Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Noe forringet
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
	F2	Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Forringet	Forringet
		Drift	Endret habitat	Lav	Middels	Forbedret	Ubetydelig
		Drift	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Ubetydelig
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
Bunnfisk		Planlegging	Støy	Lav	Middels	Noe forringet	Noe forringet
		Utbygging	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
		Drift	Endret habitat	Lav	Middels	Forbedret	Forbedret
		Drift	Støy	Lav	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
		Avvikling	Støy	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
Anadrom/ katadrom		Planlegging	Støy	Høy	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Høy	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
		Drift	Elektromagnetisme	Høy	Høy	Noe forringet	Noe forringet
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Høy	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig

Tabell 57 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. Delområde F1-F2 vurderes for torskefisk og er relatert til områder med ulike verdi grunnet utbredelse av gyteområder (Figur 36, Tabell 51). Negative og positive påvirkninger og konsekvenser vurderes separat, og noen grupper kan derfor ha flere rader for samme fase. Alt. 1: nytt havvindområde innenfor ikke tildelt område av Sørlege Nordsjø II, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal. -- middels negativ konsekvens, - noe negativ konsekvens, 0 ubetydelig konsekvens, + noe positiv konsekvens.

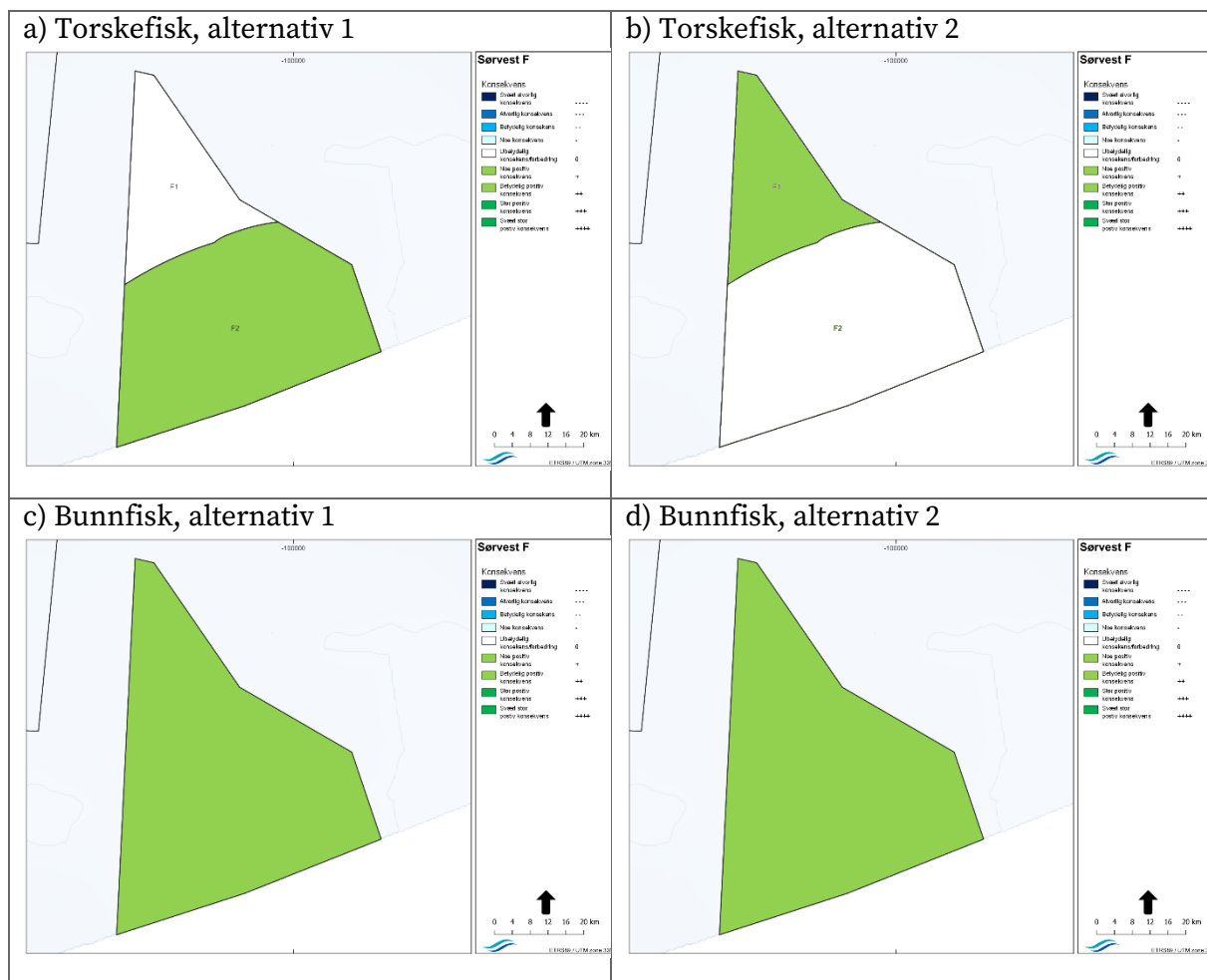
Registrerings-kategori	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Verdi	Påvirkning alt. 1	Konsekvens alt. 1	Påvirkning alt. 2	Konsekvens alt. 2	Usikkerhet
Pelagisk fisk		Planlegging	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
		Drift	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
		Avvikling	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
Tobis		Planlegging	Støy	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
		Utbygging	Bunnforstyrrelse/Støy	Middels	Forringet	--	Forringet	--	Høy
		Drift	Endret habitat/Støy	Middels	Forringet	--	Forringet	--	Høy
		Avvikling	Bunnforstyrrelse/Støy	Middels	Forringet	--	Forringet	--	Høy
Bruskfisk		Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
		Drift	Elektromagnetisme	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
Torskefisk	F1	Planlegging	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe	Forringet	-	Forringet	-	Middels
		Drift	Endret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Forbedret	+	Lav
		Drift	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Noe forringet	-	Middels
	F2	Avvikling	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
		Planlegging	Støy	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Middels	Forringet	--	Forringet	--	Middels
		Drift	Endret habitat	Middels	Forbedret	+	Ubetydelig	0	Lav
Bunnfisk		Drift	Støy	Middels	Noe forringet	-	Ubetydelig	0	Middels
		Avvikling	Støy	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
		Planlegging	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Lav
		Utbygging	Støy	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
		Drift	Endret habitat	Noe	Forbedret	+	Forbedret	+	Lav
Anadrom/katadrom		Drift	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
		Planlegging	Støy	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
		Utbygging	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
		Drift	Elektromagnetisme	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
		Avvikling	Støy/forstyrret habitat	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy



B) Alternativ 2



Figur 40 Konsekvenskart for negative konsekvenser for fisk i Sørvest F, A) alternativ 1, B) alternativ 2



Figur 41 Konsekvenskart for positive konsekvenser for fisk i Sørvest F. Det er kun for torskfisk og bunnfisk i driftsfasen det er vurdert å være noen positiv konsekvens fra havvind.

4.3.4.2.1 Pelagisk fisk

Påvirkning: Påvirkning fra alle faser av vindkraftutbygging vil sannsynligvis ha liten effekt på pelagisk fisk (nordsjøsild, makrell), men kunnskapsgrunnlaget er relativt dårlig. De to alternativene for Sørvest F forventes medføre den samme graden av påvirkning for pelagisk fisk. I driftsfasen forventes tilstanden for pelagisk fisk å bli **ubetydelig** endret sammenlignet med nullalternativet. For planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen forventes **noe forringet** tilstand, grunnet forventede høyere støynivåer i disse fasene. Påvirkninger forventes å være størst under gyteperioden til makrell fra mai til juli.

Utbredelsen av pelagisk fisk er godt kjent, med **lav** usikkerhet, mens usikkerhet knyttet til sårbarheten vurderes som **middels** i planleggingsfasen og **høy** i de øvrige fasene grunnet få studier på virkninger av vindkraftanlegg på pelagisk fisk.

Konsekvens: Utbygging av havvind vurderes medføre **ubetydelig konsekvens** for pelagisk fisk i driftsfasen, og **noe negativ konsekvens** i øvrige faser (**lav samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **middels samlet usikkerhet** i de øvrige fasene). Konsekvensene for pelagisk fisk er like for de to alternativene for utbygging av havvind i Sørvest F.

4.3.4.2.2 Tobis

Påvirkning: Påvirkning fra utbygging av havvind i Sørvest F forventes å være lik i de to alternativene. Påvirkning av vindkraftutbygging vil sannsynligvis føre til en **noe forringet** tilstand for tobis under planleggingsfasen grunnet støy relatert til seismikk. Det vurderes at konstruksjonsarbeid og forstyrrelser på havbunnen i utbyggingsfasen og avvikingsfasen vil føre til **forringet** tilstand for tobis. Under driftsfasen vurderes en **forringet** tilstand på grunn av sammensatte effekter fra driftsstøy, kunstig rev effekt med økning av predatorer, og forringet kvalitet på tobishabitatet i form av introduksjon av harde strukturer på bløtbunn og mulig påvirkning på sedimentsammensetning (kornstørrelse og innhold av leire/silt) grunnet sedimentoppvirvling via turbulens (se 3.5.4 for mer info).

Tobis har utbredelse i området, men har spesifikke krav om bunnsediment (sandbunn med lavt innhold av silt/leire) siden den i perioder graver seg ned i sedimentet. Det finnes bløtbunn i området, men bunnssubstratet er ikke kartlagt i høy oppløsning. Usikkerhet knyttet til eksponering er derfor vurdert som **middels**. Usikkerhet knyttet til sårbarheten vurderes som **høy** grunnet få studier på virkninger av havvindanlegg på tobis. Påvirkninger forventes å være størst under gyteperioden til havsil fra desember til februar.

Ytterligere etablering av havvind i Sørvest F, i tillegg til utbygging i prosjektområdet (Sørlige Nordsjø II), kan ha noen negative effekter på miljøverdien Tobis i SVO området NS2 Tobisfelt. SVO området overlapper minimalt med havvindområdet og ligger tett på grensen langs hele østsiden. Effekter av støy kan derfor påvirke nærliggende deler av SVO området. Det er også potensiale for at en mulig økning av predatorer i området (f.eks. torskefisk) grunnet kunstig-rev effekt kan påvirke artssammensetning i nærliggende SVO områder.

Begrensninger i fiskeriaktivitet innenfor havvindanlegget vil mest sannsynlig ikke føre til store endringer i fiskepress på tobis, da det meste av fiskeriet foregår på fiskebankene for tobis, som i store grad tilsvarende SVO område NS2.

Konsekvens: Konsekvensen for tobis er lik for de to alternativene for utbygging av havvind i Sørvest F. Utbygging av havvind vurderes å medføre **noe negativ** konsekvens for tobis i planleggingsfasen og **middels negativ** konsekvens i de øvrige fasene (**høy samlet usikkerhet** i alle fasene).

4.3.4.2.3 Bruskfisk

Påvirkning: Påvirkning fra utbygging av havvind i Sørvest F forventes å være lik i de to alternativene. Migrasjon og adferd hos bruskfisk vil kunne påvirkes negativt av elektromagnetiske felt under driftsfasen, og dette vurderes kunne føre til **noe forringet** tilstand for bruskfisk. Virkninger fra påvirkninger i andre faser (støy og forstyrret habitat) vurderes som ubetydelig. Usikkerhet vurderes likt for alle faser: **middels** usikkerhet for eksponering, og **høy** usikkerhet for grad av sårbarhet.

Konsekvens: Konsekvensen for bruskfisk er lik for de to alternativene for utbygging av havvind i Sørvest F. Konsekvensen av havvind er vurdert til **noe negativ** for driftsfasen og **ubetydelig** i øvrige faser (**høy samlet usikkerhet** for alle faser).

4.3.4.2.4 Torskefisk

Påvirkning: Påvirkning av støy under planleggings-, drifts- og avviklingsfasen har blitt vurdert til å medføre **noe forringet** tilstand for torskefisk. Under utbyggingsfasen vurderes effekten av støy å medføre **forringet** tilstand grunnet høyere støynivå. Det forventes i tillegg en positiv effekt/**forbedret** tilstand i alle delområdene grunnet introduksjon av fysiske habitatdannende strukturer og dannelsen av kunstige rev.

Konsekvens: Delområde F1 inneholder kun gyteområde for hvitting, som dekker hele Sørvest F. Støy fra havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** i planleggings-, utbyggings-, og avviklingsfasen, med **lav samlet usikkerhet** i planleggingsfasen og **middels usikkerhet** i utbyggings- og avviklingsfasene. I utbyggingsfasen vurderes konsekvensen som **noe negativt (middels samlet usikkerhet)**. Konsekvensen i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen i delområde F1 er lik for begge alternativer, der støy forventes å være en viktig påvirkningsfaktor. Arealet ligger utenfor det som blir direkte berørt under alt.1, men ligger innenfor buffersonen (5 nm). Under driftsfasen blir F1 ikke berørt under alt. 1, noe som gir **ubetydelig konsekvens** i denne fasen, fra både støy og habitatendring. Alternativ 2 innebærer etablering av havvind innenfor delområde F1, og driftsfasen forventes her medføre **noe negativ konsekvens (middels samlet usikkerhet)** for torskefisk, samtidig med en **noe positiv konsekvens (lav samlet usikkerhet)** grunnet kunstig rev effekt.

Delområde F2 inneholder gyteområder for hyse, brosme og lange, i tillegg til hvitting. Støy fra havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** i planleggingsfasen (**lav samlet usikkerhet**) og avviklingsfasen (**middels samlet usikkerhet**), og **middels negativ konsekvens** under utbygning (**middels samlet usikkerhet**) for torskefisk. Konsekvensene i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen i delområde F2 er like for begge alternativer, der støy forventes å være en viktig påvirkningsfaktor. I driftsfasen blir delområde F2 ikke påvirket under alt. 2, noe som gir **ubetydelig konsekvens** i denne fasen, fra både støy og habitatendring. Alternativ 1 innebærer etablering av havvind innenfor delområde F2, og driftsfasen forventes her medføre **noe negativ konsekvens (middels samlet usikkerhet)**, samtidig med en **noe positiv konsekvens (lav samlet usikkerhet)** grunnet kunstig rev effekt.

4.3.4.2.5 Bunnfisk

Påvirkning: Påvirkning fra utbygging av havvind i Sørvest F forventes å være lik i de to alternativene. Bunnfisk vil kunne påvirkes noe negativt av støy under planleggings-, utbygging-, drift- og avviklingsfasen grunnet bunnfiskens stedegenhet. Det vurderes at tilstanden for bunnfisk vil bli **noe forringet** grunnet støy under planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, mens det vil være **ubetydelig** endring under driftsfasen, da støynivåene er lavere. I tillegg forventes en positiv effekt på bestandene grunnet introduksjon av habitatdannende fysiske strukturer og kunstig rev effekt, med **forbedret** tilstand.

Usikkerheten for utbredelse vurderes til **lav**, og usikkerhet for grad av sårbarhet vurderes til **middels** for kunstig rev effekt, **middels** for støy i planleggingsfasen og, **høy** for støy i de andre fasene.

Konsekvens: Konsekvensen for bunnfisk er lik for de to alternativene for utbygging av havvind i Sørvest F. Utbygging av havvind vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** i de planleggingsfasen (**lav samlet usikkerhet**), utbyggings- og avviklingsfasen (**middels samlet usikkerhet**). Driftsfasen forventes medføre **ubetydelig konsekvens** for bunnfisk i området, samtidig med en **noe positiv konsekvens (lav samlet usikkerhet)** grunnet kunstig rev.

4.3.4.2.6 Anadrom og katadrom fisk

Påvirkning: Påvirkning fra utbygging av havvind i Sørvest F forventes å være lik i de to alternativene. Migrasjon og adferd hos anadrom og katadrom fisk vil kunne påvirkes av elektromagnetiske felt, særlig under driftsfasen. Dette gir en **noe forringet** tilstand i denne fasen. Påvirkninger i andre faser (støy og forstyrret habitat) vurderes som **ubetydelige**. Usikkerhet vurderes likt for alle faser: **høy** usikkerhet for eksponering, og **høy** usikkerhet for grad av sårbarhet.

Konsekvens: Konsekvensen for anadrom og katadrom fisk er lik for de to alternativene for utbygging av havvind i Sørvest F. Konsekvensen for alle faser er vurdert til **noe negativ konsekvens (høy usikkerhet)** i driftsfasen, og **ubetydelig (høy usikkerhet)** i øvrige faser.

4.3.4.2.7 Avbøtende tiltak

Utbygging av havvind i Sørvest F vil trolig gi noen positive (kunstig rev effekt) og noen negative effekter (støy, elektromagnetiske felt, habitatsforstyrrelse). Vurderingen tar utgangspunkt i at Havforskningsinstituttets seismikkråd følges i planleggingsperioden. Det er ikke tatt hensyn til at annen støyende aktivitet (e.g. pæling, kabellegging, boring og graving) ikke overlapper med gyteperioder. Avbøtende tiltak i form av å unngå viktige gyteperioder, migrasjonsperioder og ansamlingsperioder (f.eks. beiteperioder) hvor fisk kan opptre i store konsentrasjoner under utbygging og avvikling anses å kunne redusere potensielle negative konsekvenser for fisk. Videre kan valg av teknologi, som for eksempel minimerer støy, kunne redusere effektene av havvind også i driftsfasen. Negative effekter på tobis kan minimeres ved å unngå å bygge installasjon på denne artens prefererte bunnsubstrat, det vil si sand med lite leirinnhold (forholdsvis grov sand). En detaljert kartlegging av bunnsubstratet vil være nyttig for å identifisere disse habitatene.

4.3.4.3 Plankton

Grad av påvirkning på plankton fra ulike faser av utbygging av havvind i området er oppsummert i Tabell 58. Tabellen inkluderer også informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene og en vurdering av usikkerhet relatert til grad av eksponering og sårbarhet for påvirkning. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Tabell 59 oppsummerer verdi, grad av påvirkning og konsekvens for plankton i området, og konsekvenser for utbygging av havvind vises i kart i Figur 42.

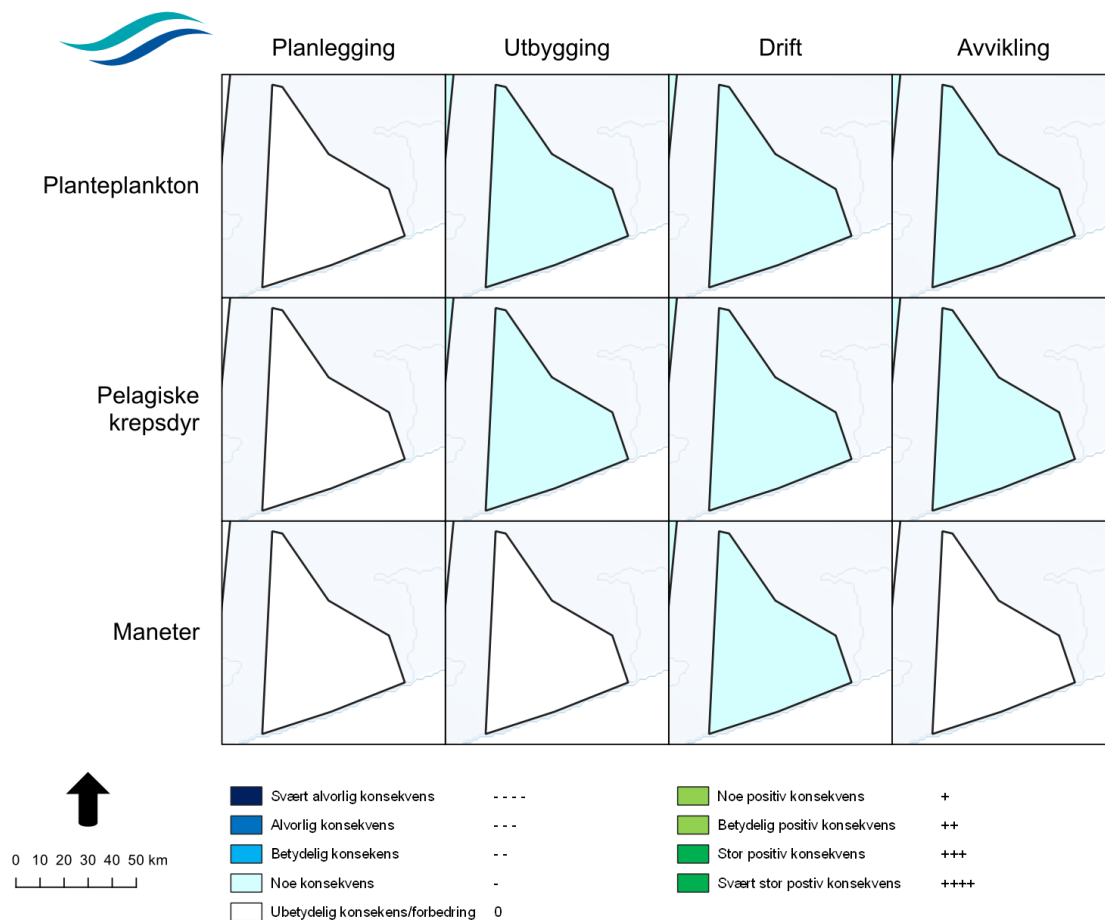
Som nevnt i 4.3.2 innebærer alternativ 1 og 2 utbygging av to ulike områder. Det forventes at begge alternativene vil ha lik påvirkning på planktonsamfunnet og er derfor beskrevet sammen i teksten.

Tabell 58 Grad av påvirkning på plankton i ulike faser av havvind i Sørvest F, inkludert viktigste påvirkningsfaktorer og usikkerhet i vurderingene i både grad av eksponering og sårbarhet til påvirkning. "-" indikerer at det ikke er identifisert noen relevante påvirkningsfaktorer med dokumenterte virkninger for gruppen. Merk at økningen av maneter her er vurdert fra et økosystem- og menneskelig perspektiv. Alt. 1: nytt havvindområde innenfor ikke tildelt område av Sørliche Nordsjø II, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal.

Registrerings-kategori	Fase	Påvirknings-faktor	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning alt. 1	Påvirkning alt. 2
Planteplankton	Planlegging	-	Lav	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	Oseanografiske endringer	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
	Drift	Oseanografiske endringer, kunstig-rev-effekt	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
	Avvikling	Oseanografiske endringer	Lav	Høy	Noe forringet	Noe forringet
Pelagiske krepsdyr	Planlegging	Støy	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Noe forringet	Noe forringet
	Drift	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Noe forringet	Noe forringet
	Avvikling	Støy, kunstig lys, oseanografiske endringer	Middels	Høy	Noe forringet	Noe forringet
Maneter	Planlegging	-	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Utbygging	-	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig
	Drift	Oseanografiske endringer, kunstig-rev-effekt	Middels	Høy	Noe forringet	Noe forringet
	Avvikling	-	Middels	Høy	Ubetydelig	Ubetydelig

Tabell 59 Oppsummering av verdi, grad av påvirkning og konsekvens, med tilhørende usikkerhet i vurderingene. Alt. 1: nytt havvindområde innenfor ikke tildelt område av Sørliche Nordsjø II, alt. 2: nytt havvindområde i tilleggsareal.

Registrerings-kategori	Fase	Verdi	Påvirkning alt. 1	Konsekvens alt. 1	Påvirkning alt. 2	Konsekvens alt. 2	Usikkerhet
Planteplankton	Planlegging	Noe	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Middels
	Utbygging	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
	Drift	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
	Avvikling	Noe	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Middels
Pelagiske krepsdyr	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Drift	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
Maneter	Planlegging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Utbygging	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy
	Drift	Middels	Noe forringet	-	Noe forringet	-	Høy
	Avvikling	Middels	Ubetydelig	0	Ubetydelig	0	Høy



Figur 42 Konsekvenskart for de tre gruppene av plankton i Sørvest F, gjelder for både alternativ 1 og 2.

4.3.4.3.1 Planteplankton

Påvirkning: Planteplankton er til stede i området hele året, men produktiviteten er relativt lav. Det vurderes at områdets funksjon vil bli noe negativt påvirket av utbygging av havvind og dette er knyttet til oseanografiske endringer. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til koblingen mellom de fysiske endringene og produktiviteten for planteplankton gjennom alle faser av livssyklusen til havvindanlegget (se kap. 2.4.3). Endringer i produktivitet er derfor vanskelig å forutsi.

Alternativ 1 og 2 vurderes å gi **noe forringet** tilstand sammenlignet med nullalternativet ettersom utbygging av et betydelig utvidet areal forandrer strømnings- og lysforhold og dermed sannsynligvis også planktonsamfunnet og -produktivitet i et større område. Sørvest F ligger ved grensen til internasjonalt farvann som kan påvirkes i større grad gjennom ytterligere utbygging. I planleggingsfasen vurderes påvirkningen å være **ubetydelig** grunnet dens kortvarige karakter og liten innvirkning på strømnings- eller lysforhold.

Usikkerheten for eksponering forventes å være **lav** for alle fasene, siden planteplankton er til stede overalt og med sikkerhet vil overlappe med påvirkningsfaktorer fra havvind. Usikkerheten for sårbarhet vurderes til **høy** på grunn av stor usikkerhet knyttet til hvordan

endringer i oseanografiske forhold vil påvirke planteplankton. For planleggingsfasen er usikkerhet for sårbarhet også **høy** på grunn av lite kunnskap om effekter av seismikk på planteplankton. Generell usikkerhet vurderes derfor til **middels** i alle fasene.

Konsekvens: Utbygging av havvind i begge alternativene vurderes å medføre **ubetydelig konsekvens** i planleggingsfasen og **noe negativ konsekvens** i øvrige faser (**middels usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For planteplankton finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Det kan tenkes at f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet kan påvirke hvor mye strømningsforhold endres, men det er fortsatt for lite kunnskap om hvordan et havvindanlegg bør utformes i ulike miljøer for å gi minst mulig oseanografisk påvirkning. Dette vil eventuelt kunne utforskes ved bruk av fysiske havmodeller.

4.3.4.3.2 Pelagiske krepsdyr

Påvirkning: Det vurderes at tilstand for pelagiske krepsdyr vil bli **noe forringet** i utbyggings-, drifts- og avviklings-fasen ved ytterligere utbygging av havvindanlegg i både alternativ 1 og 2. I planleggingsfasen er påvirkningen vurdert å bli **ubetydelig** grunnet dens kortvarige karakter og liten innvirkning på oseanografiske forhold, lyd eller lys. Pelagiske krepsdyr kan potensielt påvirkes av en rekke ulike faktorer relatert til utbygging av havvind (kap. 3.5.5), men det finnes relativt få studier og det er stor usikkerhet knyttet til vurderingene som blir gjort her.

Usikkerhet for eksponering forventes å være **middels** for alle fasene. Selv om påvirkningene fra havvind med sikkerhet vil overlappe med utbredelsen av pelagiske krepsdyr som gruppe, er det manglende kunnskap om ulike arters utbredelse, sesongvariasjoner og viktige funksjonsområder, som f.eks. kritiske habitater for deres livssyklus. Usikkerhet for sårbarhet vurderes til **høy** i alle faser grunnet lavt kunnskapsnivå om virkninger fra havvind på pelagiske krepsdyr. Generell usikkerhet vurderes til **høy** for alle faser.

Konsekvens: Utbygging av havvind i begge alternativene vurderes å medføre **noe negativ konsekvens** for *Calanus* spp. og andre pelagiske krepsdyr i utbyggings-, drifts- og avviklingsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i planleggingsfase (**høy usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For dyreplankton finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap. 2.4.3.7). Som for planteplankton kan det tenkes at f.eks. avstand mellom turbiner og størrelse på arealet kan påvirke hvor mye strømningsforhold endres, men det er fortsatt for lite kunnskap om hvordan et havvindanlegg bør utformes i ulike miljøer for å gi minst mulig oseanografisk påvirkning. Bruk av teknologi som reduserer nivåer av støy, lys og elektromagnetiske felt vil også kunne bidra til redusert grad av påvirkning, men usikkerheten her er stor da kunnskapsnivået om påvirkning på denne gruppen er så lavt.

4.3.4.3.3 Maneter

Påvirkning: Utbygging vil medføre en **ubetydelig** forringelse av tilstanden for maneter i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfasen, og **noe forringet** tilstand i driftsfasen for begge alternativene. Maneter vil sannsynligvis dra nytte av ekstra kunstige rev i området, da det gir nye habitater for polypplarver (kap. 3.5.5). Mens dette ikke er så relevant i planleggings-, utbyggings- og avviklingsfase, er det sannsynlig i driftsfasen. En økning i

manetpopulasjoner kan ha negative effekter på andre deler av økosystemet og på menneskelige aktiviteter. En slik konsekvens vurderes derfor medføre **noe forringet tilstand** i driftsfasen sammenlignet med nullalternativet.

Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til hvordan utbygging vil påvirke diversitet og produktivitet for maneter i området. Usikkerhet for eksponering vurderes å være **middels** for alle fasene. Selv om påvirkningene fra havvind med sikkerhet vil overlappe med utbredelsen av maneter som gruppe, er kunnskap om ulike arters utbredelse, sesongvariasjoner og livssyklus begrenset for flere arter, spesielt småmaneter. Usikkerhet for sårbarhet vurderes til **høy** i alle faser.

Konsekvens: For alternativ 1 og 2 vurderes utbygging av havvind i ytterligere områder å medføre **noe negativ konsekvens** for maneter i driftsfasen, og **ubetydelig konsekvens** i de andre fasene (**høy usikkerhet**).

Avbøtende tiltak: For maneter finnes det per dags dato ingen avbøtende tiltak (kap.2.4.3.7). Hvis fremtidig teknologisk utvikling muliggjør metoder for å redusere begroing på strukturer, vil disse eventuelle konsekvenser av manetoppblomstringer kunne reduseres.

4.3.5 Kunnskapsmangler: Sørvest F

Kartlegging av bunnsubstrat anbefales for å identifisere områder som er viktige for tobis. Ellers er det ikke identifisert noen områdespesifikke kunnskapsmangler for Sørvest F. For generelle kunnskapsmangler knyttet til naturmangfold i de frie vannmasser og havvind, se kap. 2.5.

5 Del 4: Betraktninger om samlede virkninger

5.1 Begrensninger og usikkerhet i utredningen

Vurderingene i denne utredningen er basert på eksisterende kunnskap om utbredelse av ulike artsgrupper i de frie vannmassene og kunnskap om effekter fra havvind på disse. På begge disse feltene er det kunnskapsmangler (kap. 2.5) som gjør at det er varierende grad av usikkerhet i de vurderingene som blir gjort. Her beskrives noen ytterligere begrensninger med vurderingene som gjøres i denne utredningen.

5.1.1 Omfang av arter/grupper som vurderes

Da det kun er gjennomført vurdering av virkninger på et overordnet nivå, er utredningen begrenset til å fokusere på noen sentrale grupper i økosystemet i de frie vannmassene, f.eks. er ikke blekksprut, mikroorganismer og en del grupper i dyreplanktonsamfunnet inkludert i vurderingene. Det kan også være stor variasjon, i både egenskaper og mulig respons til påvirkning fra havvind, innenfor de gruppene som er vurdert.

5.1.2 Variasjon i utbredelse/forekomster nå og i fremtiden

Stor variasjon i utbredelse i tid og rom er karakteristisk for mange pelagiske organismer, og mange arter gjennomfører også sesongmessige vandring over store områder. Det er derfor en usikkerhet knyttet til hvor representative og presise tilgjengelige data, brukt i denne utredningen, er både for dagens situasjon og for fremtiden. En vurdering av virkninger av havvind strekker seg flere ti-år frem i tid, og innenfor dette tidsperspektivet kan det også forventes at klimaendringer vil påvirke utbredelse av marine arter (noen vil muligens ekspanderer nordover, og/eller til dypere områder) og tidspunkt for f.eks. våroppblomstring av planteplankton.

5.1.3 Vurdering av populasjonseffekter

Som nevnt i kapittel om kunnskapsmangler (2.5) er det uklart om dokumenterte effekter på individnivå vil kunne føre til endringer på populasjonsnivå (f.eks. endringer i bestandsstørrelse). For pelagiske organismer med store funksjonsområder forventes som oftest ikke effekter på bestandsnivå siden en relativt liten andel av populasjonen eller funksjonsområdet forventes å bli berørt ved utbygging av et enkelt av utredningsområdene for havvind. Det vil likevel være sann at områdets funksjon vil kunne bli negativt påvirket, og grunnet manglende kunnskap om funksjonsområder for mange arter er det stor usikkerhet i vurderingene av om dette vil kunne få bestandseffekter.

For fiskebestander er som regel ikke virkninger på tidlige livsstadier (egg og larver) inkludert i konsekvensvurderingene grunnet for lite kunnskapsgrunnlag både om viktige områder for larvedrift, hvordan ulike typer havvindanlegg vil komme til å påvirke oseanografiske forhold (havstrømmer, lagdeling m.m.) i området, og om hvordan dette i sin tur vil kunne påvirke ulike fiskebestander. Bruk av fysiske modeller (f.eks. NorKyst-800) sammen med partikkelspredningsmodeller vil kunne bedre kunnskapsnivået om f.eks. effekter fra havvind på larvedrift fra ulike gytefelt. Modeller som kan inkludere adferd vil være mest relevante, og det anbefales å kjøre modellene over flere år for å fange opp mellom-årlig variasjon. Ved en videre utvikling av modelleringene som er gjort til nå (kap. 3.1.3) anbefales å inkludere endringer i turbulens fra ulike typer fundamenter i vannsøylen, bruke flere scenarier for utbygging av havvind i flere ulike områder, samt å kjøre modellen over flere år.

5.1.4 Indirekte effekter

Denne utredningen er gjort på et overordnet nivå, og er begrenset til å fokusere på de direkte effektene fra havvind. Indirekte effekter (kaskadeeffekter) er ikke vektlagt i stor grad. Dette kan for eksempel være effekter på en fiskebestand grunnet endringer i byttedyrtetthet eller mengde predatorer i området for havvind. Modeller som tar hensyn til flere nivåer i næringskjeden (økosystemmodeller) kan muligens gi bedre forståelse av disse indirekte effektene.

I utredningsområder hvor det i dag foregår fiskeriaktivitet, vil etablering av havvindanlegg redusere de ytre påvirkningene på fiskeribestander og bunnsamfunn lokalt (Cochrane m.fl. 2024). Effekter av redusert fiskeriaktivitet er ikke inkludert i vurderingene av konsekvenser av havvind i denne utredningen, men det nevnes i oppsummeringen for områdene der det er relevant.

5.1.5 Erfaringer fra å inkludere plankton i utredningen

Dette er så vidt vi vet den første utredningen av konsekvenser fra utbygging av havvind som inkluderer vurdering av mulige effekter på plankton. Plankton er en variert gruppe organismer bestående av både planter og dyr, der det finnes begrenset kunnskap både fra områdene som skal utredes og om virkninger fra havvind (kap. 2.4.3, 2.5). Fullstendig artsmangfold av plante- og dyreplankton er ikke beskrevet for de ulike områdene, og områdene mangler i de fleste tilfeller *in-situ* estimat av produksjon. Det er derfor ikke mulig å fokusere på enkeltarter av plankton. Det er også manglende kunnskap om mange påvirkninger og spesielt mulige populasjonseffekter av disse. I vurderingen har vi brukt relativt store grupper av plankton der det vil være stor variasjon innen hver gruppe. Det er derfor spesielt stor usikkerhet knyttet til vurderingene av plankton. Vi mener likevel at det er meningsfullt å inkludere disse gruppene i vurderingen, da de er av fundamental betydning for marine økosystemer.

5.2 Samlede virkninger og storskalaeffekter

5.2.1 Samlede virkninger

For å vurdere virkninger av havvind på marine organismer er det viktig å kunne trekke konklusjoner på populasjonsnivå. I denne utredningen gjenspeiler vurderingene av grad av påvirkning den forventede effekten på populasjonsnivå fra den eller de viktigste påvirkningsfaktorene i en gitt fase i havvindanleggets livs-syklus. Dette er en nødvendig forenkling som er gjort i denne overordnede utredningen, og i realiteten blir en populasjon påvirket av flere ulike faktorer over de ulike fasene til et havvindanlegg, i tillegg til påvirkning fra andre menneskelige aktiviteter. Flere arter inkludert i denne utredningen har store utbredelsesområder og blir påvirket av en rekke ulike aktiviteter også i havområder langt utenfor Norges grenser.

Det er store usikkerheter knyttet til samlede effekter, og det er per i dag ikke utviklet gode metoder for å gjennomføre vurderinger av samlede virkninger (kap. 2.5). Det gis derfor ikke i denne utredningen en vurdering av samlet konsekvens for alle påvirkningsfaktorer fra alle faser sett under ett. Basert på fremgangsmåten vi har valgt for konsekvensvurdering av hver fase, der fokus er på den/de påvirkningsfaktorene som forventes ha størst effekt, vil en mulig tilnærming for samlet effekt fra alle faser av havvind være å bruke den fasen for hver

gruppe med størst konsekvens inn i det videre arbeidet med strategisk konsekvensutredning.

5.2.2 Storskala utbygging og konsekvens for pelagisk naturmangfold

I denne utredningen vurderes virkninger av havvind i de enkelte utredningsområdene hver for seg. Utbygging av et større antall havvindanlegg innenfor et geografisk område vil kunne gi større negative konsekvenser enn det som "summen" av vurderingen her tilsier.

Utbygging av flere havvindanlegg vil kunne påvirke en større andel av bestander og viktige funksjonsområder, og verdien vil i så tilfelle kunne bli vurdert høyere hvis man skulle vurdert alle områder samlet. Dette er spesielt relevant for pelagiske organismer som ofte har store utbredelses- og funksjonsområder, og derfor ofte blir vurdert til relativt lave verdier i hvert enkelt område. Når en større andel av viktige funksjonsområder og bestander forventes å bli påvirket, vil også graden av påvirkning kunne vurderes som mer alvorlig. For eksempel er beiteområde for vågehval relativt stort og utbygging av et enkelt område utgjør kun en liten del av det totale beiteområdet, men hvis det blir utbygging av havvind i alle 20 områdene vil det utgjøre en større del av beiteområdet, med en større konsekvens for vågehval. Et annet eksempel er gytevandningsområder for pelagiske fiskearter som Norsk vårgytende sild og lodde langs den nordlige delen av norskekysten, der utbygging av havvind i flere av de nordlige utredningsområdene vil ha større konsekvens sammenlignet med utbygging i et enkelt område. Av dette følger at utbygging av flere havvindanlegg innenfor et geografisk område sannsynligvis vil lede til større negative konsekvenser for pelagisk naturmangfold.

5.2.3 Storskala utbygging og risiko for introduksjon og spredning av fremmede arter

Fremmede arter er organismer som har spredt seg til områder der de ikke forekommer naturlig. Etablering av havvindanlegg vil kunne føre til økt skipstrafikk, en viktig vektor for introduksjon og spredning av fremmede arter både gjennom ballastvann og begroing på skipsskrog (Husa m.fl. 2022). Harde strukturer i havvindanlegg (fundamenter, fortøyninger m.m.) vil koloniseres av arter som ikke naturlig hører hjemme i bløtbunnsområder, eller i vannsøylen i åpne havområder. Noen av begroingsartene kan være fremmede arter, som ruren *Megabalanus coccopoma*, tangloppen *Jassa marmorata*, stillehavsøsters og asiatisk strandkrabbe som ble funnet i et havvindanlegg sør i Nordsjøen (De Mesel m.fl. 2015).

For at en fremmed art som spres til et nytt område skal kunne etablere seg, må den være tilpasset miljøforholdene på stedet. Havtemperatur er generelt den viktigste faktoren som styrer utbredelsen av marine arter. I Norge er vintertemperaturen ofte for lav til at arter som finnes lengre sør i Europa kan overleve, eller sommertemperaturen for lav til at de kan formere seg (Husa m.fl. 2022). Dette gjelder også for introduserte arter og er sannsynligvis en årsak til hvorfor det finnes få fremmede marine arter i norske farvann (Husa m.fl. 2022). Klimaendringer vil kunne gjøre det lettere for fremmede arter å etablere seg i Norge i fremtiden.

Av potensielle marine fremmedarter i Norge er det spesielt arter med bunnlevende stadier tilknyttet hardbunn og frittlevende spredningsstadier (f.eks. noen maneter, muslinger) som vil kunne dra fordel av etablering av havvind. For disse artene kan havvindanlegg gi økt tilgang til nye hardbunnshabitat, og flere nærliggende anlegg kan fungere som "stepping-stones" som bidrar til ytterligere spredning til andre områder. Dette kan igjen føre til at de fremmede artene etablerer en moderpopulasjon som så sprer pelagiske larver videre til områder som uten installasjonene ville vært utenfor rekkevidde (Bishop m.fl. 2017). Arter med langvarige larvestadier vil på denne måten kunne spre seg over større avstander enn

arter med kortvarige larvestadier. Funn av fremmede arter i havvindanlegg i Nordøst-Atlanteren har hittil vært begrenset til den sørlige delen av Nordsjøen (f.eks. De Mesel m.fl. 2015), muligens fordi det er gjennomført færre undersøkelser i andre områder (Karlsson m.fl. 2022).

Foreløpig er det svært begrenset eller ingen forskning på hvilke fremmede arter som kan etablere seg i havvindanlegg i norske havområder, eller hvordan de kan påvirke de naturlige økosystemenes struktur og funksjon. Avhengig av både den introduserte arten og det naturlige økosystemet, kan fremmede arter potensielt påvirke lokale næringsnett og spre sykdommer (De Mesel m.fl. 2015, Degraer m.fl. 2020). Selv om dette er en bekymring, er det ennå ikke dokumentert at havvindanlegg vil tilby fremmede arter livsmuligheter i et omfang som truer naturlige arter (Degraer m.fl. 2020, Dauvin 2024).

5.2.4 Virkninger fra havvind på økosystem

Denne utredningen vurderer at konsekvensene av etablering av havvind i de ulike utredningsområdene varierer fra ubetydelige til middels negative, og i noen tilfeller noe positive konsekvenser, for ulike grupper av pelagiske organismer. I tillegg til effekter på enkelte arter og organismegrupper, vil etablering av havvind ha både direkte og indirekte innvirkninger på det marine økosystemet. Alle typer påvirkningsfaktorer fra etablering av havvind kan bidra til effekter på økosystemnivå, inkludert virkninger av støy (Jfr [utredningspunkt](#) *Virkninger på økosystem som følge av støypåvirkninger*).

Økosystemets struktur og funksjon kan bli påvirket ved at artssammensetningen i området endres, arter forandrer migrasjonsruter eller adferd, eller næringsnett som predator-bytte forhold forstyrres. Det er imidlertid ikke tilstrekkelig kunnskap om hvordan støy og andre påvirkningsfaktorer påvirker bestandene over tid, hvordan ulike påvirkningsfaktorer virker sammen, og om de langsiktige konsekvensene for økosystemene (Faglig forum for norske havområder, 2023).

Samlet påvirkning fra flere faktorer på økosystem er forbundet med komplekse responser, kjennetegnet av ikke-lineære sammenhenger, interaksjoner mellom ulike påvirkningsfaktorer og feed-back mekanismer. Modeller er derfor viktige verktøy for å forstå de samlede effektene på økosystemnivå.

"End-to-end" økosystemmodeller brukes til å modellere komplekse økosystemprosesser fra bunn-nivå (primærproduksjon) til topp-predatornivå, med formål om å forstå helhetlige sammenhenger mellom biotiske og abiotiske faktorer. Eksempler på slike modeller inkluderer Atlantis og Ecosim/Ecopath med Ecospace (EwE). Slike modeller kan brukes for å forstå effektene på økosystemnivå av spesifikke aktiviteter eller påvirkninger, samt den samlede virkningen av flere faktorer, som fiskeri og klimaendringer. Nylig har det blitt testet å inkludere effekter av undervannsstøy i noen av disse modellen (Skarsæterhagen m.fl. 2024, Stock m.fl. 2023). Simulering av støy i modellene førte til redusert biomasse for både fisk og sjøpattedyr. Blant virvelløse dyr var effekten spesielt markant for dyreplankton, mens andre grupper viste mindre respons.

Økt forståelse av hvordan virkninger fra havvindanlegg samspiller med andre påvirkningsfaktorer som klimaendringer, fiskeri og miljøgifter er viktig for å utvikle gode tiltak og forvaltningspraksiser som både bevarer det marine biologiske mangfoldet og støtter utbygging av fornybare energikilder (Hasselman m.fl. 2023, Isaksson m.fl. 2023).

6 Referanser

- Airoidi, L., Turon, X., Perkol-Finkel, S. and Rius, M. (2015). Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions*, 21(7), pp.755-768.
- Ajmi, S., Boutet, M., Bennis, A.-C., Dauvin, J.-C. & Pezy, J.-P. (2023). Numerical study of turbulent wake of offshore wind turbines and retention time of larval dispersion. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11, 2152.
- Aniceto, A. S., Biuw, M., Lindstrøm, U., Solbø, S. A., Broms, F., & Carroll, J. (2018). Monitoring marine mammals using unmanned aerial vehicles: quantifying detection certainty. *Ecosphere*, 9(3), e02122.
- Artsdatabanken (2021a). Ansvarsarter – Rødlista i et europeisk perspektiv. Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/fordypning/ansvarsar...> Nedlastet 11.06.2024.
- Artsdatabanken (2021b, 24. november). Norsk rødliste for arter 2021. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021>
- Artsdatabanken (2023, 11. august). Fremmede arter i Norge - med økologisk risiko 2023. <http://www.artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023>
- Aspirault, A., Winkler, G., Jolivet, A., Audet, C., Chauvaud, L., Juanes, F., ... & Tremblay, R. (2023). Impact of vessel noise on feeding behavior and growth of zooplanktonic species. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1111466.
- Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G., & Thompson, P. M. (2010). Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine pollution bulletin*, 60(6), 888-897.
- Barbut, L., Vastenhoud, B., Vigin, L., Degraer, S., Volckaert, F. A., & Lacroix, G. (2020). The proportion of flatfish recruitment in the North Sea potentially affected by offshore windfarms. *ICES Journal of Marine Science*, 77(3), 1227-1237.
- Barkaszi, M. J., Fonseca, M., Foster, T., Malhotra, A., & Olsen, K. (2021). Risk Assessment to Model Encounter Rates Between Large Whales and Vessel Traffic from Offshore Wind Energy on the Atlantic OCS. *Sterling (VA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management*. OCS Study BOEM, 34, 54.
- Beaugrand, G. & Reid, P.C. (2003), Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate. *Global Change Biology*, 9: 801-817. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00632.x>
- Benhemma-Le Gall, A., Thompson, P., Merchant, N., & Graham, I. (2023). Vessel noise prior to pile driving at offshore windfarm sites deters harbour porpoises from potential injury zones. *Environmental impact assessment review*, 103, 107271.
- Berge, J., Geoffroy, M., Daase, M., Cottier, F., Priou, P., Cohen, J. H., Johnsen, G., McKee, D., Kostakis, I., Renaud, P. E., Vogedes, D., Anderson, P., Last, K. S. & Gauthier, S. (2020). Artificial light during the polar night disrupts Arctic fish and zooplankton behaviour down to 200 m depth. *Communications Biology*, 3(1), 102.

- Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Capetillo, NÅ, m.fl. (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife—a generalized impact assessment. *Environ. Res. Lett.* 9(3):034012.
- Bishop, M.J., Mayer-Pinto, M., Airolidi, L., Firth, L.B., Morris, R.L., Loke, L.H., Hawkins, S.J., Naylor, L.A., Coleman, R.A., Chee, S.Y. and Dafforn, K.A. (2017). Effects of ocean sprawl on ecological connectivity: impacts and solutions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 492, pp.7-30.
- Bjørge, A., Lydersen, C., Skern-Mauritzen, M., & Wiig, Ø. (2010). Sjøens pattedyr 2010. *Fisken og havet, særnummer*; 2-2010.
- Bolle, L. J., de Jong, C. A., Bierman, S. M., van Beek, P. J., van Keeken, O. A., Wessels, P. W., ... & Dekeling, R. P. (2012). Common sole larvae survive high levels of pile-driving sound in controlled exposure experiments. *PLoS One*, 7(3), e33052.
- Bolton, D., Mayer-Pinto, M., Clark, G. F., Dafforn, K. A., Brassil, W. A., Becker, A., & Johnston, E. L. (2017). Coastal urban lighting has ecological consequences for multiple trophic levels under the sea. *Science of the Total Environment*, 576, 1–9.
- Brandt, M. J., Diederichs, A., Betke, K., & Nehls, G. (2011). Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421, 205-216.
- Brandt, M. J., Dragon, A. C., Diederichs, A., Bellmann, M. A., Wahl, V., Piper, W., ... & Nehls, G. (2018). Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series*, 596, 213-232.
- Brandt, M. J., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R., & Nehls, G. (2013). Seal scarers as a tool to deter harbour porpoises from offshore construction sites. *Marine Ecology Progress Series*, 475, 291-302.
- Burns, R., Martin, S., Wood, M., Wilson, C., Lumsden, C., Pace, F. (2022) Hywind Scotland Floating Offshore Wind Farm: Sound Source Characterisation of Operational Floating Turbines. Document 02521, Version 3.0 FINAL. Technical report by JASCO Applied Sciences for Equinor Energy AS. Available at: <https://www.equinor.com/sustainability/impact-assessments#hywind-scotland>.
- Cai, L., Hu, Q., Qiu, Z., Yin, J., Zhang, Y., Zhang, X. (2023). Study on the Impact of Offshore Wind Farms on Surrounding Water Environment in the Yangtze Estuary Based on Remote Sensing. *Remote Sensing*, 2023, 15(22), 5347.
- Carpenter, J. R., Merckelbach, L., Callies, U., Clark, S., Gaslikova, L., and Baschek, B. (2016). Potential impacts of offshore wind farms on North Sea stratification. *PloS One* 11, e0160830. doi: 10.1371/journal.pone.0160830
- Cazenave, P.W., Torres, R. & Allen, J.I. (2016). Unstructured grid modelling of offshore wind farm impacts on seasonally stratified shelf seas. *Progress in oceanography*, 145, 25-41.
- Christiansen, N., Carpenter, J.R., Daewel, U., Suzuki, N. & Schrum, C. (2023). The large-scale impact of anthropogenic mixing by offshore wind turbine foundations in the shallow North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1178330.

- Christiansen, N., Daewel, U. & Schrum, C. (2022b). Tidal mitigation of offshore wind wake effects in coastal seas. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1006647.
- Christiansen, N., Daewel, U., Djath, B. & Schrum, C. (2022a). Emergence of large-scale hydrodynamic structures due to atmospheric offshore wind farm wakes. *Frontiers in Marine Science*, 9, 64.
- Cochrane, S.K.J, Ziegler, A., Andrews, A.J., Borgersen, G. & Bedington, M. (2024) under godkjenning. Fagutredning for virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F. Akvaplan-niva rapport 65376.
- Codarin, A., Wysocki, L. E., Ladich, F., & Picciulin, M. (2009). Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 58(12), 1880–1887.
<https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2009.07.011>
- Cooke, J.G. (2018). *Balaenoptera physalus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T2478A50349982. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T2478A50349982.en> Accessed on 27 June 2024.
- Cresci, A., Durif, C. M. F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022a). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (*Melanogrammus aeglefinus*). *PNAS Nexus*, 1.
[doi:https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175](https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175)
- Cresci, A., Durif, C. M., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2023). Static magnetic fields reduce swimming activity of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) larvae. *ICES Journal of Marine Science*, fsad205.
- Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., ... & Browman, H. I. (2022b). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). *Marine Environmental Research*, 176, 105609.
- Crum, N., Gowan, T., Krzystan, A., & Martin, J. (2019). Quantifying risk of whale–vessel collisions across space, time, and management policies. *Ecosphere*, 10(4), e02713.
- Daewel, U., Naveed Akhtar, N. C. & Schrum, C. (2022). Offshore wind farms are projected to impact primary production and bottom water deoxygenation in the North Sea. *Communications Earth & Environment* 3(1): 292.
- Dähne, M., Gilles, A., Lucke, K., Peschko, V. m.fl. (2013). Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environ Res Lett* 8: 0250020
- Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, A., & Nabe-Nielsen, J. (2017). Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. *Marine Ecology Progress Series*, 580, 221-237.
- Dauvin, J.-C. (2024). Do offshore wind farms promote the expansion and proliferation of non-indigenous invertebrate species? *Marine Pollution Bulletin*, 206, 116802
- Davies, T. W., & Smyth, T. (2018). Why artificial light at night should be a focus for global change research in the 21st century. *Global Change Biology*, 24, 872–882.

- Davies, T. W., Coleman, M., Griffith, K. M., & Jenkins, S. R. (2015). Night-time lighting alters the composition of marine epifaunal communities. *Biology Letter*, 11, 20150080.
- de Jong, K., Steen, H., Forland, N. F., Wehde, H., Nyqvist, D., Palm, A.C.U., Nilssen, K.T., Albretsen, J., Falkenhaus, T., Biuw, M., Buhl-Mortensen, L. Sivle, L.D. (2020) Potensielle effekter av vindkraftanlegg på havmiljøet. Rapport fra Havforskningen 2020-42. ISSN:1893-4536. 42 p.
- De Mesel, I., Kerckhof, F., Norro, A., Rumes, B. and Degraer, S. (2015). Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their role as stepping stones for non-indigenous species. *Hydrobiologia*, 756, pp.37-50.
- Debusschere, E., Hostens, K., Adriaens, D., Ampe, B., Botteldooren, D., De Boeck, G., ... & Degraer, S. (2016). Acoustic stress responses in juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax* induced by offshore pile driving. *Environmental Pollution*, 208, 747-757.
- Debusschere, E., De Coensel, B., Bajek, A., Botteldooren, D., Hostens, K., m.fl. (2014). In situ mortality experiments with juvenile Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in relation to impulsive sound levels caused by pile driving of windmill foundations. *Plos One* 9(10): e109280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109280>
- Degraer, S., Carey, D. A., Coolen, J. W., Hutchison, Z. L., Kerckhof, F., Rumes, B., & Vanaverbeke, J. (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning. *Oceanography*, 33(4), 48-57.
- Dietz, R., Rikardsen, A. H., Biuw, M., Kleivane, L., Noer, C. L., Stalder, D., ... & Olsen, M. T. (2020). Migratory and diurnal activity of North Atlantic killer whales (*Orcinus orca*) off northern Norway. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 533, 151456.
- DNV (2014). Dokumentasjon av miljøverdi- og sårbarhetsanalyse. Rapport nr. 2012-1805, Rev. 03
- Dorrell, R.M., Lloyd, C.J., Lincoln, B.J., Rippeth, T.P., Taylor, J.R., Caulfield, C.C.P., Sharples, J., Polton, J.A., Scannell, B.D., Greaves, D.M. and Hall, R.A. (2022). Anthropogenic mixing in seasonally stratified shelf seas by offshore wind farm infrastructure. *Frontiers in Marine Science*, 9, 830927.
- Duarte, C. M., Chapuis, L., Collin, S. P., Costa, D. P., Devassy, R. P., Eguiluz, V. M., ... & Juanes, F. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, 371(6529), eaba4658.
- Duc, P. A. (2023). Effects of Water Stratification and Mixing on Plankton Community Structure in a Floating Solar Power Plant. *Earth*, 12(1), 1-9.
- Dunlop, R. A., Noad, M. J., McCauley, R. D., Kniest, E., Slade, R., Paton, D. & Cato, D. H. (2018). A behavioural dose-response model for migrating humpback whales and seismic air gun noise. *Mar. Poll. Bull.*, 133, 506-516.
- Durif, C. M., Nyqvist, D., Taormina, B., Shema, S. D., Skiftesvik, A. B., Freytet, F., & Browman, H. I. (2023). Magnetic fields generated by submarine power cables have a negligible effect on the swimming behavior of Atlantic lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) juveniles. *PeerJ*, 11, e14745.

- Edmonds, N.J., Firmin, C.J., Goldsmith, D., Faulkner, R.C. & Wood, D.T. (2016). A review of crustacean sensitivity to high amplitude underwater noise: Data needs for effective risk assessment in relation to UK commercial species. *Marine Pollution Bulletin*, 108(1-2), 5-11.
- Eldegard, K., Syvertsen, P. O., Bjørge, A., Kovacs, K., Støen, O.-G. & van der Kooij, J. (2021a). Pattedyr: Vurdering av havert I for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken 24.11.2024. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/7696>
- Eldegard, K., Syvertsen, P. O., Bjørge, A., Kovacs, K., Støen, O.-G. & van der Kooij, J. (2021b). Pattedyr: Vurdering av finnhval *Balaenoptera physalus* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken 24.11.2024. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/22850>
- Eldegard, K., Syvertsen, P. O., Bjørge, A., Kovacs, K., Støen, O.-G. & van der Kooij, J. (2021c). Pattedyr: Vurdering av spermhval *Physeter macrocephalus* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken 24.11. 2024. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/31526>
- Eldegard, K., Syvertsen, P. O., Bjørge, A., Kovacs, K., Støen, O.-G. & van der Kooij, J. (2021d). Pattedyr: Vurdering av spekkhogger *Orcinus orca* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken 24.11. 2024. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/29141>
- Elnes, J. O., Moan, A., Nilssen, K. T., Vøllestad, L. A., & Bjørge, A. (2023). Temporal and Spatial Distribution of Harbor Seal (*Phoca vitulina*) Risk of Entanglement in Gillnets Along the Norwegian Coast. *Aquatic Mammals*, 49(6), 508-518.
- Energinet Eltransmission A/S. (2024). North Sea Energy Island, Marine mammals. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindmoller_hav/2203_marine_mammals_-_eins_wp_f_technical_report_final_12072024.pdf
- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., & Soldal, A. V. (1996). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(10), 2238-2249. https://doi.org/10.1139/F96-177/ASSET/F96-177.FP.PNG_V03
- England, S. J. & D. Robert, 2022: The ecology of electricity and electroreception. *Biological Reviews*, 97, 383-413.
- Equinor, 2019. Hywind Tampen PUD del II – Konsekvensutredning. Hentet her: <https://www.equinor.com/sustainability/impact-assessments>
- Erbe, C., Reichmuth, C., Cunningham, K., Lucke, K. & Dooling, R. (2016). Communication masking in marine mammals: A review and research strategy. *Mar. Poll. Bull.* 103: 15–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.007>
- Eriksen, E., van der Meeren, G.I., Nilsen, B.M., von Quillfeldt, C.H., Johnsen, H. 2021. Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder - Miljøverdi. Rapport fra havforskningen 2021-26. ISSN: 1893-4536.
- Faglig forum for norske havområder. (2019). Om kandidatområder for særlig verdifulle og sårbare områder. Rapport til styringsgruppen for forvaltningsplanene. Rapport nr. M-1471
- Faglig forum for norske havområder (2023) Faggrunnlag for helhetlige forvaltningsplaner for norske havområder – Hovedrapport 2019-2023. Rapport nr. M-2524.

- Fernandez-Betelu, O., Graham, I. M., Malcher, F., Webster, E., Cheong, S. H., Wang, L., ... & Thompson, P. M. (2024). Characterising underwater noise and changes in harbour porpoise behaviour during the decommissioning of an oil and gas platform. *Marine Pollution Bulletin*, 200, 116083.
- Fey, D. P., Greszkiewicz, M., Otremba, Z., & Andruliewicz, E. (2019). Effect of static magnetic field on the hatching success, growth, mortality, and yolk-sac absorption of larval Northern pike *Esox lucius*. *Science of the total environment*, 647, 1239-1244.
- Fey, D. P., Jakubowska, M., Greszkiewicz, M., Andruliewicz, E., Otremba, Z., & Urban-Malinga, B. (2019). Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? *Aquatic Toxicology*, 209, 150-158.
- Floeter, J., Pohlmann, T., Harmer, A. and Möllmann, C. (2022). Chasing the offshore wind farm wind-wake-induced upwelling/downwelling dipole. *Frontiers in Marine Science*, 9, 884943.
- Floeter, J., van Beusekom, J.E., Auch, D., Callies, U., Carpenter, J., Dudeck, T., Eberle, S., Eckhardt, A., Gloe, D., Hänselmann, K. & Hufnagl, M. (2017). Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Progress in Oceanography*, 156, 154-173.
- Forland, T. N., Sivle, L. D., de Jong, K., Pedersen, G., Strømme, M. L., Kutti, T., ... & Wehde, H. (2023). Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet- Kunnskapsgrunnlag, vurderinger og råd for 2024. Rapport fra Havforskningen nr. 2023-63
- Formicki, K., Korzelecka-Orkisz, A. & Tanski, A. (2019). Magnetoreception in fish. *Journal of Fish Biology*, 95, 73-91. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfb.13998>,
- Galparsoro, I., Menchaca, I., Garmendia, J. M., Borja, Á., Maldonado, A. D., Iglesias, G., & Bald, J. (2022). Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms. *Ocean Sustainability*, 1(1), 1-8.
- Galparsoro, I., Menchaca, I., Seeger, I., Nurmi, M., McDonald, H., Garmendia, J. M., ... & Borja, Á. (2022). Mapping Potential Environmental Impacts of Offshore Renewable Energy. ETC/ICM Report, 2.
- Gaston, K. J., Ackermann, S., Bennie, J., Cox, D. T., Phillips, B. B., de Miguel, A. S., & Sanders, D. (2021). Pervasiveness of biological impacts of artificial light at night. *Integrative & Comparative Biology*, 61, 1098–1110
- Gigot, M., Tremblay, R., Bonnel, J., Chauvaud, L., & Olivier, F. (2023). Physiological condition of the warty venus (*Venus verrucosa* L. 1758) larvae modulates response to pile driving and drilling underwater sounds. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1117431.
- Gill, A.B., Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electro-magnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES). (pp. 86-10). DOI: 10.2172/1633088.
- Gilles, A., Authier, M., Ramirez-Martinez, N.C., Araújo, H., Blanchard, A., Carlström, J., Eira, C., Dorémus, G., FernándezMaldonado, C., Geelhoed, S.C.V., Kyhn, L. A., Laran, S., Nachtsheim, D., Panigada, S., Pigeault, R., Sequeira, M., Sveegaard, S., Taylor, N.L., Owen, K., Saavedra, C., Vázquez-Bonales, J.A., Unger, B., Hammond, P.S. (2023). Estimates of

cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-IV aerial and shipboard surveys. Final report published 29 September 2023. 64 pp. <https://www.tiho-hannover.de/itaw/scans-iv-survey>

Gimpel, A., Werner, K. M., Bockelmann, F. D., Haslob, H., Kloppmann, M., Schaber, M., & Stelzenmüller, V. (2023). Ecological effects of offshore wind farms on Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern North Sea. *Science of the Total Environment*, 878, 162902.

Graham, I. M., Merchant, N. M., Farcas, A., Barton, T. M., Cheney, B., Bono, S. & Thompson, P. M. (2019). Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *R. Soc. Open Sci.* 6, 190335.

Graham, I.M., Gillespie, D., Gkikopoulou, K.C., Hastie, G.D., Thompson, P.M. (2023). Directional hydrophone clusters reveal evasive responses of small cetaceans to disturbance during construction at offshore windfarms. *Biological Letters*, 19, 20220101.
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0101>

Haelters, J., Dulière, V., Vigin, L., & Degraer, S. (2015). Towards a numerical model to simulate the observed displacement of harbour porpoises *Phocoena phocoena* due to pile driving in Belgian waters. *Hydrobiologia*, 756, 105-116.

Hall, R., João, E. & Knapp, C. W. (2020). Environmental impacts of decommissioning: Onshore versus offshore wind farms. *Environ. Impact Assess. Rev.* 83, 106404.

Hansen, C., Aarflot, J.M., Eriksen, E., Husson, B., Fauchald, P., Johansen, G.O., Jorgensen, L.L., van der Meer, G., Mikkelsen, N., Ottersen, G., von Quillfeldt, C.H., & Skern-Mauritzen, M. (2022b). Samlet påvirkning i foreslåtte særlig verdifulle og sårbare områder i norske havområder. Rapport fra havforskningen 2022-46. ISSN: 1893-4536.

Hansen, C., Hjøllø, S.S., Ottersen, G., & Skern-Mauritzen, M. (Eds) (2022a). Miljøverdiers sårbarhet i norske havområder. Rapport fra Havforskningen, 2022-33.
<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-33>. 124pp

Hansen, C., Skogen, M.D., Utne, K.R., Broms, C., Strand, E. & Hjøllø, S.S. (2021). Patterns, efficiency and ecosystem effects when fishing *Calanus finmarchicus* in the Norwegian Sea using an individual-based model. *Marine Ecology Progress Series*, 680, 15-32.

Hasselman, D. J., Hemery, L. G., Copping, A. E., Fulton, E. A., Fox, J., Gill, A. B., & Polagye, B. (2023). 'Scaling up' our understanding of environmental effects of marine renewable energy development from single devices to large-scale commercial arrays. *Science of the Total Environment*, 904, 166801.

Hastie, G.D., Russell, D.J.F., Benjamins, S., m.fl. (2016). Dynamic habitat corridors for marine predators; intensive use of a coastal channel by harbour seals is modulated by tidal currents. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 70, 2161–2174.

Havforskningsinstituttet (2020). Strøm og temperatur begrenser områder egnet for havbruk til havs. <https://www.hi.no/hi/nyheter/2020/januar/strom-og-temperatur-begrenser-omrader-egnet-for-havbruk-til-havs>

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 635–651. <https://doi.org/10.1093/ICESJMS/FSW205>

- Hemery, L., Garavelli, L., Copping, A., Farr, H., & Jones, K. (2024). Investigating displacement of marine animals as a potential effect of marine renewable energy development. Pan-American marine energy conference, 22-24.
- Henry, L.A., Mayorga-Adame, C.G., Fox, A.D., Polton, J.A., Ferris, J.S., McLellan, F., McCabe, C., Kutti, T. and Roberts, J.M. (2018). Ocean sprawl facilitates dispersal and connectivity of protected species. *Scientific reports*, 8(1), 1346.
- Hermans, A., Prusina, I., Bos, O. et al. (2020). Nature-inclusive design: A catalogue for offshore wind infrastructure. Den Haag: Witteveen+Bos, 37pp.
- Hermans, A., Winter, H. V., Gill, A. B., & Murk, A. J. (2024). Do electromagnetic fields from subsea power cables effect benthic elasmobranch behaviour? A risk-based approach for the Dutch Continental Shelf. *Environmental Pollution*, 123570.
- Huang, L. F., Xu, X. M., Yang, L. L., Huang, S. Q., Zhang, X. H., & Zhou, Y. L. (2023). Underwater noise characteristics of offshore exploratory drilling and its impact on marine mammals. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1097701.
- Hubert, J., Demuynck, J. M., Remmelzwaal, M. R., Muñiz, C., Debusschere, E., Berges, B., Slabbekoorn, H., Remmelzwaal, M. R., & Mu, C. (2024). An experimental sound exposure study at sea: No spatial deterrence of free-ranging pelagic fish. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 155(2), 1151–1161. <https://doi.org/10.1121/10.0024720>
- Hunt, K. E., Moore, M. J., Rolland, R. M., Kellar, N. M., Hall, A. J., Kershaw, J., ... & Kraus, S. D. (2013). Overcoming the challenges of studying conservation physiology in large whales: a review of available methods. *Conservation Physiology*, 1(1), cot006.
- Husa, V., Agnalt, A.-L., Berntsen, H., Falkenhaus, T., Fossøy, F., Forsgren, E. m.fl. og Sandvik, H. (2022). Alien marine species in Norway, Mapping, monitoring and assessment of vectors for introductions. Rapport fra Havforskningen; 2022– 8.
- Hutchison, Z. L., Secor, D. H., & Gill, A. B. (2020). The Interaction Between Resource Species and Electromagnetic Fields Associated with Electricity Production by Offshore Wind Farms. *Special issue on understanding the effects of offshore wind energy development on fisheries*, 33(4), 96–107. <https://doi.org/10.2307/26965753>
- Isaksson, N., Scott, B. E., Hunt, G. L., Benninghaus, E., Declerck, M., Gormley, K., ... & Williamson, B. J. (2023). A paradigm for understanding whole ecosystem effects of offshore wind farms in shelf seas. *ICES Journal of Marine Science*, fsad194. IUCN. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [29.02.2024].
- IUCN. (2024). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [29.02.2024].
- Janßen, H., Augustin, C.B., Hinrichsen, H.H. & Kube, S. (2013). Impact of secondary hard substrate on the distribution and abundance of *Aurelia aurita* in the western Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 75(1-2), 224-234.
- Karlsson, R., Tivefäth, M., Duranović, I., Martinsson, S., Kjølhamar, A. & Murvoll, K.M. (2022). Artificial hard-substrate colonisation in the offshore Hywind Scotland Pilot Park. *Wind Energy Science*, 7:801-814.

Kettemer, L. E. (2023). Migration Ecology of North Atlantic Humpback Whales: Mapping Movements throughout the Annual Cycle. <https://hdl.handle.net/10037/31692>

Kettemer, L. E., Rikardsen, A. H., Biuw, M., Broms, F., Mul, E., & Blanchet, M. A. (2022). Round-trip migration and energy budget of a breeding female humpback whale in the Northeast Atlantic. *PLoS One*, 17(5), e0268355.

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E. & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24. <https://jeb.biologists.org/content/120/1/1>

Kjørstad, E. (2024). Alle spermhvaler utenfor Norge er hanner: Livene deres er langt mer interessante enn vi har trodd. *Forskning.no* 25. februar. <https://www.forskning.no/dyreverden-havet-havforskning/alle-spermhvaler-utenfor-norge-er-hanner-livene-deres-er-langt-mer-interessante-enn-vi-har-trodd/2313480>

Klimley, A. P., Putman, N. F., Keller, B. A. & Noakes, D. (2021). A call to assess the impacts of electromagnetic fields from subsea cables on the movement ecology of marine migrants. *Conservation Science and Practice*, 3(7), e436. <https://doi.org/10.1111/CSP2.436>

Klimley, A. P., Wyman, M. T., & Kavet, R. (2017). Chinook salmon and green sturgeon migrate through San Francisco Estuary despite large distortions in the local magnetic field produced by bridges. *Plos One*, 12(6), e0169031. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0169031>

Kordan, M. B. & Yakan, S. D. (2024). The effect of offshore wind farms on the variation of the phytoplankton population. *Regional Studies in Marine Science*, 69, 103358.

Kvadsheim P.H., Sivle L.D., Hansen R.R., Karlsen H.E. (2017). Effekter av menneskeskapt støy på Havmiljø - rapport til Miljødirektoratet om kunnskapsstatus. FFI-RAPPORT 2017/00075.

Kyhn, L.A., Sveegaard, S., Galatius, A., Teilmann, J., Tougaard, J. & Mikaelson, M. (2021). Geotekniske og geofysiske forundersøgelser til Energiø Nordsø. Vurdering af påvirkning på havpattedyr. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 44 s. – Videnskabelig rapport nr. 433 <http://dce2.au.dk/pub/SR433.pdf>

Lara, R. A., Breitzler, L., Lau, I. H., Gordillo-Martinez, F., Chen, F., Fonseca, P. J., ... & Vasconcelos, R. O. (2022). Noise-induced hearing loss correlates with inner ear hair cell decrease in larval zebrafish. *Journal of Experimental Biology*, 225(7), jeb243743.

Lesniowski, T. (2017). *Physical and Physiological Growth Constraints of Key, North Sea Gelatinous Zooplankton* (Doctoral dissertation, Universität Bremen).

Lieber, L., Nimmo-Smith, W.A.M., Waggitt, J.J. & Kregting, L. (2019). Localised anthropogenic wake generates a predictable foraging hotspot for top predators. *Commun. Biol.*, 2, 123.

Lohmann, K. J., Goforth, K. M., Mackiewicz, A. G., Lim, D. S. & Lohmann, C. M. (2022). Magnetic maps in animal navigation. *Journal of Comparative Physiology A*, 1-27.

Løviknes, S., Jensen, K. H., Krafft, B. A., Anthonypillai, V., & Nøttestad, L. (2021). Feeding hotspots and distribution of fin and humpback whales in the Norwegian Sea from 2013 to 2018. *Frontiers in Marine Science*, 8, 632720.

- Lüdeke, J. (2015). A Review of 10 Years of Research of Offshore Wind Farms in Germany: The State of Knowledge of Ecological Impacts. Strategies for an Environmentally Sound Development of Offshore Wind Energy, 64.
- Lukic, I., Schultz-Zehden, A., Selwyn, M. & McCann, J. (2021). Roadmap to Intergrate Clean Offshore Renewable Energy into Climate-Smart Marine Spatial Planning. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/40942>
- Lydersen, C., Vacqu  -Garcia, J., Heide-J  rgensen, M. P.,   ien, N., Guinet, C., & Kovacs, K. M. (2020). Autumn movements of fin whales (*Balaenoptera physalus*) from Svalbard, Norway, revealed by satellite tracking. *Scientific Reports*, 10(1), 16966.
- Lynn, K. D., Quintanilla-Ahumada, D., Anguita, C., Widdicombe, S., Pulgar, J., Manr  quez, P. H., Quij  n, P. A. & Duarte, C. (2021). Disruption and recovery: Artificial Light at Night (ALAN) alter the activity and feeding behavior of sandy beach Amphipods from Atlantic Canada. *Science of the Total Environment*, 780, 146568.
- Madsen, P. T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K., Tyack, P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 309, 279–295.
- Maggi, E., Bongiorno, L., Fontanini, D., Capocchi, A., Dal Bello, M., Giacomelli, A. & Benedetti-Cecchi, L. (2020). Artificial light at night erases positive interactions across trophic levels. *Functional Ecology*, 34, 694–706.
- Mahaffey, C., Palmer, M., Greenwood, N. & Sharples, J. (2020). Impacts of climate change on dissolved oxygen concentration relevant to the coastal and marine environment around the UK. *MCCIP Science Review*, 2002, 31-53.
- Marangoni, L. F., Davies, T., Smyth, T., Rodr  guez, A., Hamann, M., Duarte, C., ... & Levy, O. (2022). Impacts of artificial light at night in marine ecosystems—A review. *Global Change Biology*, 28(18), 5346-5367.
- Marmo, B., Roberts, I., Buckingham, M. P., King, S., & Booth, C. (2013). Modelling of Operational Offshore Wind Turbines Including Noise Transmission through Various Foundation Types. Scottish Government Edinburgh.
- Martin, B., MacDonnell, J., Vallarta, J., Lumsden, E., Burns, R. (2011) HYWIND Acoustic Measurement Report: Ambient Levels and HYWIND Signature. Technical report for Statoil by JASCO Applied Sciences. Available at: <https://www.equinor.com/sustainability/impact-assessments-hywind-tampen>.
- Mastrandrea m.fl. (2010). Guidance note for lead authors of the IPCC Fifth assessment report on consistent treatment of uncertainties. Hentet her: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/uncertainty-guidance-note.pdf>
- Mavraki N., Coolen J. W.P., Kapasakali D.-A., Degraer S., Vanaverbeke J., Beermann J. (2022). Small suspension-feeding amphipods play a pivotal role in carbon dynamics around offshore man-made structures. *Mar. Environ. Res.* 178, 105664. doi: 10.1016/j.marenvres.2022.105664
- Mavraki, N., Degraer, S. & Vanaverbeke, J. (2021). Offshore wind farms and the attraction–production hypothesis: insights from a combination of stomach content and stable isotope analyses. *Hydrobiologia*, 848(7), 1639-1657.

- Maxwell, S. M., Kershaw, F., Locke, C. C., Conners, M. G., Dawson, C., Aylesworth, S., ... & Johnson, A. F. (2022). Potential impacts of floating wind turbine technology for marine species and habitats. *Journal of Environmental Management*, 307, 114577.
- McCauley, R., Day, R., Swadling, K. *m.fl.* (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton. *Nat. Ecol. Evol.* 1, 0195.
<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0195>
- McDonald, M.A., Hildebrand, J.A., Wiggins, S.M. & Ross, D. (2008). A 50 year comparison of ambient ocean noise near San Clemente Island: a bathymetrically complex coastal region off Southern California. *J. Acoust. Soc. Am.* 124:1985–1992.
- McGarry, T., Boisseau, O., Stephenson, S. & Compton, R. (2017) Understanding the Effectiveness of Acoustic Deterrent Devices (ADDs) on Minke Whale (*Balaenoptera acutorostrata*), a Low Frequency Cetacean. ORJIP Project 4, Phase 2. RPS Report EOR0692. Prepared on behalf of The Carbon Trust. November 2017.
- McQueen, K., Meager, J. J., Nyqvist, D., Skjæraasen, J. E., Olsen, E. M., Karlsen, Ø., Kvadsheim, P. H., Handegard, N. O., Forland, T. N. & Sivle, L. D. (2022). Spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) exposed to noise from seismic airguns do not abandon their spawning site. *ICES Journal of Marine Science*, 79(10), 2697–2708.
<https://doi.org/10.1093/ICESJMS/FSAC203>
- McQueen, K., Sivle, L.D, Forland, T.N, Meager, J.J., Skjæraasen, J.E., Olsen, E.M., Karlsen, Ø., Kvadsheim, P.H. & de Jong, K. (2024). Continuous sound from marine vibrator causes behavioural responses of free-ranging, spawning Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Environmental Pollution*, 334, 123322.
- McQueen, K., Skjæraasen, J. E., Nyqvist, D., Olsen, E. M., Karlsen, Meager, J. J., Kvadsheim, P. H., Handegard, N. O., Forland, T. N., de Jong, K., & Sivle, L. D. (2023). Behavioural responses of wild, spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) to seismic airgun exposure. *ICES Journal of Marine Science*, 80(4), 1052–1065. <https://doi.org/10.1093/ICESJMS/FSAD032>
- Meekan, M. G., Speed, C. W., McCauley, R. D., Fisher, R., Birt, M. J., Currey-Randall, L. M., Semmens, J. M., Newman, S. J., Cure, K., Stowar, M., Vaughan, B., & Parsons, M. J. G. (2021). A large-scale experiment finds no evidence that a seismic survey impacts a demersal fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(30), e2100869118.
- Meld.St. 21 (2023-2024). Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene – Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-21-20232024/id3032474/>
- Melle, W., Ellertsen, B., Skjoldal, H.R. (2004). Zooplankton: The link to higher trophic levels. I: Skjoldal, H.R. (ed.), *The Norwegian Sea Ecosystem*. Tapir Academic Press, Trondheim, pp. 137-202.
- Merchant, N.D., Kinneging, N. & Liebschner, A. (2022). Risk of Impact from Anthropogenic Impulsive Sound. In: OSPAR (2023). *The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic*. OSPAR Commission, London. Available at: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/risk-impact-anthropogenic-sound/>

Methratta, E. T., & Dardick, W. R. (2019). Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 27(2), 242–260.

<https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1584601>

Miljødirektoratet (2021). Veileder M1941. Konsekvensutredning for klima og miljø. <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/arealplanlegging/konsekvensutredninger/>

Moan A., Skern-Mauritzen M., Vølstad J. H., Bjørge A. (2020). Assessing the impact of fisheries-related mortality of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) caused by incidental bycatch in the dynamic Norwegian gillnet fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 77, 3039–3049. doi: 10.1093/icesjms/fsaa186

Mooney, T. A., Andersson, M. H., & Stanley, J. (2020). Acoustic impacts of offshore wind energy on fishery resources. *Oceanography*, 33(4), 82-95.

Mueller-Blenkle, C., McGregor, P. K., Gill, A. B., Andersson, M. H., Metcalfe, J., Bendall, V., Sigray, P., Wood, D. T., & Thomsen, F. (2010). Effects of Pile-driving Noise on the Behaviour of Marine Fish. <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/8235>

Naustvoll, L. J., Melle, W., Klevjer, T., Drinkwater, K. F., Strand, E., & Knutsen, T. (2020). Dynamics of phytoplankton species composition, biomass and nutrients in the North Atlantic during spring and summer - A trans-Atlantic study. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 180:104890. doi: 10.1016/j.dsr2.2020.104890

Navarro-Barranco, C. & Hughes, L. E. (2015). Effects of light pollution on the emergent fauna of shallow marine ecosystems: Amphipods as a case study. *Marine Pollution Bulletin*, 94, 235–240.

Nedelec, S. L., Radford, A. N., Gatenby, P., Davidson, I. K., Velasquez Jimenez, L., Travis, M., ... & Simpson, S. D. (2022). Limiting motorboat noise on coral reefs boosts fish reproductive success. *Nature Communications*, 13(1), 2822.

Nelms, S. E., Alfaro-Shigueto, J., Arnould, J. P., Avila, I. C., Nash, S. B., Campbell, E., ... & Godley, B. J. (2021). Marine mammal conservation: over the horizon. *Endangered Species Research*, 44, 291-325.

Neo, Y. Y., Seitz, J., Kastelein, R. A., Winter, H. V., ten Cate, C., & Slabbekoorn, H. (2014). Temporal structure of sound affects behavioural recovery from noise impact in European seabass. *Biological Conservation*, 178, 65–73. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2014.07.012>

Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electoreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, 95(1), 135-154.

Nichols, T. A., Anderson, T. W., & Širović, A. (2015). Intermittent Noise Induces Physiological Stress in a Coastal Marine Fish. *Plos One*, 10(9), e0139157.

NVE (2023). Identifisering av utredningsområder for havvind. <https://veiledere.nve.no/havvind/identifisering-av-utredningsomrader-for-havvind/>

Nyqvist, D., Durif, C., Johnsen, M. G., de Jong, K., Forland, T. N. & Sivle, L. D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research*, 155, 104888. <https://doi.org/10.1016/J.MARENRES.2020.104888>

OSPAR (2008). OSPAR Guidance on Environmental Considerations for Offshore Wind Farm Development.

OSPAR (2009). Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. - Biodiversity Series 133 S.

OSPAR (2021). Feeder report 2021 – Offshore renewable energy generation. Version 1.0.0. <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/other-assessments/renewable-energy/>

OSPAR (2023). Subsea Cables within the OSPAR Maritime Area: Background document on technical considerations and potential environmental impacts. Hentet fra <https://www.ospar.org/documents?v=52457>

Pardo, J.C.F., Aune, M., Harman, C., Walday, M., Skjellum, S.F. (2023) A synthesis review of nature positive approaches and coexistence in the offshore wind industry. *ICES Journal of Marine Science*, fsad191, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad191>

Pershing, A. J., Christensen, L. B., Reed, N. R., Sherwood, G.D, Stetson, P. B. (2010). The impact of whaling on the ocean carbon cycle: why bigger was better. *PloS one*, 5(8), p.e12444.

Petereit, J., Saynisch-Wagner, J., Irrgang, C., & Thomas, M. (2019). Analysis of Ocean Tide-Induced Magnetic Fields Derived From Oceanic In Situ Observations: Climate Trends and the Remarkable Sensitivity of Shelf Regions. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(11), 8257–8270. <https://doi.org/10.1029/2018JC014768>

Pine, M. K., Jeffs, A. G., & Radford, C. A. (2016). Effects of underwater turbine noise on crab larval metamorphosis. In *The effects of noise on aquatic life II* (pp. 847-852). Springer New York.

Platis, A., Siedersleben, S.K., Bange, J., Lampert, A., Bärffuss, K., Hankers, R., Cañadillas, B., Foreman, R., Schulz-Stellenfleth, J., Djath, B. & Neumann, T. (2018). First in situ evidence of wakes in the far field behind offshore wind farms. *Scientific reports*, 8(1), 2163.

Popper, A. N. & Hawkins, A. D. (2018). The importance of particle motion to fishes and invertebrates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(1), 470–488. <https://doi.org/10.1121/1.5021594>.

Porskamp, P., Broome, J., Sanderson, B. & Redden, A. (2015). Assessing the performance of passive acoustic monitoring technologies for porpoise detection in a high flow tidal energy test site. *Can. Acoust.* 43a

Postmyr, E., Ottersen, G. m.fl. (2011). Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: sårbarhet for særlig verdifulle områder i forhold til petroleumsvirksomhet, skipstrafikk, fiskeri, land og kystbasert aktivitet og langtransportert forurensning. Klima- og forurensningsdirektoratet. TA 2858/2011. 142p.

Potlock, K. M., Temple, A. J., & Berggren, P. (2023). Offshore construction using gravity-base foundations indicates no long-term impacts on dolphins and harbour porpoise. *Marine Biology*, 170(8), 92.

Puig-Pons, V., Soliveres, E., Pérez-Arjona, I., Espinosa, V., Poveda-Martínez, P., Ramis-Soriano, J., Ordoñez-Cebrián, P., Moszyński, M., de la Gándara, F., Bou-Cabo, M., Cort, J. L.

- & Santaella, E. (2021). Monitoring of Caged Bluefin Tuna Reactions to Ship and Offshore Wind Farm Operational Noises. *Sensors*, 21, 6998. <https://doi.org/10.3390/S21216998>.
- Putland, R. L., de Jong, C. A. F., Binnerts, B., Farcas, A. & Merchant, N. D. (2022) Multi-site validation of shipping noise maps using field measurements. *Mar. Poll. Bull.*, 179, 113733.
- Radford, A. N., Kerridge, E., Simpson, S. D. & Biosciences, B. (2014). Behavioral Ecology Acoustic communication in a noisy world: can fish compete with anthropogenic noise? *Behavioral Ecology*, 25(5), 1022–1030. <https://doi.org/10.1093/beheco/aru029>.
- Ramasco, V. m. fl. (2022). Glider study at Hywind Scotland. Akvaplan-niva report: 62861.01.
- Remili, A., Dietz, R., Sonne, C., Samarra, F. I., Rikardsen, A. H., Kettemer, L. E., ... & McKinney, M. A. (2023). Quantitative fatty acid signature analysis reveals a high level of dietary specialization in killer whales across the North Atlantic. *Journal of Animal Ecology*, 92(6), 1216-1229.
- Rennau, H., Schimmels, S., & Burchard, H. (2012). On the effect of structureinduced resistance and mixing on inflows into the Baltic Sea: a numerical model study. *Coast. Eng.* 60, 53–68. doi: 10.1016/j.coastaleng.2011.08.002.
- Reubens, J. T., Degraer, S. & Vincx, M. (2014). The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: A synthesis of 4 years of research. *Hydrobiologia*, 727(1), 121–136. <https://doi.org/10.1007/S10750-013-1793-1/METRICS>
- Rezaei, F., Contestabile, P., Vicinanza, D., & Azzellino, A. (2023). Towards understanding environmental and cumulative impacts of floating wind farms: Lessons learned from the fixed-bottom offshore wind farms. *Ocean & Coastal Management*, 243, 106772.
- Richardson, W.J., Greene, C.R.Jr., Malme, C.I., & Thomson, D.H. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press.
- Risch, D., Favill, G., Marmo, B., van Geel, N., Benjamins, S., Thompson, P., Wittich, A., & Wilson, B. (2023). Characterisation of underwater operational noise of two types of floating offshore wind turbines. Report by Scottish Association for Marine Science (SAMS). Report for Supergen Offshore Renewable Energy Hub.
- Robinson, L.A., White, L., Culhane, F. & Knights, A.M. (2013). ODEMM Pressure Assessment Userguide V.2., University of Liverpool.
- Rolland, R. M., Parks, S. E., Hunt, K. E., Castellote, M., Corkeron, P. J., Nowacek, D. P., ... & Kraus, S. D. (2012). Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1737), 2363-2368.
- Russel, D.J.F., Hastie, G.D., Thompson, D., Janik, V.M., Hammond, P.S., Scott-Hayward, L.A.S., Matthiopoulos, J., Jones, E.L., & McConnell, B.J. (2016). Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of applied ecology*, 53(6), 1642-1652.
- Sandvik, A. D., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Johnsen, I.A., Myksvoll, M., & Albretsen, J. (2020) Salmon lice LADIM V2. <https://doi.org/10.21335/NMDC-410516615>
- Sardo, G., Okpala, C. O. R., Geraci, M. L., Fiorentino, F., & Vitale, S. (2020). The effects of different artificial light wavelengths on some behavioural features of juvenile pelagic

atlantic horse mackerel, *Trachurus Trachurus* (Actinopterygii: Perciformes: Carangidae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 50(1), 85–92.

Sarnocińska, J., Teilmann, J., Balle, J. D., van Beest, F. M., Delefosse, M. & Tougaard, J. (2020). Harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) reaction to a 3D seismic airgun survey in the North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 6, 824.

Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen, P., Teilmann, J., & Reijnders, P. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: A case study in the Dutch North Sea. *Environ. Res. Lett.* 6, 025102

Schligler, J., Cortese, D., Beldade, R., Swearer, S. E., & Mills, S. C. (2021). Long-term exposure to artificial light at night in the wild decreases survival and growth of a coral reef fish. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1952). <https://doi.org/10.1098/RSPB.2021.0454>

Schultze, L. K. P., Merckelbach, L. M., Horstmann, J., Raasch, S., & Carpenter, J. R. (2020). Increased mixing and turbulence in the wake of offshore wind farm foundations. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(8), e2019JC015858.

Seri, S.G, Schinault, M.E., Penna, S.M., Zhu, C., Sivle, L.D., de Jong, K., Handegard, N.O. & Ratilal, P. (2023). Characterizing coastal cod vocalization using a towed hydrophone array. *ICES Journal of Marine Science*, 80, 1727-1745.

Shaar, R., Ben-Yosef, E., Ron, H., Tauxe, L., Agnon, A., & Kessel, R. (2011). Geomagnetic field intensity: How high can it get? How fast can it change? Constraints from Iron Age copper slag. *Earth and Planetary Science Letters*, 301(1–2), 297–306. <https://doi.org/10.1016/J.EPSL.2010.11.013>

Siddagangaiah, S., Chen, C. F., Hu, W. C., & Pieretti, N. (2022). Impact of pile-driving and offshore windfarm operational noise on fish chorusing. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 8(1), 119–134. <https://doi.org/10.1002/RSE2.231>

Silva, E., Counillon, F., Brajard, J., Korosov, A., Pettersson, L.H., Samuelson, A., Keenlyside, N. (2021). Twenty-One Years of Phytoplankton Bloom Phenology in the Barents, Norwegian, and North Seas. *Front. Mar. Sci.*, 8, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.746327>

Sinclair, D., Drews, A., Wrottesley, J., Clare, M., Mevenkamp, L., Judd, A., Wopschall, R., Tripp, H., & Ward, J. (2023). Subsea Cables within the OSPAR Maritime Area: Background document on technical considerations and potential environmental impacts. European Subsea Cables Association; ESCA

Sivle, L. D., Forland, T. N., de Jong, K., Zhang, G., Kutti, T., Durif, C., Pedersen, G., Wehde, H., & Grimsbø, E. (2023). Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet - Kunnskapsgrunnlag, vurderinger og råd for 2023. Rapport fra havforskningen 2023-2. ISSN: 1893-4536

Skarsæterhagen, M., Hansen, C. og Fulton, E.A. (2024). Exploring ecosystem effects of underwater noise in the nordic seas, using the NoBa-Atlantis E2E model. *Ecological modelling*: 492:110704

Slavik, K., Lemmen, C., Zhang, W. m.fl. (2019). The large-scale impact of offshore wind farm structures on pelagic primary productivity in the southern North Sea. *Hydrobiologia* 845, 35–53. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3653-5>

- Solé, M., Kaifu, K., Mooney, T. A., Nedelec, S. L., Olivier, F., Radford, A. N., Vazzana, M., Wale, M. A., Semmens, J. M., Simpson, S. D., & Buscaino, G. (2023). Marine invertebrates and noise. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1129057.
- Solé, M., Lenoir, M., Fontuño, J. M., Durfort, M., Van der Schaar, M., & André, M. (2016). Evidence of Cnidarians sensitivity to sound after exposure to low frequency noise underwater sources. *Scientific reports*, 6(1), pp.1-18.
- Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., ... & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125-232.
- Statens vegvesen (2018, oppdatert 2021). Håndbok V712, Konsekvensanalyse. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v712-konsekvensanalyse-2021.pdf>
- Statoil (2015). Hywind Scotland Pilot Park. Environmental statement. Hentet her: <https://www.equinor.com/sustainability/impact-assessments>
- Stock A., Murray C. C., Gregr E. J., Steenbeek J., Woodburn E., Micheli F., Christensen, V. & Chan, K.M.A. (2023). Exploring multiple stressor effects with ecopath, ecosim, and ecospace: research designs, modeling techniques, and future directions. *Sci. Total Environ.* 869, 161719. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.161719
- Stöber, U., & Thomsen, F. (2021). How could operational underwater sound from future offshore wind turbines impact marine life? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 149(3), 1791-1795.
- Suarez-Bregua, P., Alvarez-Gonzalez, M., Parsons, K. M., Rotllant, J., Pierce, G. J., & Saavedra, C. (2022). Environmental DNA (eDNA) for monitoring marine mammals: Challenges and opportunities. *Frontiers in Marine Science*, 9, 987774.
- Svendsen, J. C., Ibanez-Erquiaga, B., Savina, E., & Wilms, T. (2022). Effects of operational off-shore wind farms on fishes and fisheries. Review report (Vol. 29). DTU Aqua. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/effects-of-operational-off-shore-wind-farms-on-fishes-and-fisheri>
- Tandberg, A. H., & Oug, E. (2021). Artsgruppeomtale krepsdyr (Crustacea). Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Krepsdyr> (Nedlastet 27/06/2024)
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391. doi:10.1016/j.rser.2018.07.026
- Thompson, P. M., Graham, I. M., Cheney, B., Barton, T. R., Farcas, A., & Merchant, N. D. (2020). Balancing risks of injury and disturbance to marine mammals when pile driving at offshore windfarms. *Ecological Solutions and Evidence*, 1(2), e12034.
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., & Piper, W. (2006). Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. www.offshorewind.co.uk

- Tollit, D., Wood, J., Redden, A., m.fl. (2013). Passive Acoustic Monitoring of Cetacean Activity Patterns and Movements in Minas Passage: Pre-Turbine Baseline Conditions (2011-2012). *Acadia Centre for Estuarine Research*, p. 71.
- Torres, D., Tidau, S., Jenkins, S., & Davies, T. (2020). Artificial skyglow disrupts celestial migration at night. *Current Biology*, 30, R696–R697.
- Tougaard, J., Henriksen, O. D., & Miller, L. A. (2009). Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125, 3766–3773.
<https://doi.org/10.1121/1.3117444>.
- Tougaard, J., Hermannsen, L., & Madsen, P. T. (2020). How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(5), 2885–2893. <https://doi.org/10.1121/10.0002453>
- Tougaard, J., Tougaard, S., Jensen, R. C., Jensen, T., Teilmann, J., Adelung, D., Liebsch, N., & Müller, G. (2006). Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm. Final report to Vattenfall A/S. Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark, 2006
- Tougaard, J., Wright, A. J., & Madsen, P. T. (2015). Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. *Mar. Poll. Bull.*, 90, 196–208.
<https://jeb.biologists.org/content/120/1/1>
- Tremblay, N., Leiva, L., Beermann, J., Meunier, C. L., & Boersma, M. (2019). Effects of low-frequency noise and temperature on copepod and amphipod performance. In *Proceedings of Meetings on Acoustics* (Vol. 37, No. 1). AIP Publishing.
- Tyler-Walters, H., Tillin, H.M., d'Avack, E.A.S., Perry, F., & Stamp, T. (2023). Marine Evidence-based Sensitivity Assessment (MarESA) – Guidance Manual. Marine Life Information Network (MarLIN). Marine Biological Association of the UK, Plymouth, pp. 170. Available from <https://www.marlin.ac.uk/publications>
- Underwood, M. J., Utne Palm, A. C., Øvredal, J. T., & Bjørndal, Å. (2021). The response of mesopelagic organisms to artificial lights. *Aquaculture and Fisheries*, 6(5), 519–529.
<https://doi.org/10.1016/j.AAF.2020.05.002>
- UN Global Compact (2021) Roadmap to Integrate Offshore Renewable Energy into Climate-Smart Marine Spatial Planning.
- Utne-Palm, A. C., Hareide, N. R., de Jong, K., Tenningen, M., & Dankel, D. J. (2023). Kunnskapsinnhenting for Sameksistens mellom fiskeri-og havvindsnæring-En kartlegging av eksisterende kunnskap og erfaringer om effekter og konsekvenser av etablering av havvind for norsk fiskerinæring. *Rapport fra havforskningen* 2023-40.
- Ytterhus Utengen, I., Vogel, E. F., Biuw, M., Van Ruiten, M., & Rikardsen, A. (2024). Characterizing humpback whale behavior along the North-Norwegian coast
<https://doi.org/10.1186/s40317-024-00384-z>
- Vaissière, A. C., Levrel, H., Pioch, S. & Carlier, A. (2014). Biodiversity offsets for offshore wind farm projects: The current situation in Europe. *Marine Policy* 48, 172–183.

- van Berkel, J., Burchard, H., Christensen, A., Mortensen, L. O., Petersen, O. S., & Thomsen, F. (2020). The effects of offshore wind farms on hydrodynamics and implications for fishes. *Oceanography*, 33(4), 108-117.
- van der Knaap, I., Slabbekoorn, H., Moens, T., Van den Eynde, D., & Reubens, J. (2022). Effects of pile driving sound on local movement of free-ranging Atlantic cod in the Belgian North Sea. *Environmental Pollution*, 300. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2022.118913o>
- van Deurs, M., Grome, T. M., Kaspersen, M., Jensen, H., Stenberg, C., Sørensen, T. K., ... & Mosegaard, H. (2012). Short-and long-term effects of an offshore wind farm on three species of sandeel and their sand habitat. *Marine Ecology Progress Series*, 458, 169-180.
- Velasquez Jimenez, L., Fakan, E. P., & McCormick, M. I. (2020). Vessel noise affects routine swimming and escape response of a coral reef fish. *PLoS One*, 15(7), e0235742. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0235742>
- Vereide, E. H. (2024). The effects of seismic surveys on marine zooplankton. PhD thesis, Universitetet i Oslo.
- Vereide, E. H., Khodabandeloo, B., & de Jong, K. (2024). The copepod *Acartia* sp. is more sensitive to a rapid pressure drop associated with seismic airguns than *Calanus* sp.. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 730:15-30. <https://doi.org/10.3354/meps14515>
- Vereide, E.H. & Kühn, S. (2023). Effects of Anthropogenic Noise on Marine Zooplankton. In: Popper, A.N., Sisneros, J., Hawkins, A.D., Thomsen, F. (eds) *The Effects of Noise on Aquatic Life*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10417-6_63-1
- Vereide E. H., Mihaljevic M., Browman H. I., Fields D. M., Agersted M. D., Titelman J., de Jong K. (2023). Effects of airgun discharges used in seismic surveys on development and mortality in nauplii of the copepod *Acartia tonsa*. *Environmental Pollution*: 327:121469.
- Vodopivec, M., Peliz, A.J., & Malej, A. (2017). Offshore marine constructions as propagators of moon jellyfish dispersal. *Environmental research letters*, 12, 084003.
- Vogel, E. F., Biuw, M., Blanchet, M. A., Jonsen, I. D., Mul, E., Johnsen, E., ... & Rikardsen, A. (2021). Killer whale movements on the Norwegian shelf are associated with herring density. *Marine Ecology Progress Series*, 665, 217-231.
- Vogel, E. F., Rikardsen, A. H., Blanchet, M. A., Blévin, P., & Biuw, M. (2024). Norwegian killer whale movements reflect their different prey types. *Polar Research*, 43.
- Voß, J., Rose, A., Kosarev, V., Vilela, R., Van Opzeeland, I. C., & Diederichs, A. (2023). Response of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) to different types of acoustic harassment devices and subsequent piling during the construction of offshore wind farms. *Frontiers in Marine Science*, 10, 503.
- Walker, M. M., Diebel, C. E., Kirschvink, J. L. (2003). Detection and use of the Earth's Magnetic Field by Aquatic Vertebrates. In S. P. Collins & N. J. Marshall (Eds.), *Sensory Processing in Aquatic Environments*, Springer, pp. 53–74.
- Watson, S. C., Somerfield, P. J., Lemasson, A. J., Knights, A. M., Edwards-Jones, A., Nunes, J., ... & Beaumont, N. J. (2024). The global impact of offshore wind farms on ecosystem services. *Ocean & Coastal Management*, 249, 107023.

- Wensveen, P. J., Kvadsheim, P. H., Lam, F.-P. A., von Benda-Beckmann, A. M., Sivle, L. D., Visser, F., ... & Miller, P. J. O. (2017). Lack of behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) indicate limited effectiveness of sonar mitigation. *The Journal of Experimental Biology*, 220(22), 4150–4161. <https://doi.org/10.1242/jeb.161232>
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, 15(5–6), 369–375. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2400.2008.00630.X>
- Whitehead, H. (2002). Estimates of the current global population size and historical trajectory for sperm whales. *Marine Ecology Progress Series*, 242, 295–304.
- Wright, P. J., Jensen, H., & Tuck, I. (2000). The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. *Journal of Sea Research*, 44(3-4), 243–256.
- Wyman, M. T., Peter Klimley, A., Battleson, R. D., Agosta, T. V., Chapman, E. D., Haverkamp, P. J., Pagel, M. D., & Kavet, R. (2018). Behavioral responses by migrating juvenile salmonids to a subsea high-voltage DC power cable. *Marine Biology*, 165(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/S00227-018-3385-0/METRICS>
- Yakushina, Y., 2022. Minimizing light pollution from wind turbines lighting. In 18th EAWE PhD Seminar on Wind Energy.
- Ytterhus Utengen, I., Vogel, E. F., Biuw, M., Van Ruiten, M., & Rikardsen, A. H. (2024). Characterizing humpback whale behavior along the North-Norwegian coast. *Animal Biotelemetry*, 12(1), 29.
- Zuo, H., Bi, K., & Hao, H. (2020). A state-of-the-art review on the vibration mitigation of wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121, 109710.
- Zupan, M., Rumes, B., Vanaverbeke, J., Degraer, S., Kerckhof, F. (2023). Long-Term Succession on Offshore Wind Farms and the Role of Species Interactions. *Diversity*, 15(2):288. <https://doi.org/10.3390/d15020288>

7 Vedlegg

Vedlegg 1. Tabell med kartkilder brukt i vurderingen

Vedlegg 2. Kartkatalog. Kart som viser havvindområder, utbredelse og funksjonsområder for plankton og arter av pattedyr og fisk som inkluderes i vurderingene

Vedlegg 1: Datakilder til kartdata

Oversikt over geografiske data benyttet i forbindelse med utredning om virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser. Kilde angir hvor Akvaplan-niva har mottatt dataene fra, og den originale kilden til dataene kan være en annen. Målestokk, oppløsning og kildedato er oppgitt der dette er kjent. Merk: Listen kan inneholde feil og mangler. Det kan være datasett som er benyttet i arbeidet, som ikke er listet opp her.

Tabell 1. Kartdatakilder brukt i utredning for virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser 2024.

Kilde	Datasett	Format	Målestokk/ Oppløsning	Dekning	Kildedato	Beskrivelse og kommentarer
Sjøpattedyr						
Havforskningsinstituttet	Finnhval (<i>Balaenoptera physalus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Knølhval (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Vågehval (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Spermhval (<i>Physeter macrocephalus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Nebbhval (<i>Hyperoodon ampullatus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Spekkhogger (<i>Orcinus orca</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Nise (<i>Phocoena phocoena</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Havert (<i>Halichoerus grypus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Steinkobbe (<i>Phoca vitulina</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	

Kilde	Datasekk	Format	Målestokk/ Oppløsning	Dekning	Kildedato	Beskrivelse og kommentarer
Havforskningsinstituttet	Springere kvitnos (<i>Lagenorhynchus albirostris</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Springere kvitskjeving (<i>Lagenorhynchus acutus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Fisk						
Havforskningsinstituttet	Blåkveite (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Breiflabb (<i>Lophius piscatorius</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Kveite (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Rødspette (<i>Pleuronectes platessa</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Snabeluer (<i>Sebastes mentella</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Vanlig uer (<i>Sebastes norvegicus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Ål (<i>Anguilla Anguilla</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Laks (<i>Salmo salar</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Brugde (<i>Cetorhinus maximus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Gråhai (<i>Galeorhinus galeus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Håbrann (<i>Lamna nasus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Hågjel (<i>Galeus melastomus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Håkjerring (<i>Somniosus microcephalus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	

Kilde	Datasekk	Format	Målestokk/ Oppløsning	Dekning	Kildedato	Beskrivelse og kommentarer
Havforskningsinstituttet	Pigghå (<i>Squalus acanthias</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Hestmakrell (<i>Trachurus trachurus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Lodde (<i>Mallotus villosus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Makrell (<i>Scomber scombrus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Makrellstørje (<i>Thunnus thynnus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Sild (<i>Clupea harengus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Blålange (<i>Molva dypterygia</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Brosme (<i>Brosme brosme</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Hvitling (<i>Merlangius merlangus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Hyse (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Kolmule (<i>Micromesistius poutassou</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Lange (<i>Molva molva</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Lyr (<i>Pollachius pollachius</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	
Havforskningsinstituttet	Lysing (<i>Merluccius merluccius</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2022	

Kilde	Datasett	Format	Målestokk/ Oppløsning	Dekning	Kildedato	Beskrivelse og kommentarer
Havforskningsinstituttet	Polartorsk (<i>Boreogadus saida</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Sei (<i>Pollachius virens</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Skolest (<i>Coryphaenoides rupestris</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Øyepål (<i>Trisopterus esmarkii</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Havforskningsinstituttet	Havsil (<i>Ammodytes marinus</i>)	Vektor shp		Nasjonalt datasett	2022	
Plankton						
Global Ocean Colour (Copernicus-GlobColour), Bio-Geo-Chemical, L4 (monthly and interpolated) from Satellite Observations (1997-ongoing)	Annual mean	Raster tiff	4km x 4km	Nasjonalt datasett	2024	
Global Ocean Colour (Copernicus-GlobColour), Bio-Geo-Chemical, L4 (monthly and interpolated) from Satellite Observations (1997-ongoing)	Våroppblomstringsperioden februar- mai	Raster tiff	4km x 4km	Nasjonalt datasett	2024	
Dybde						

Kilde	Datasekk	Format	Målestokk/ Opplysning	Dekning	Kildedato	Beskrivelse og kommentarer
NVE	Digital dybdemodell	Raster gdb	100×100 m	Nasjonalt datasekk, eks. Svalbard og Jan Mayen	2010	Dybdemodell utarbeidet i 2010 basert på data fra bl.a. IBCAO, Asplan Viak og Kartverket. Modellen har varierende kvalitet, med dårligere kvalitet jo lenger unna kysten man er. Dette pga. varierende kvalitet og dekning på kildedataene benyttet i modelleringen.
NVE	Digital dybdemodell	Raster tiff	50 m x 50 m	NHS- D1106_50M_E25833	2024	
NVE	Digital dybdemodell	Raster tiff	50 m x 50 m	NHS- D1107_50M_E25833	2024	
Områder						
Miljødirektoratet	Særlig viktige og sårbare områder (SVO)	Vektor shp		Nasjonalt datasekk, inkl. Svalbard og Jan Mayen	Sept. 2022	Gjeldende og foreslåtte SVO-er. Foreslåtte SVO områder er gjeldende etter juni 2024.
NGU	Marine bunntyper	Vektor shp		Nasjonalt datasekk		
NVE	Havvind områder	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2023	
NVE	Åpent havvind områder 2020	Vektor shp		Nasjonalt datasekk	2020	
NVE	Åpent prosjekt områder - Utsira	Vektor shp		omkring Vestavind F		
NVE	Åpent prosjekt områder – Sørlege Nordsjø II	Vektor shp		omkring Sørvest F		

Kilde	Datasett	Format	Målestokk/ Oppløsning	Dekning	Kildedato	Beskrivelse og kommentarer
Akvaplan-niva	Verdivurderinger	Vektor shp		Sørvest F, Vestavind D, Vestavind F	2024	
Akvaplan-niva	Konsekvensvurdering - planlegging	Vektor shp		Sørvest F, Vestavind D, Vestavind F	2024	
Akvaplan-niva	Konsekvensvurdering - utbygging	Vektor shp		Sørvest F, Vestavind D, Vestavind F	2024	
Akvaplan-niva	Konsekvensvurdering - drift	Vektor shp		Sørvest F, Vestavind D, Vestavind F	2024	
Akvaplan-niva	Konsekvensvurdering – drift positive	Vektor shp		Sørvest F, Vestavind D, Vestavind F	2024	
Akvaplan-niva	Konsekvensvurdering - avvikling	Vektor shp		Sørvest F, Vestavind D, Vestavind F	2024	

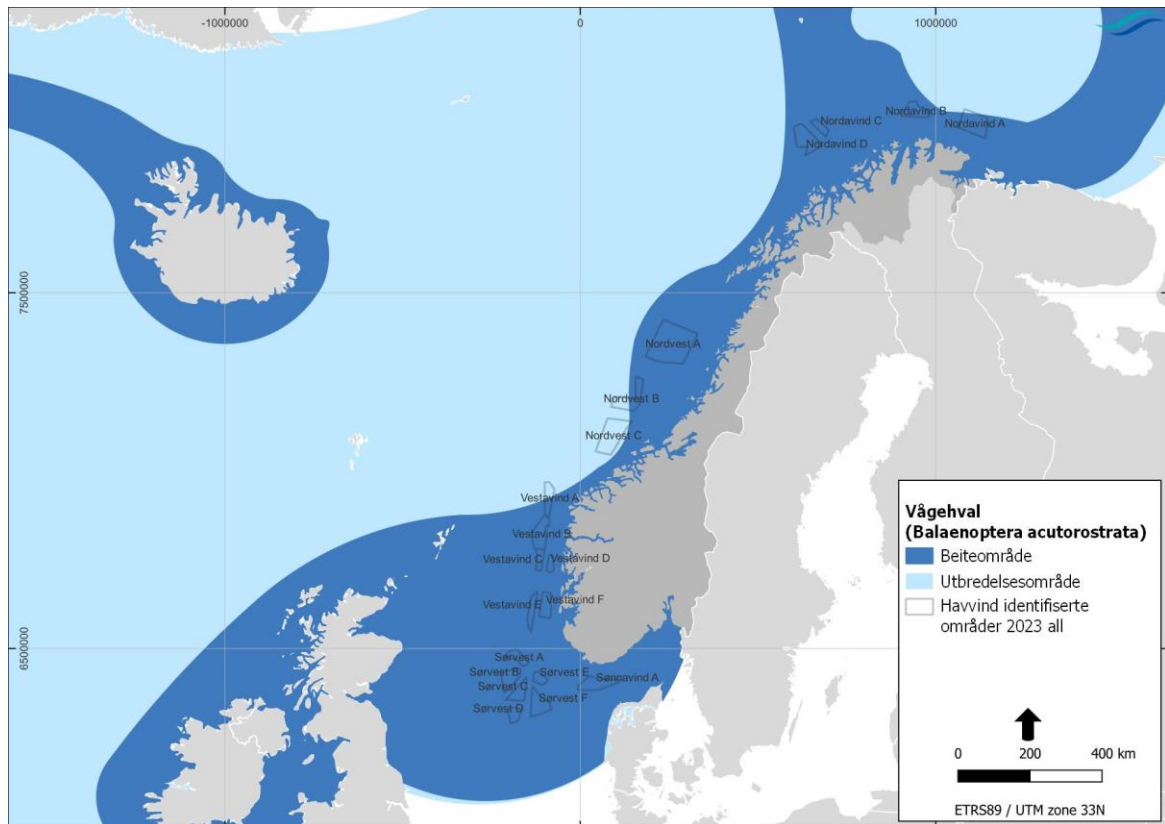
Vedlegg 2: Kartkatalog

Innhold

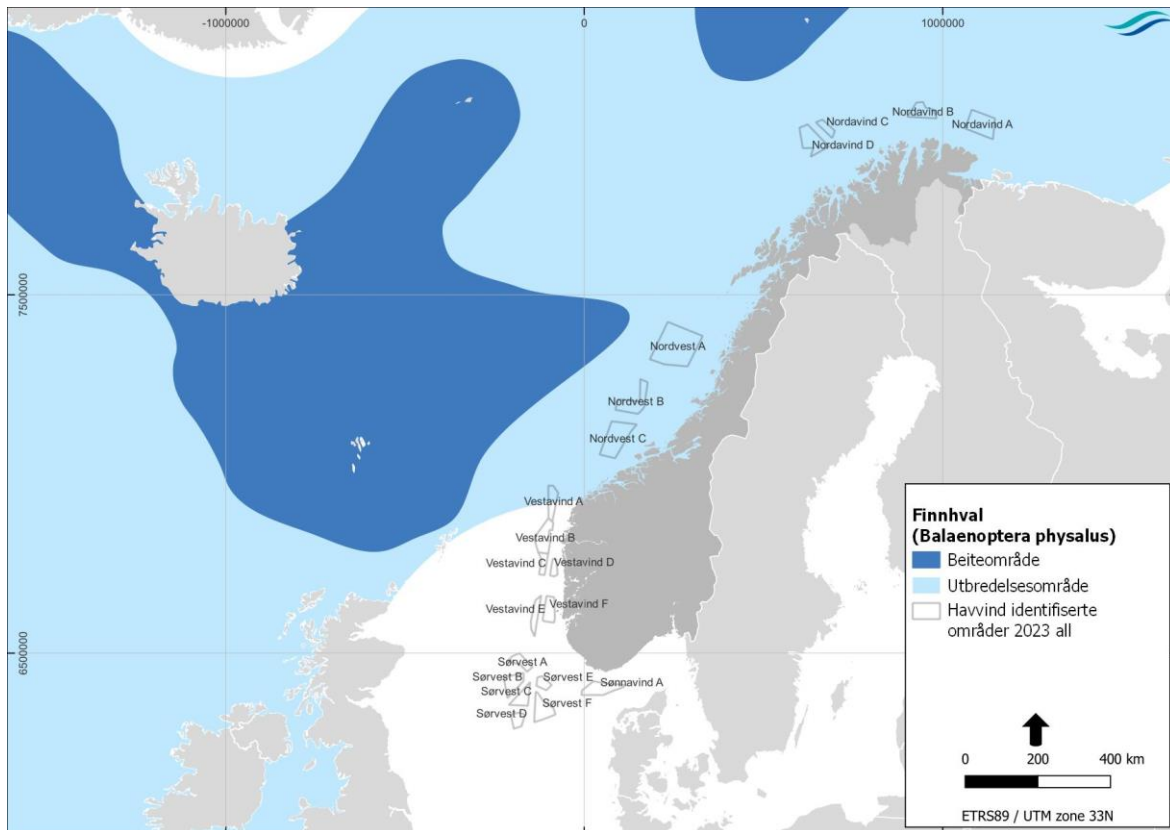
1.1	Sjøpattedyr	2
1.1.1	Lavfrekvente hvaler, Bardehvaler	2
1.1.2	Høyfrekvente hvaler, Tannhvaler.....	4
1.1.3	Veldig høyfrekvente hvaler, Tannhvaler	7
1.1.4	Seler	8
1.2	Fisk.....	9
1.2.1	Pelagisk fisk	9
1.2.2	Tobis	16
1.2.3	Bruskfisk.....	18
1.2.4	Torskefisk	24
1.2.5	Bunnfisk	43
1.2.6	Anadrom/katadrom fisk	49
1.3	Planteplankton	51

1.1 Sjøpattedyr

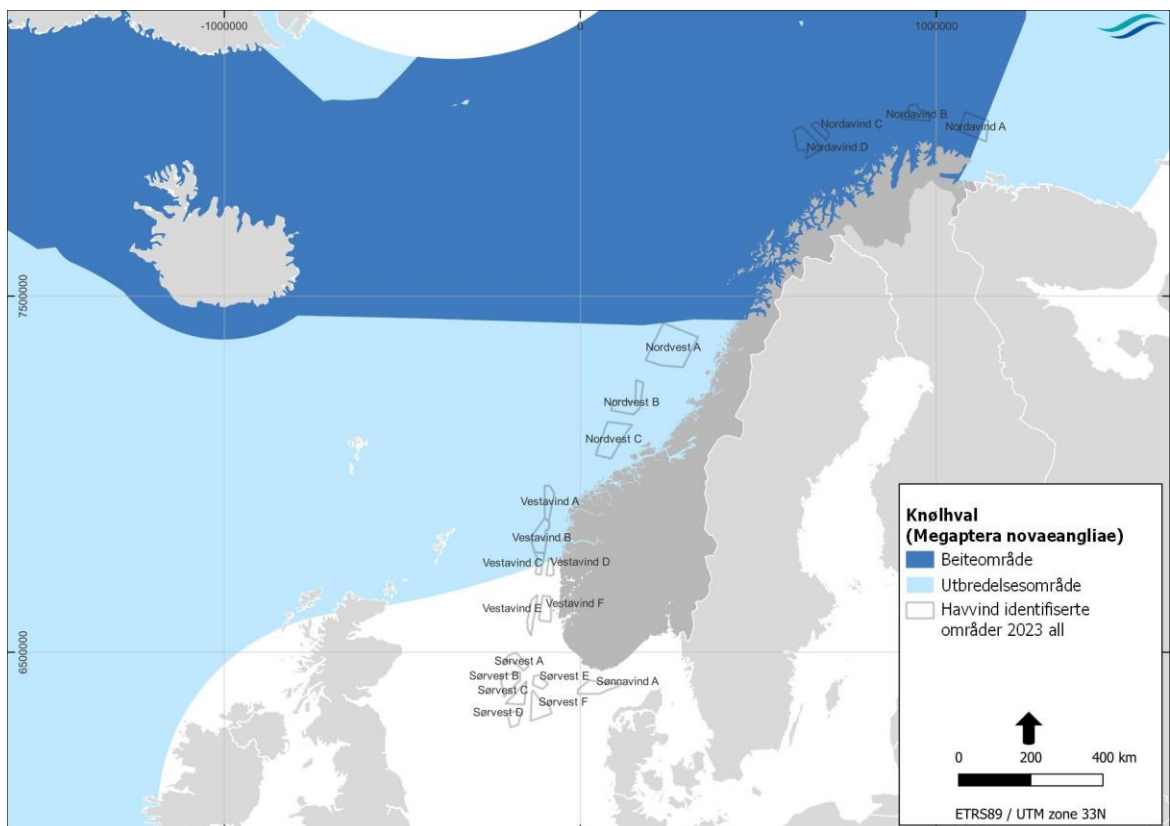
1.1.1 Lavfrekvente hvaler, Bardehvaler



Vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*)

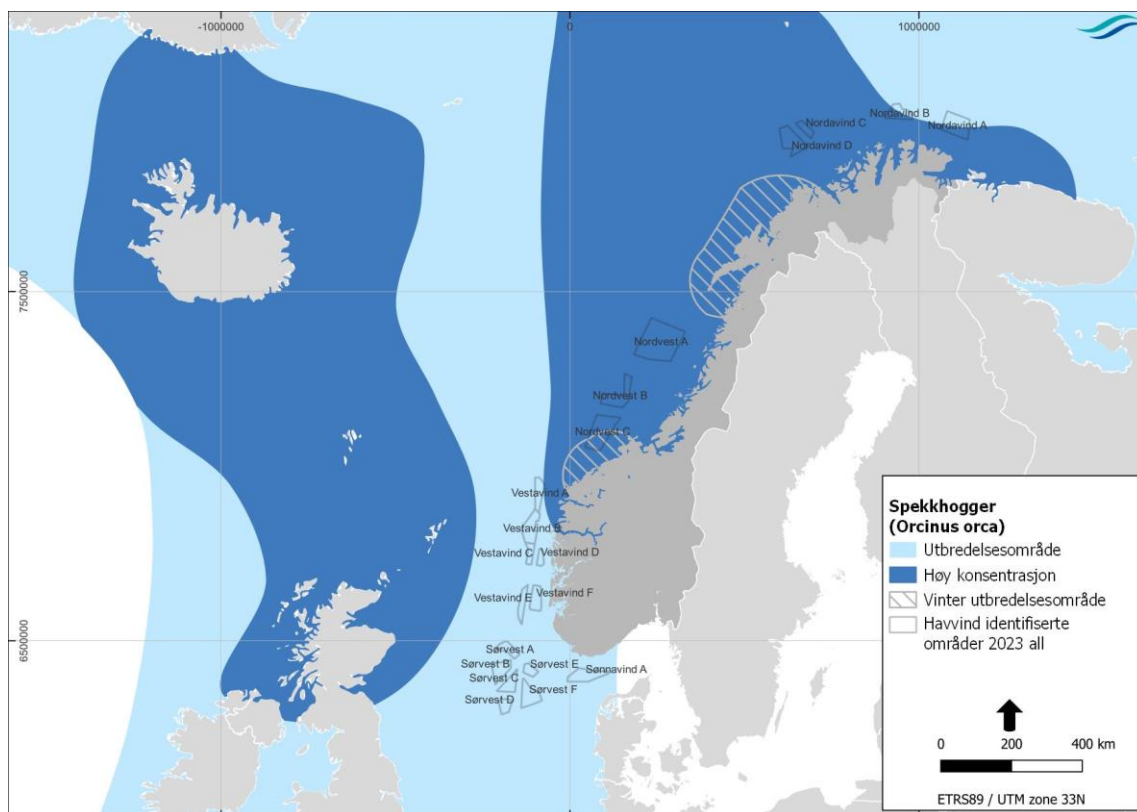


Finnhval (*Balaenoptera physalus*)

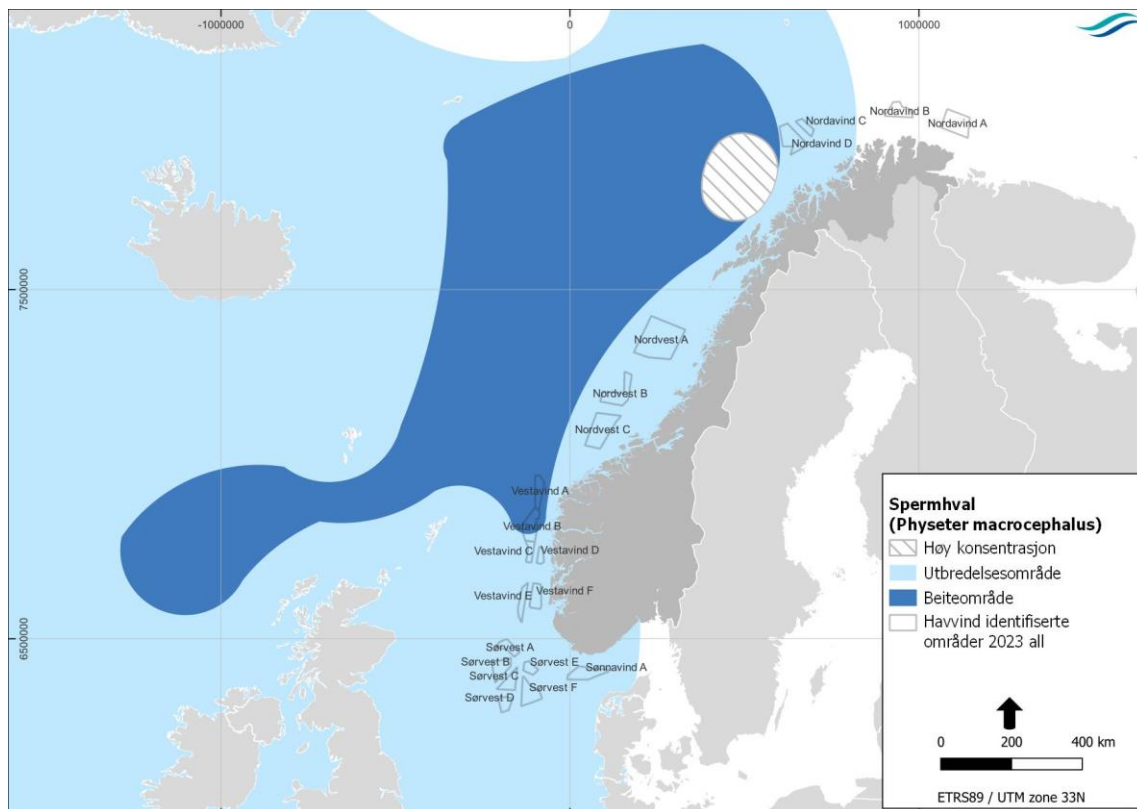


Knølhval (*Megaptera novaeangliae*)

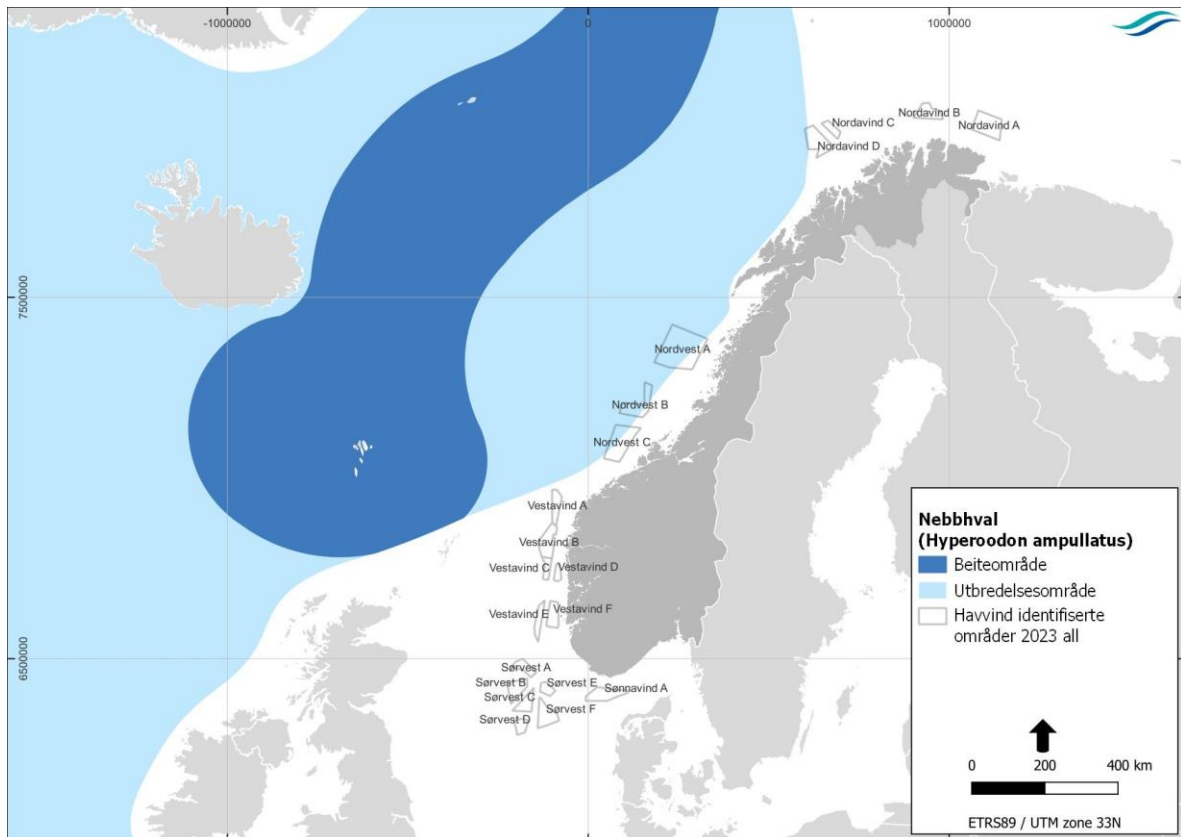
1.1.2 Høyfrekvente hvaler, Tannhvaler



Spekkhogger (*Orcinus orca*)



Spermhval (*Physeter macrocephalus*)



Nebbhval (*Hyperoodon ampullatus*)

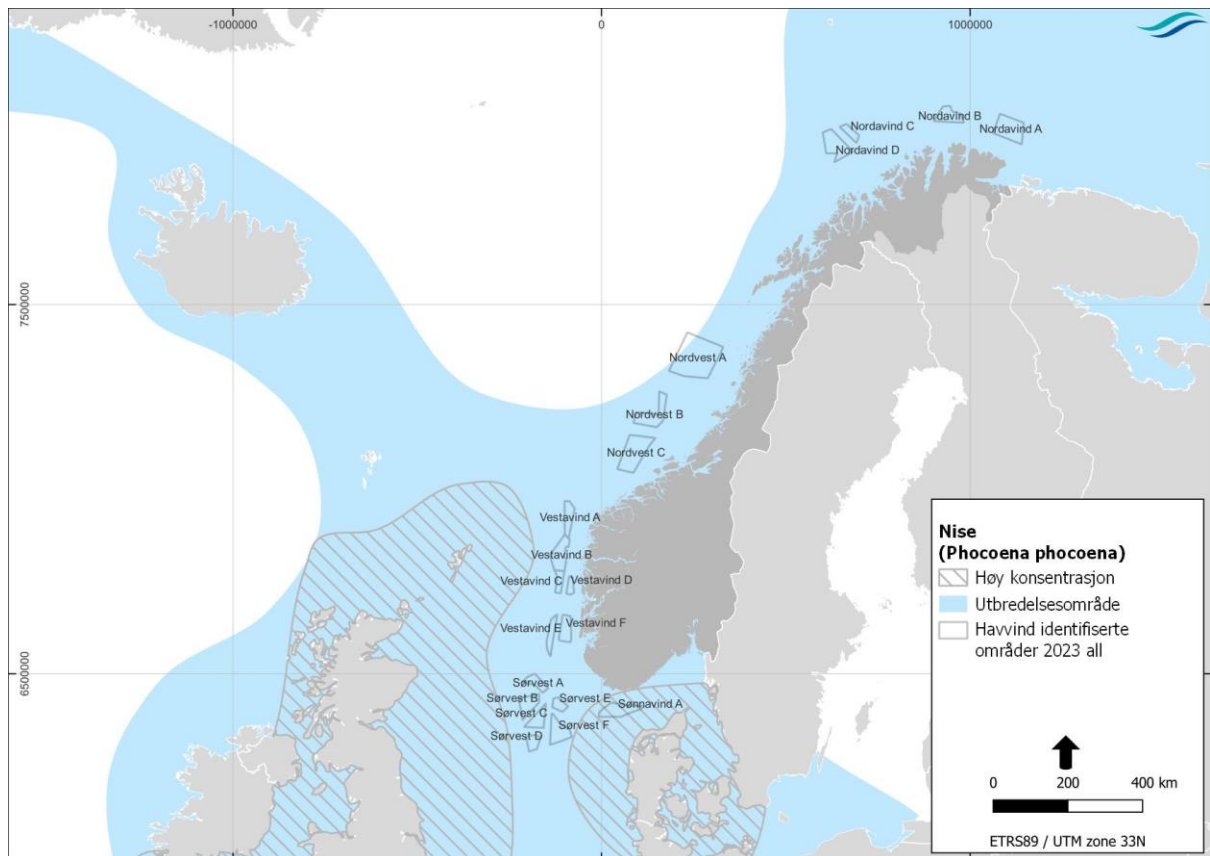


Springere kvitskjeving (*Lagenorhynchus acutus*)



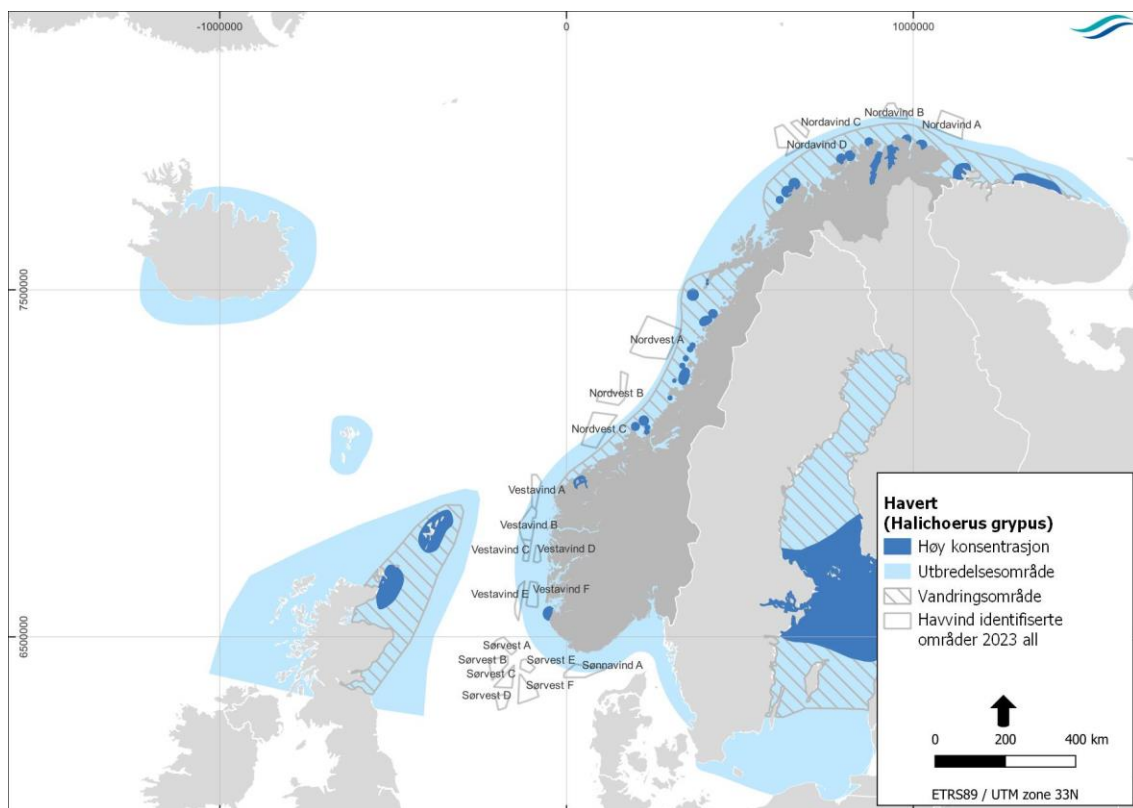
Springere kvitnos (*Lagenorhynchus albirostris*)

1.1.3 Veldig høyfrekvente hvaler, Tannhvaler

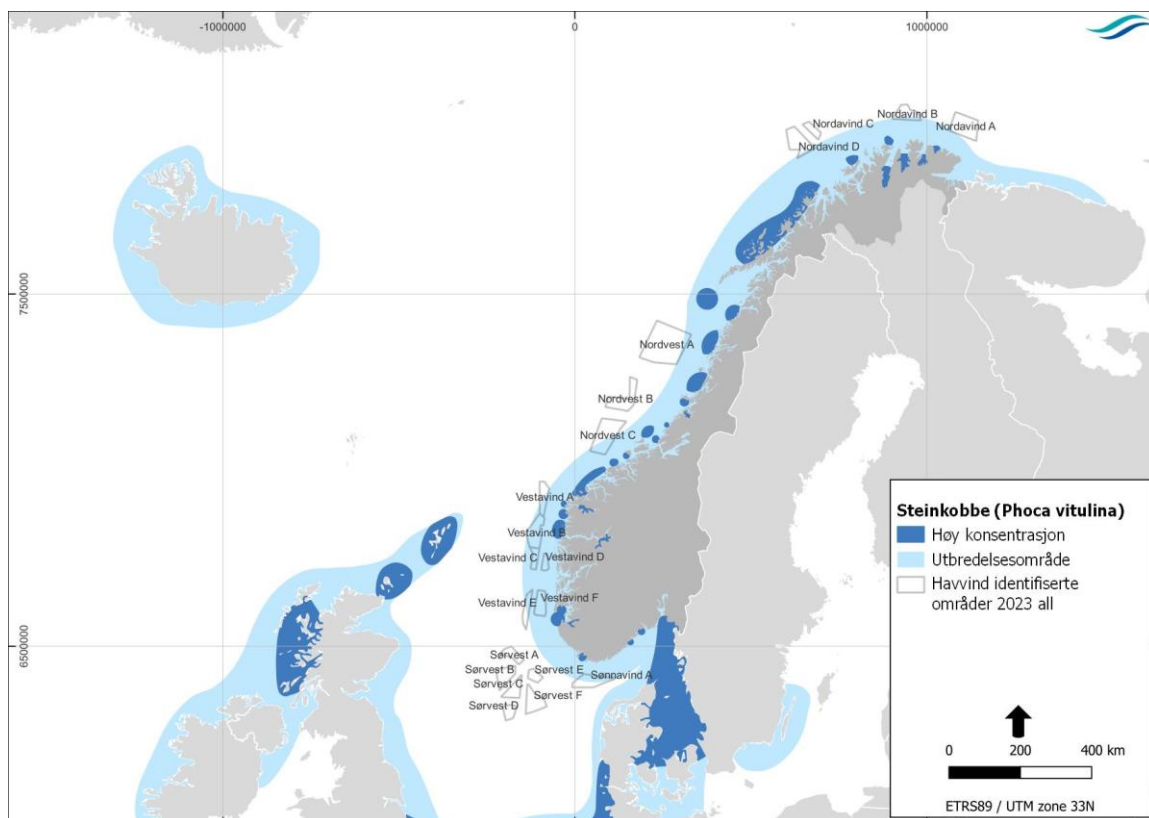


Nise (*Phocoena phocoena*)

1.1.4 Seler



Havert (*Halichoerus grypus*)



Steinkobbe (*Phoca vitulina*)

1.2 Fisk

1.2.1 Pelagisk fisk



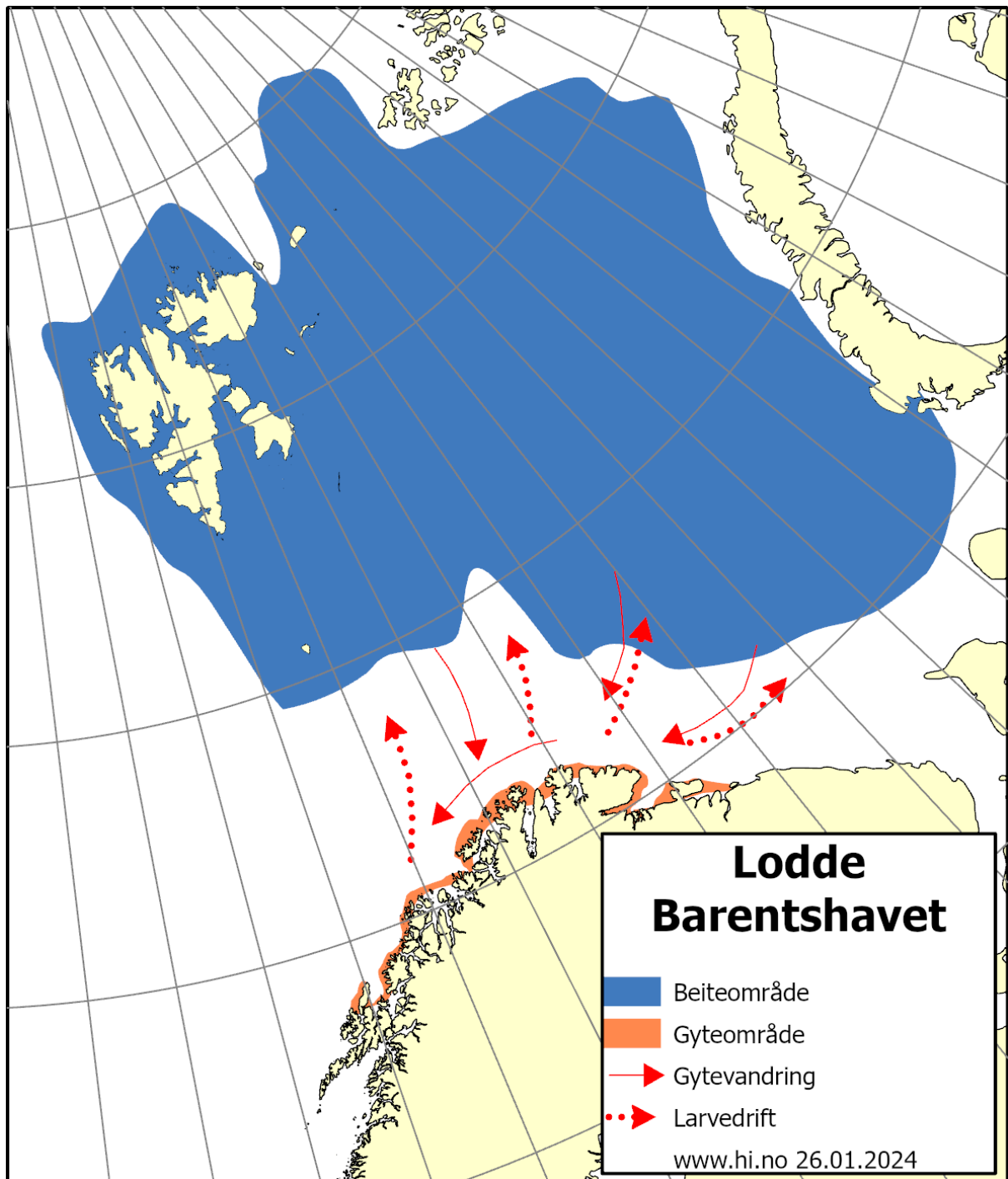
Brisling (*Sprattus sprattus*)



Hestmakrell (*Trachurus trachurus*)



Lodde (*Mallotus villosus*)



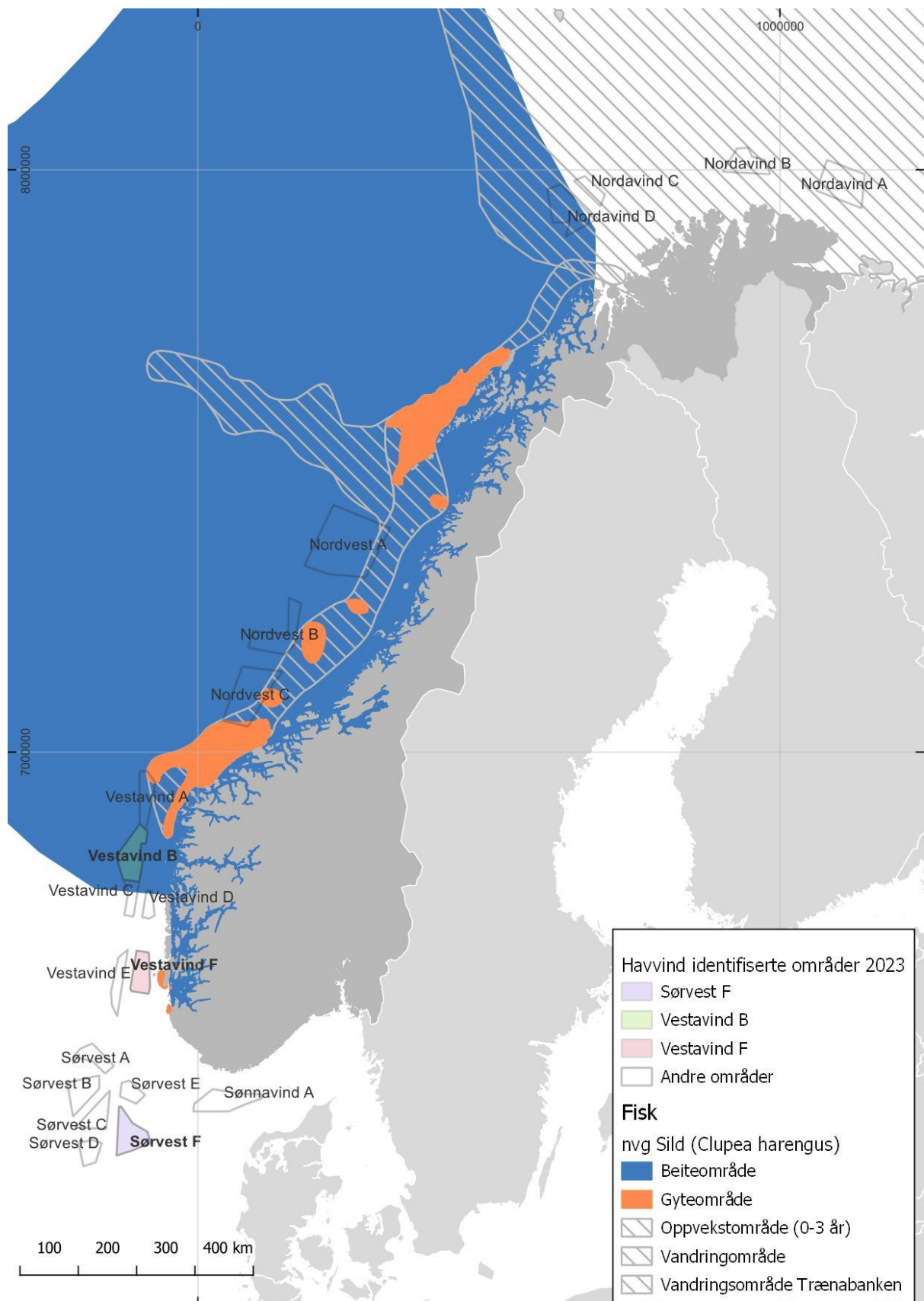
Lodde (*Mallotus villosus*) Kart som illustrerer utbredelse i tillegg til gytevandring og larvedrift. (Kilde: [Havforskningsinstituttet](http://www.hi.no))



Makrell (*Scomber scombrus*)



Makrellstørje (*Thunnus thynnus*)



Norsk Vårgytende (NVG) sild (*Clupea harengus*)



Nordsjøsil (Clupea harengus)

1.2.2 Tobis



Havsil (*Ammodytes marinus*)

1.2.3 Bruskfisk



Brugde (*Cetorhinus maximus*)



Gråhai (*Galeorhinus galeus*)



Håbrann (*Lamna nasus*)



Håggjel (*Galeus melastomus*)



Håkjerring (*Somniosus microcephalus*)

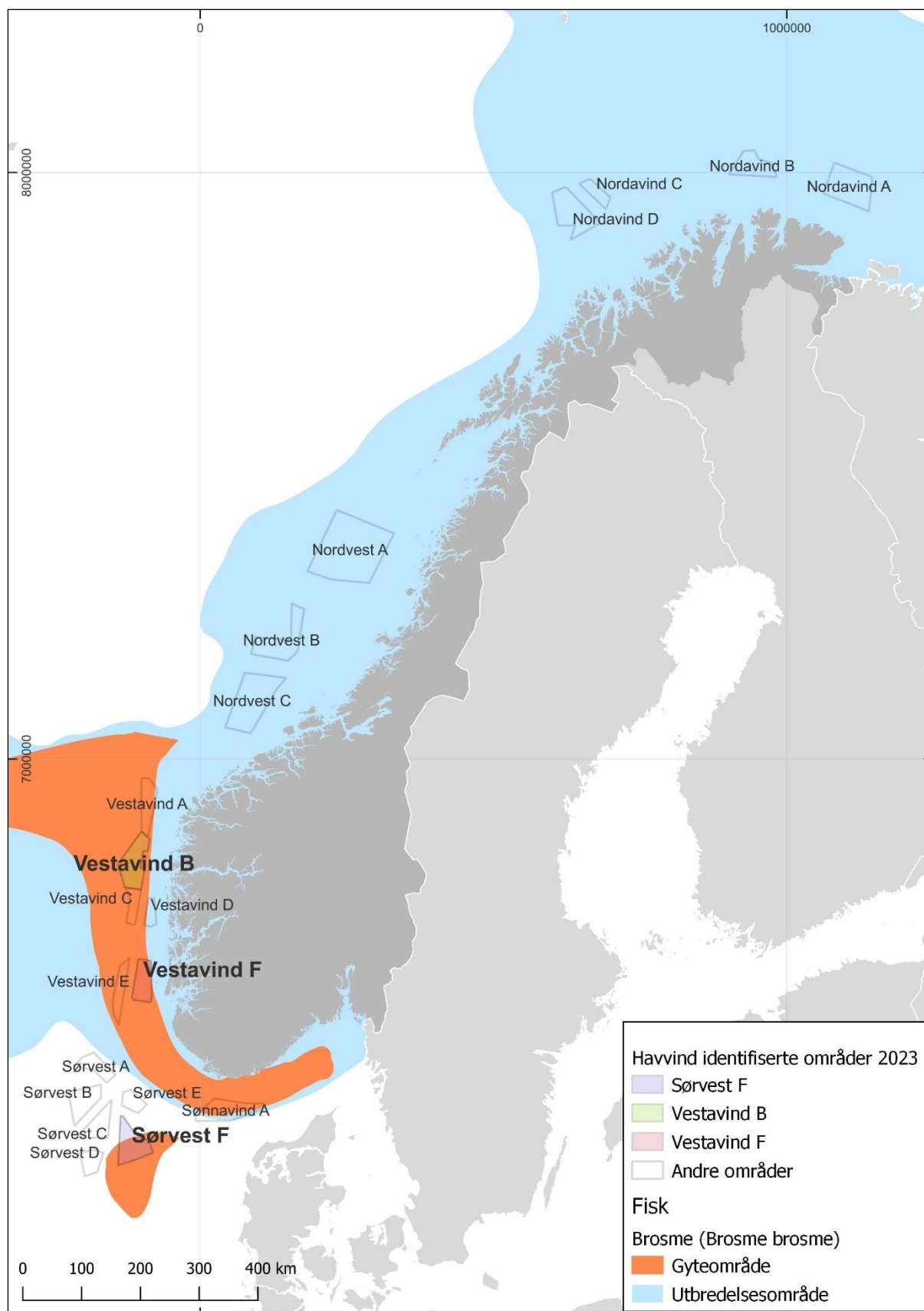


Pigghå (*Squalus acanthias*)

1.2.4 Torskefisk



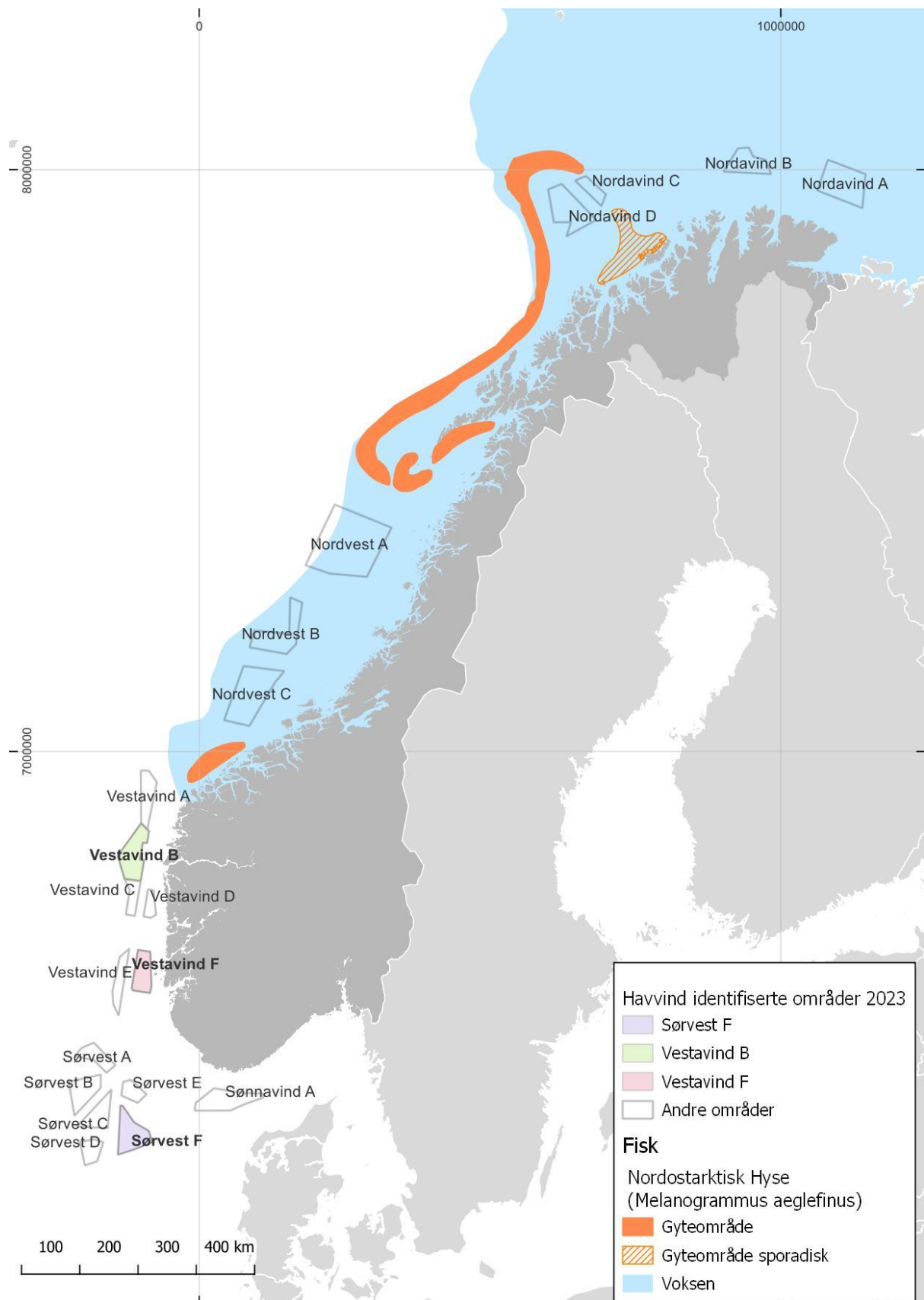
Blålange (*Molva dypterygia*)



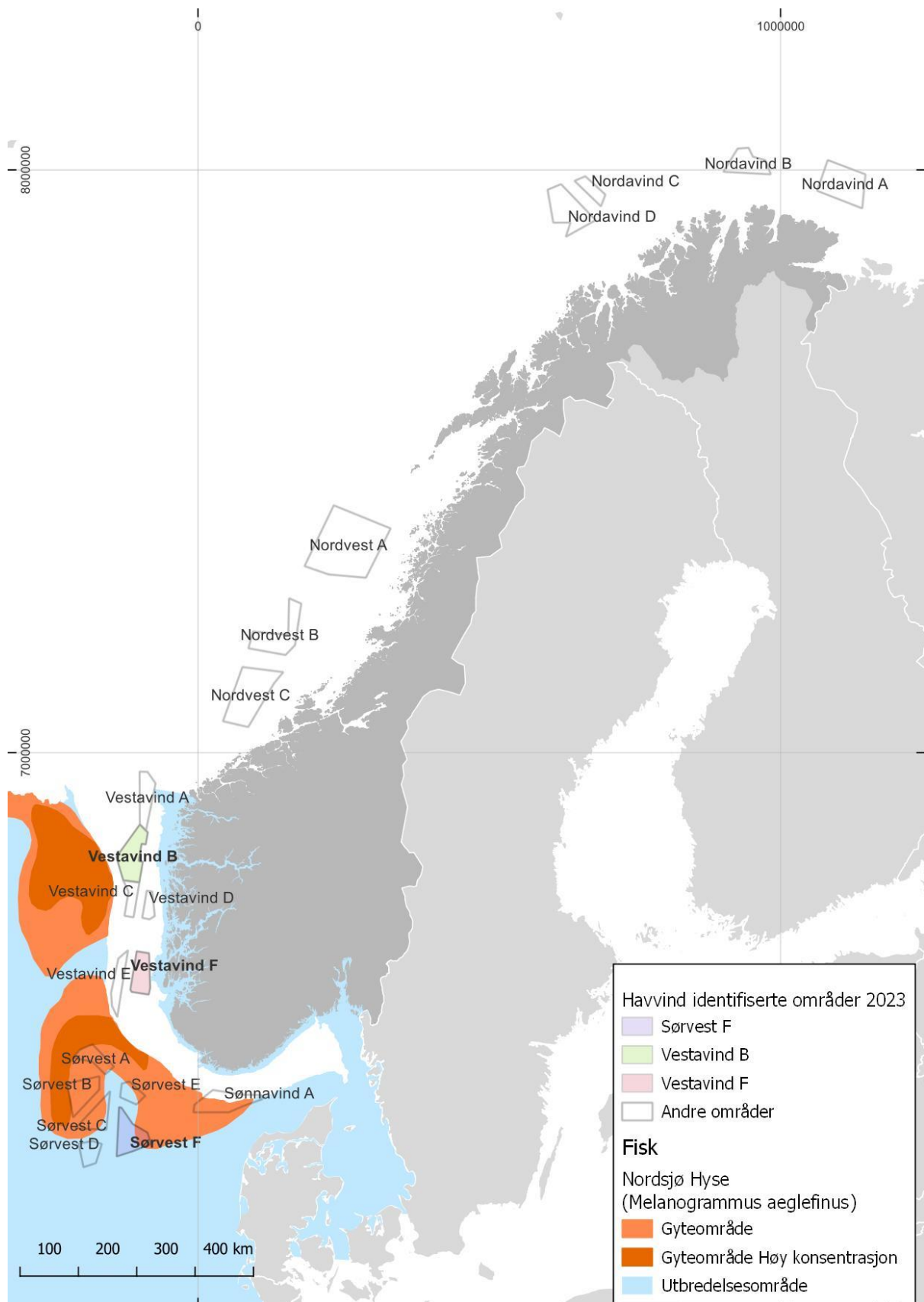
Brosme (*Brosme brosme*)



Hvitling (*Merlangius merlangus*)



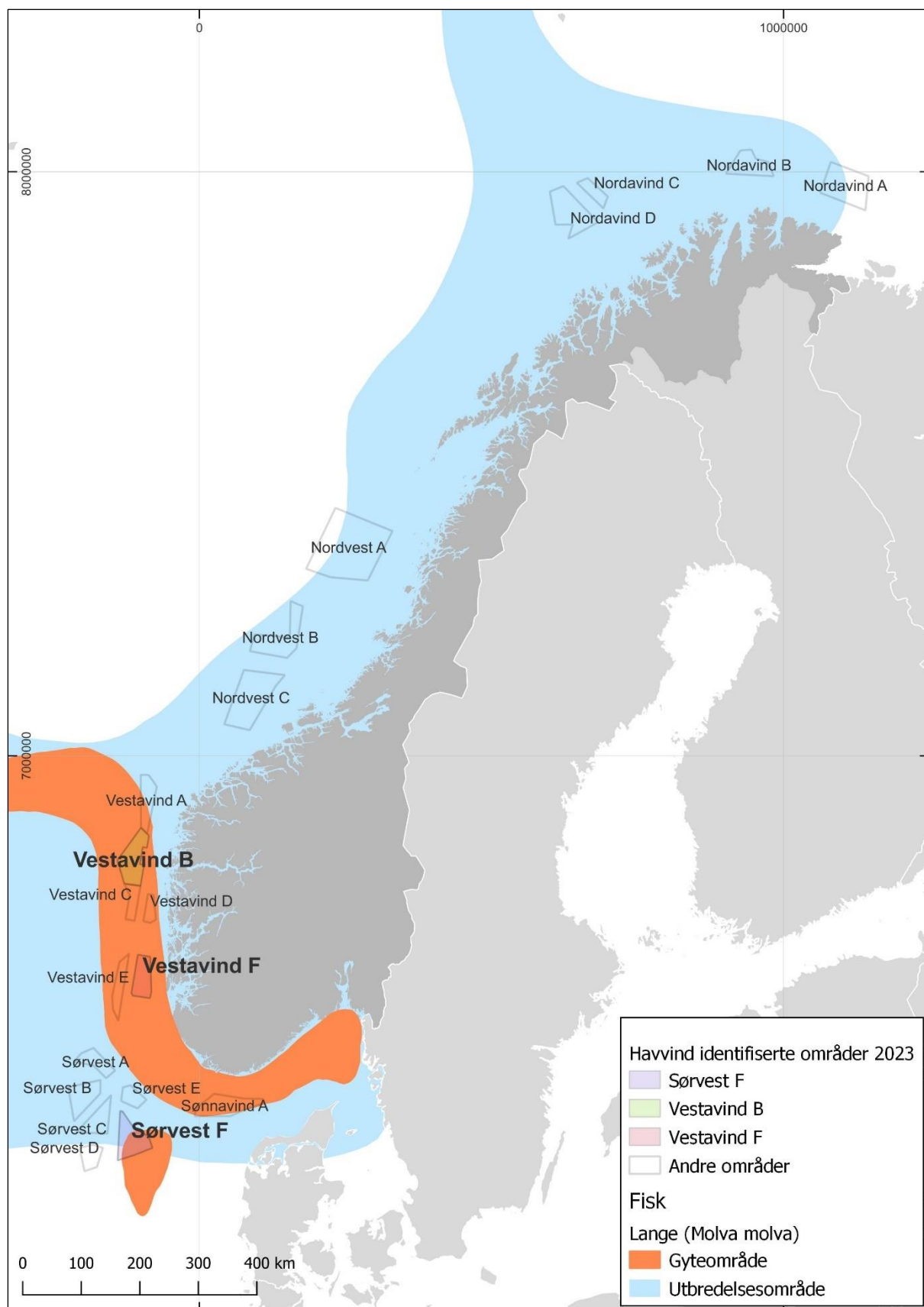
Nordøstarktisk hyse (*Melanogrammus aeglefinus*)



Nordsjøhyse (*Melanogrammus aeglefinus*)



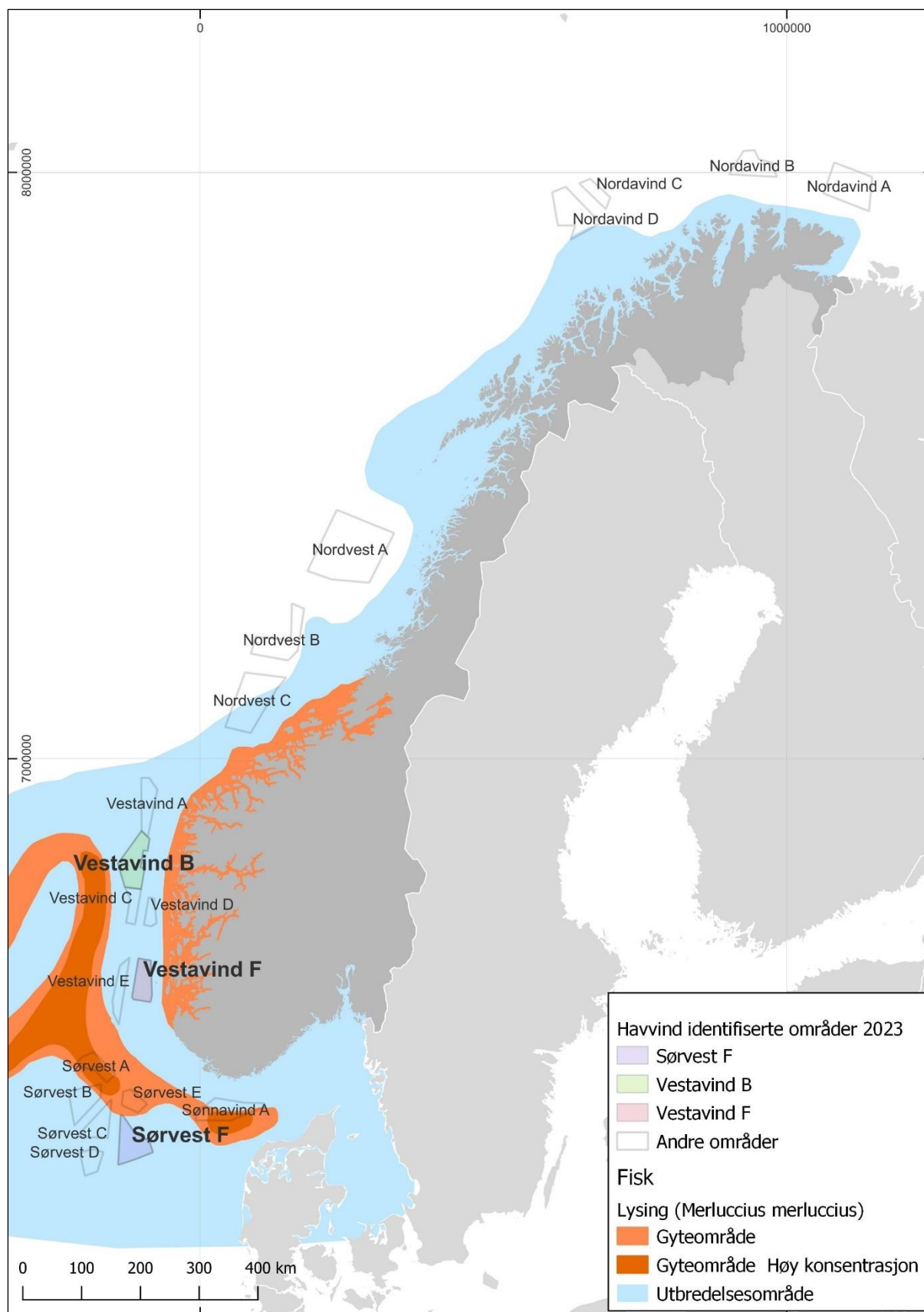
Kolmule (*Micromesistius poutassou*)



Lange (*Molva molva*)



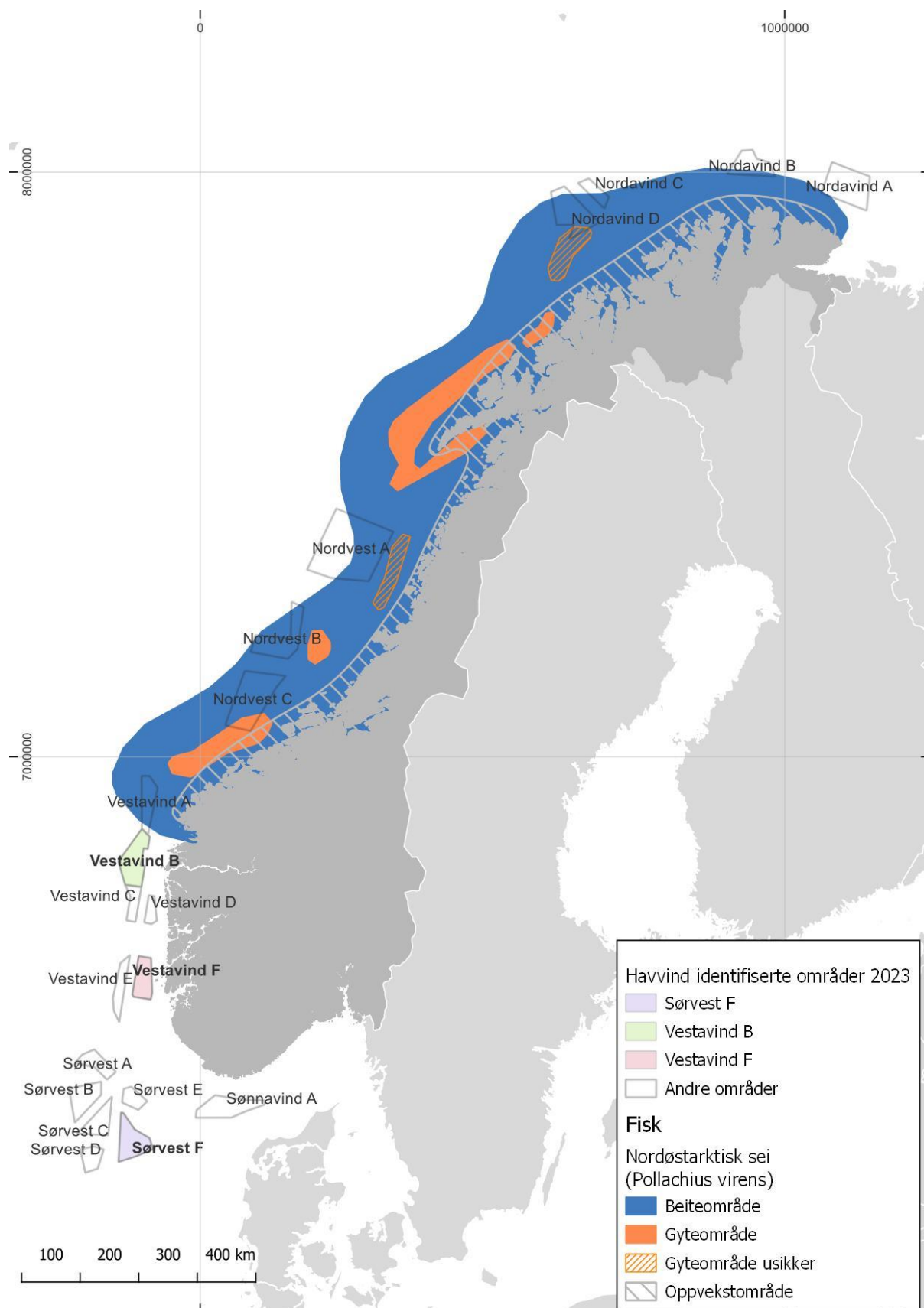
Lyr (*Pollachius pollachius*)



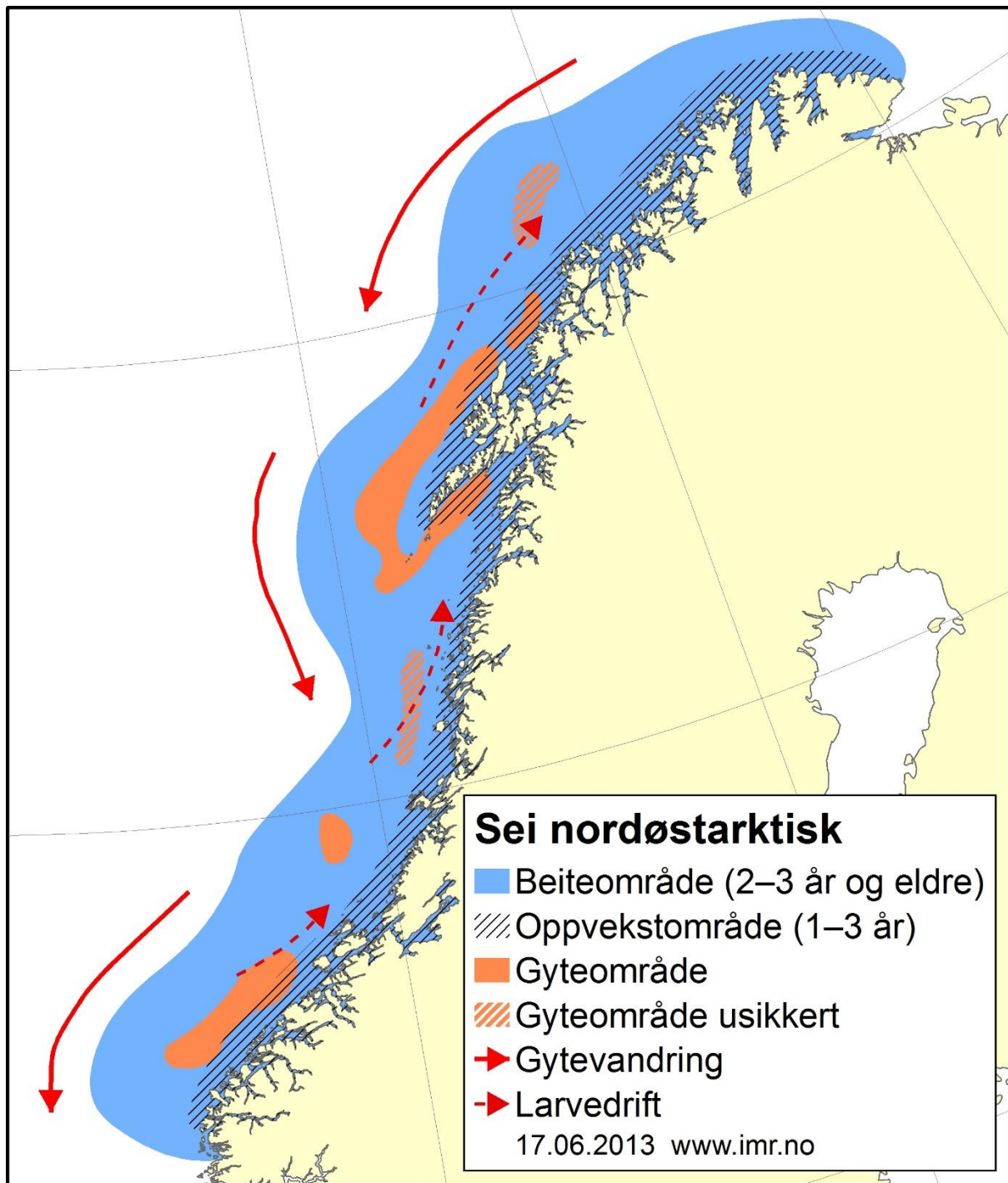
Lysing (*Merluccius merluccius*)



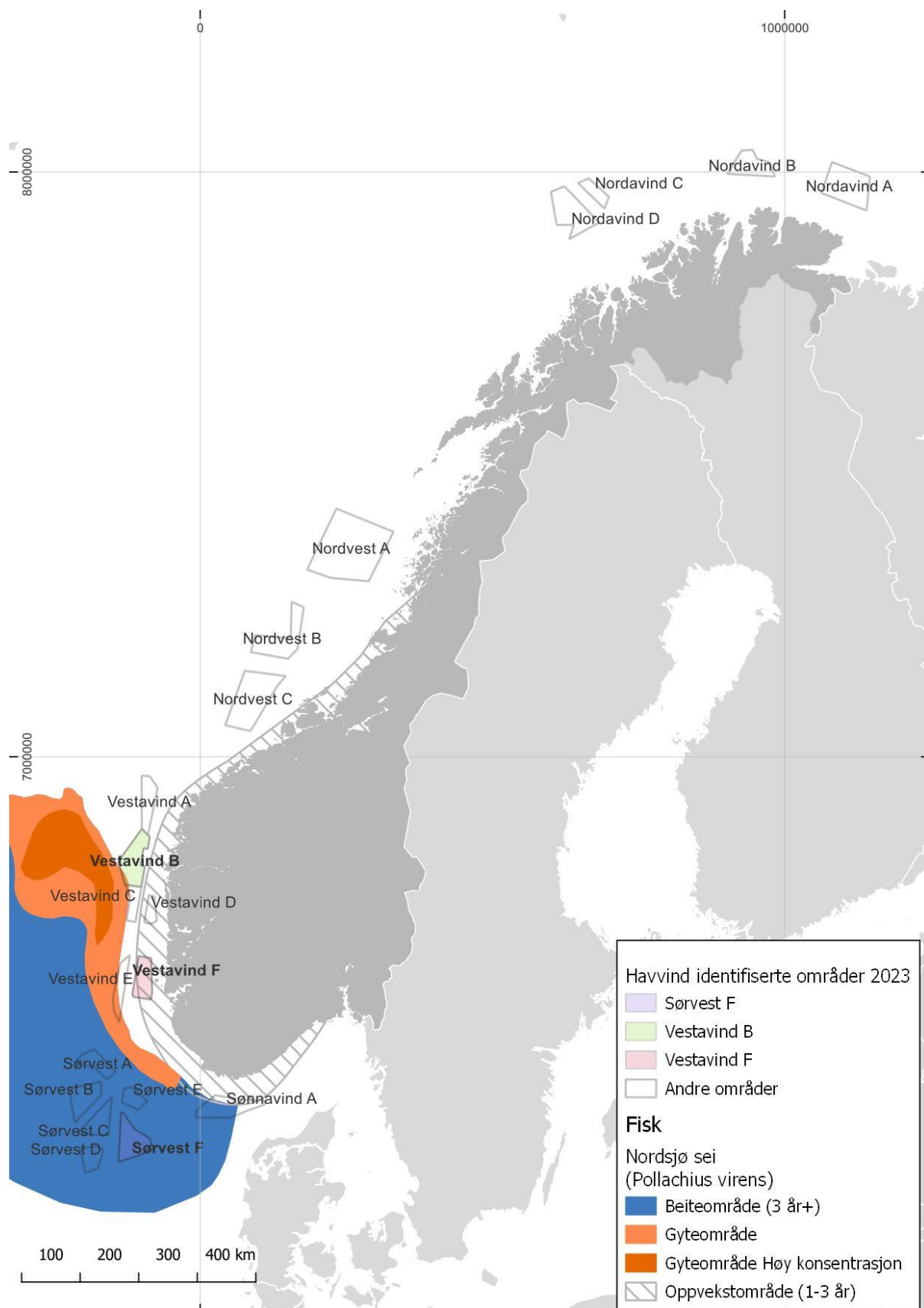
Polartorsk (*Boreogadus saida*)



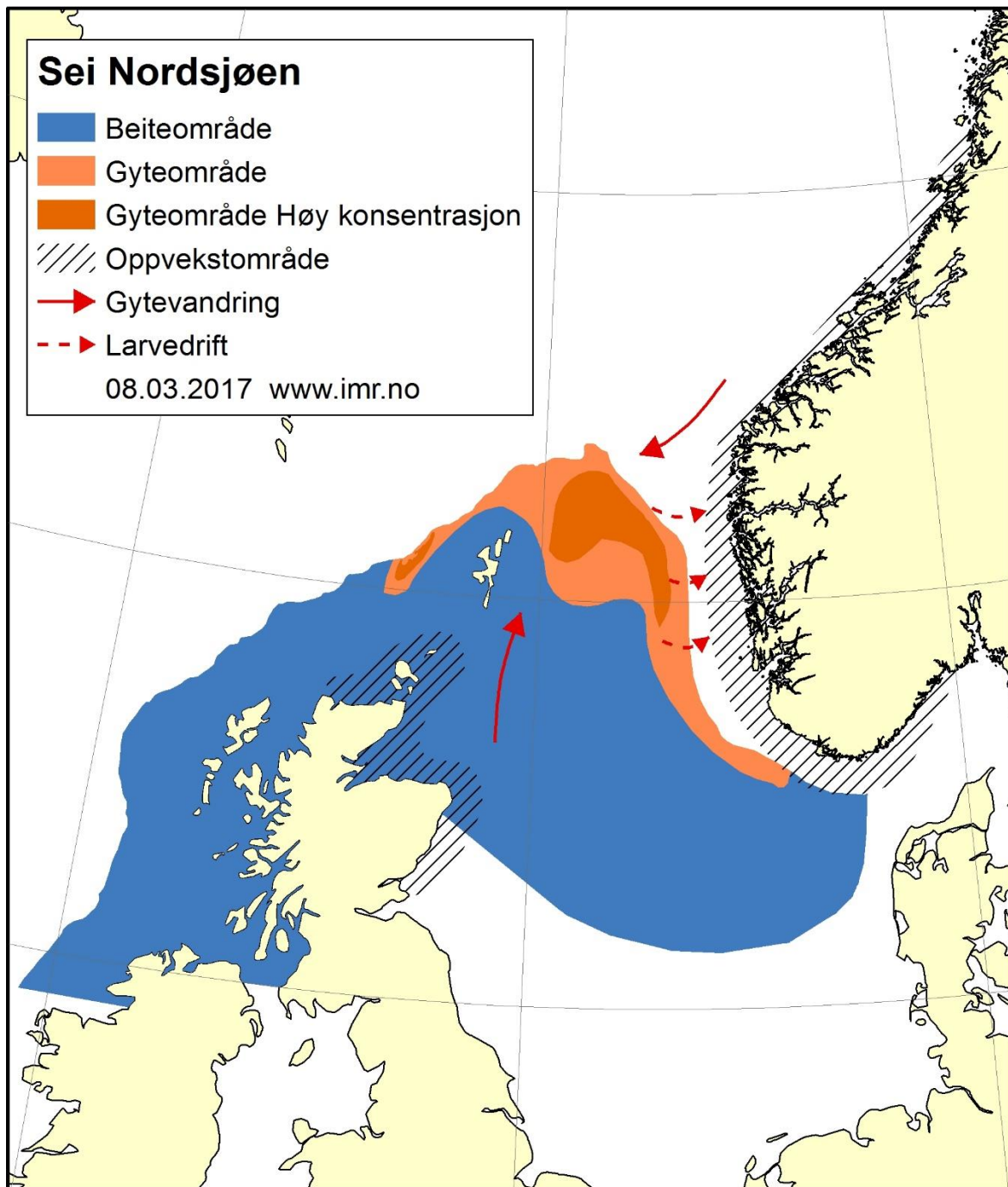
Nordøstarktisk Sei (*Pollachius virens*)



Sei (*Pollachius virens*). Kart som illustrerer utbredelse, gytevandring og larvedrift for nordøstarktisk sei. Kilde: Havforskningsinstituttet



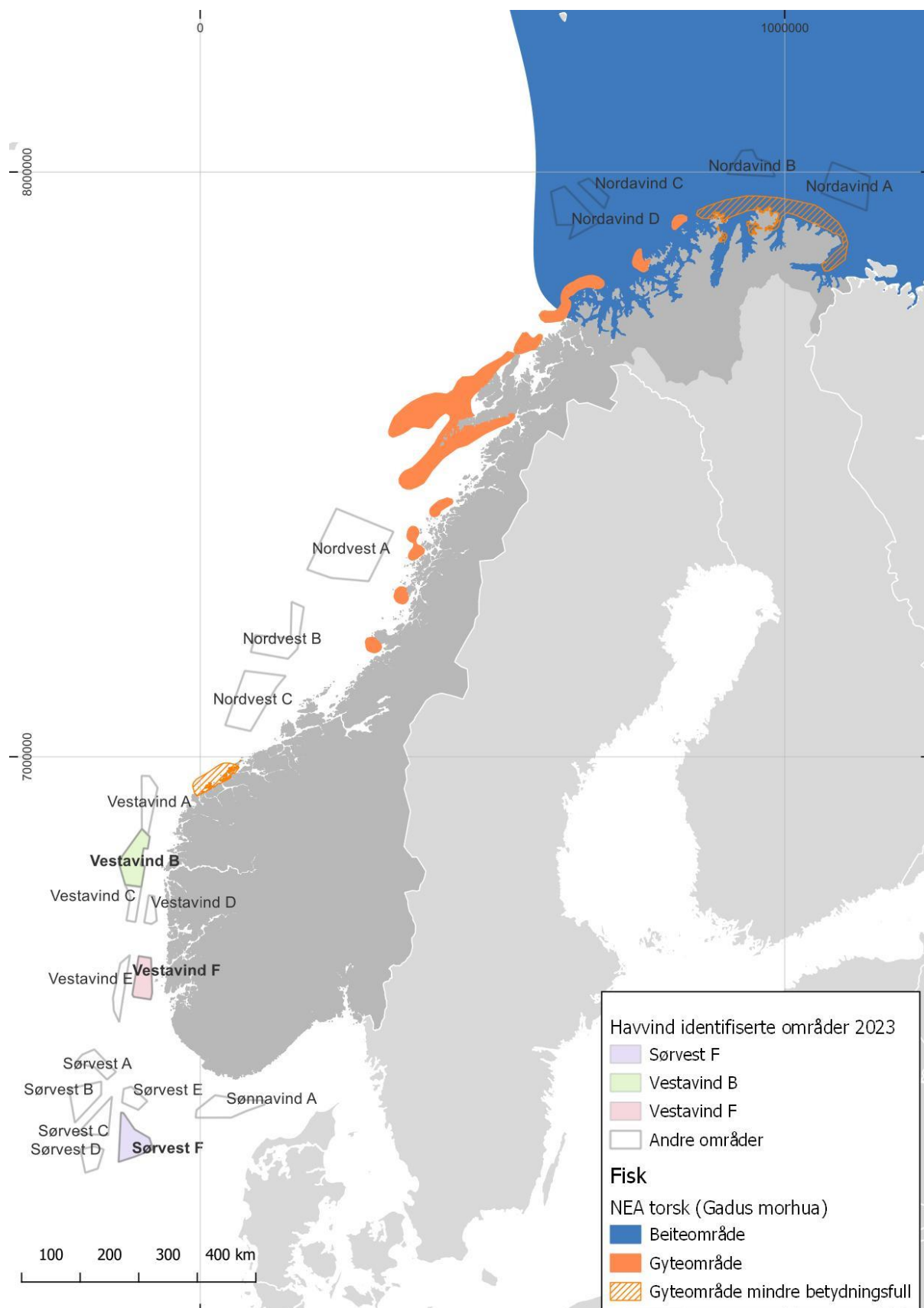
Sei Nordsjøen (*Pollachius virens*)



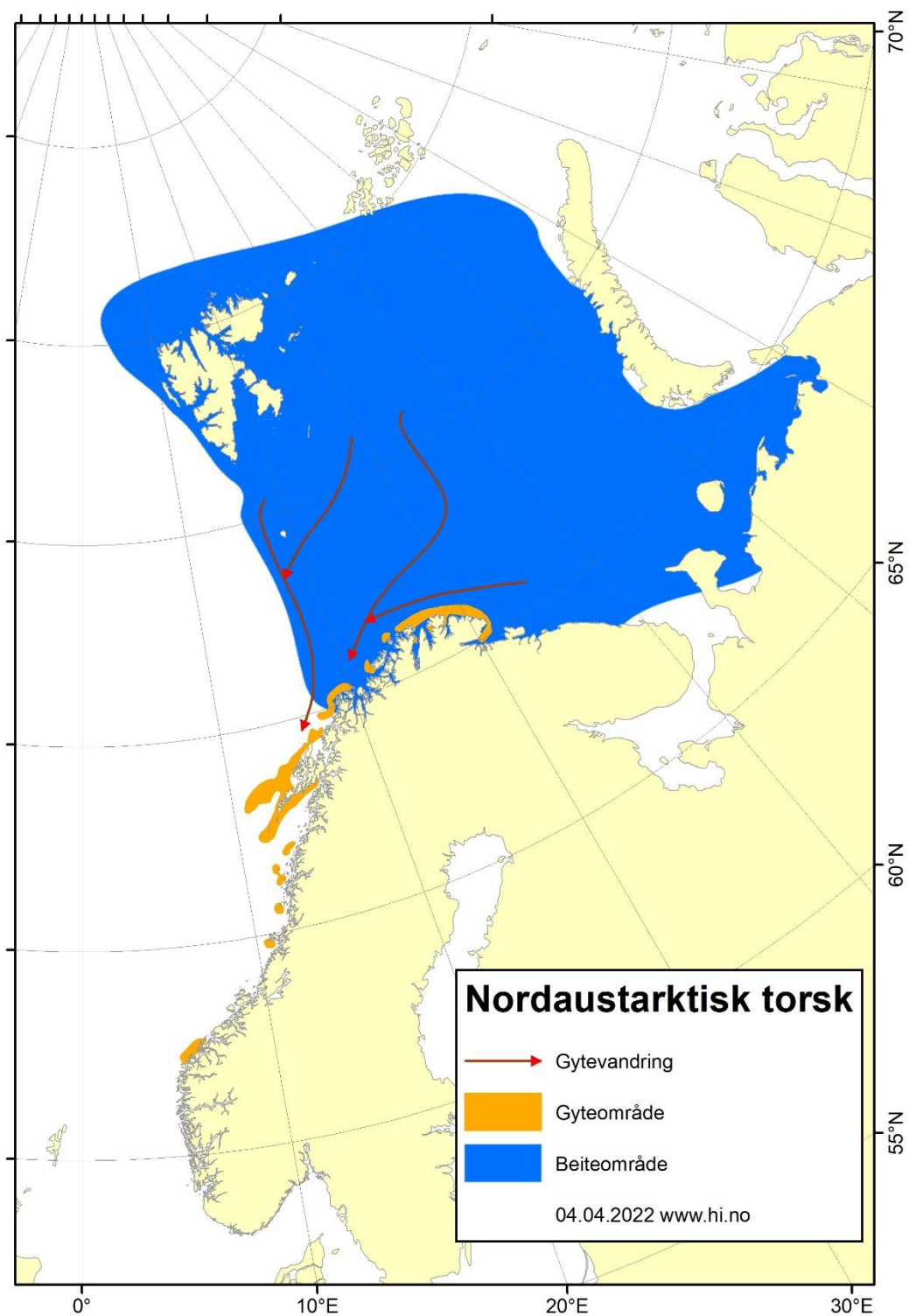
Sei (*Pollachius virens*). Kart som illustrerer utbredelse, gytevandring og larvedrift for nordøstarktisk sei. Kilde [Havforskningsinstituttet](http://www.havforskningsinstituttet.no)



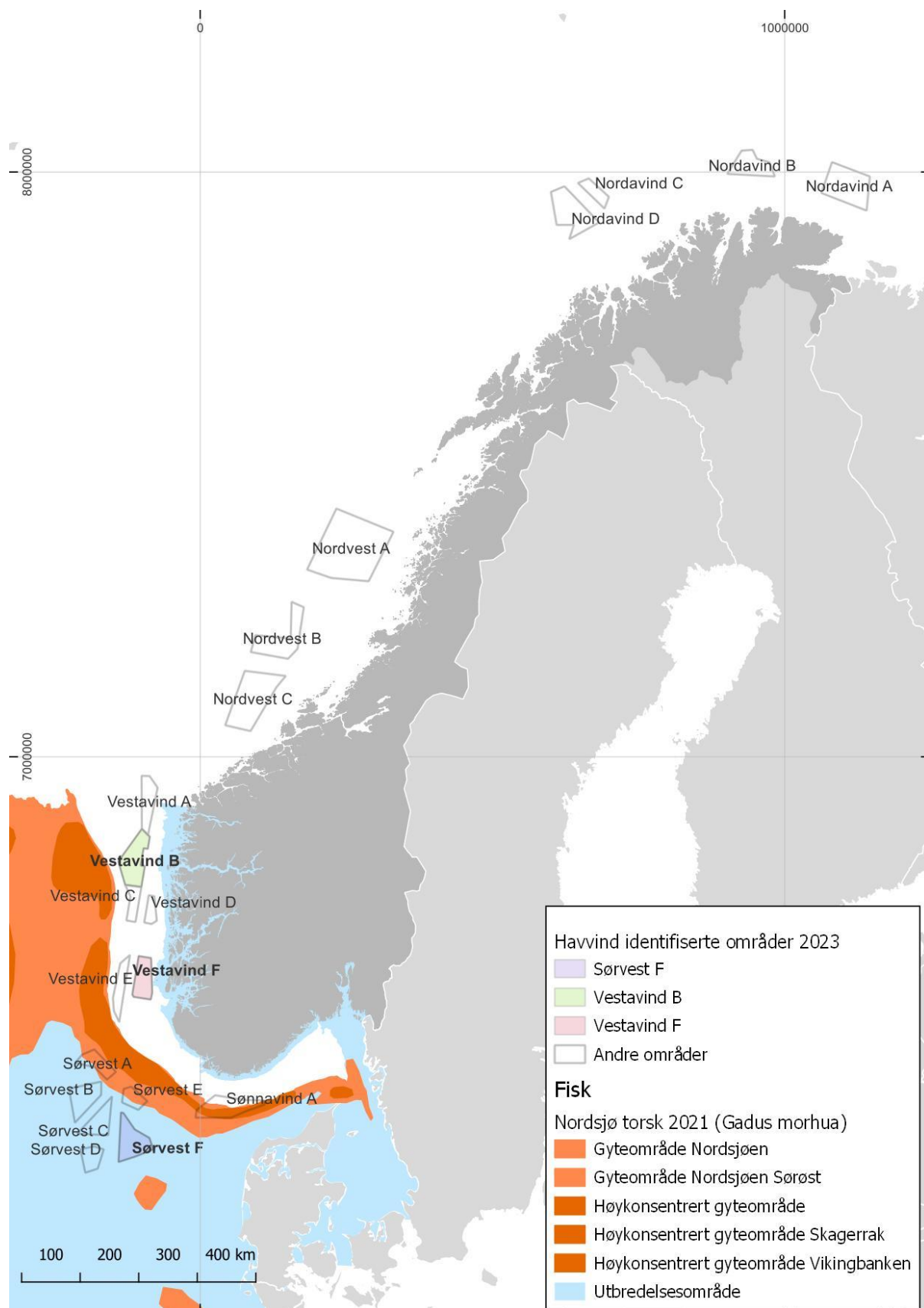
Skolest (*Coryphaenoides rupestris*)



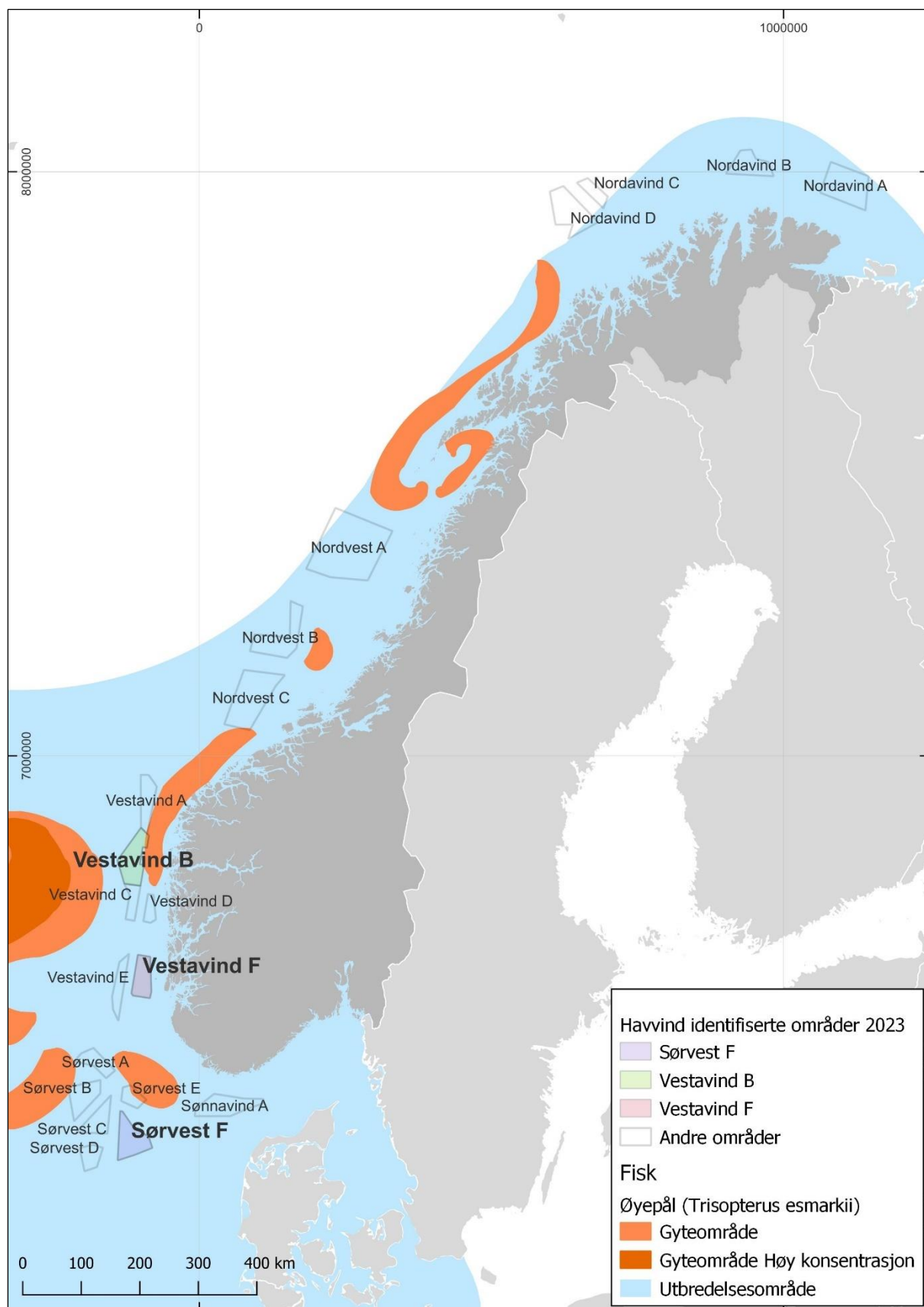
Nordøstarktisk torsk (*Gadus morhua*)



Torsk (*Gadus morhua*). Kart som illustrerer utbredelse, gytevandring og larvedrift for nordøstarktisk torsk. Kilde: [Havforskningsinstituttet](http://www.hi.no)

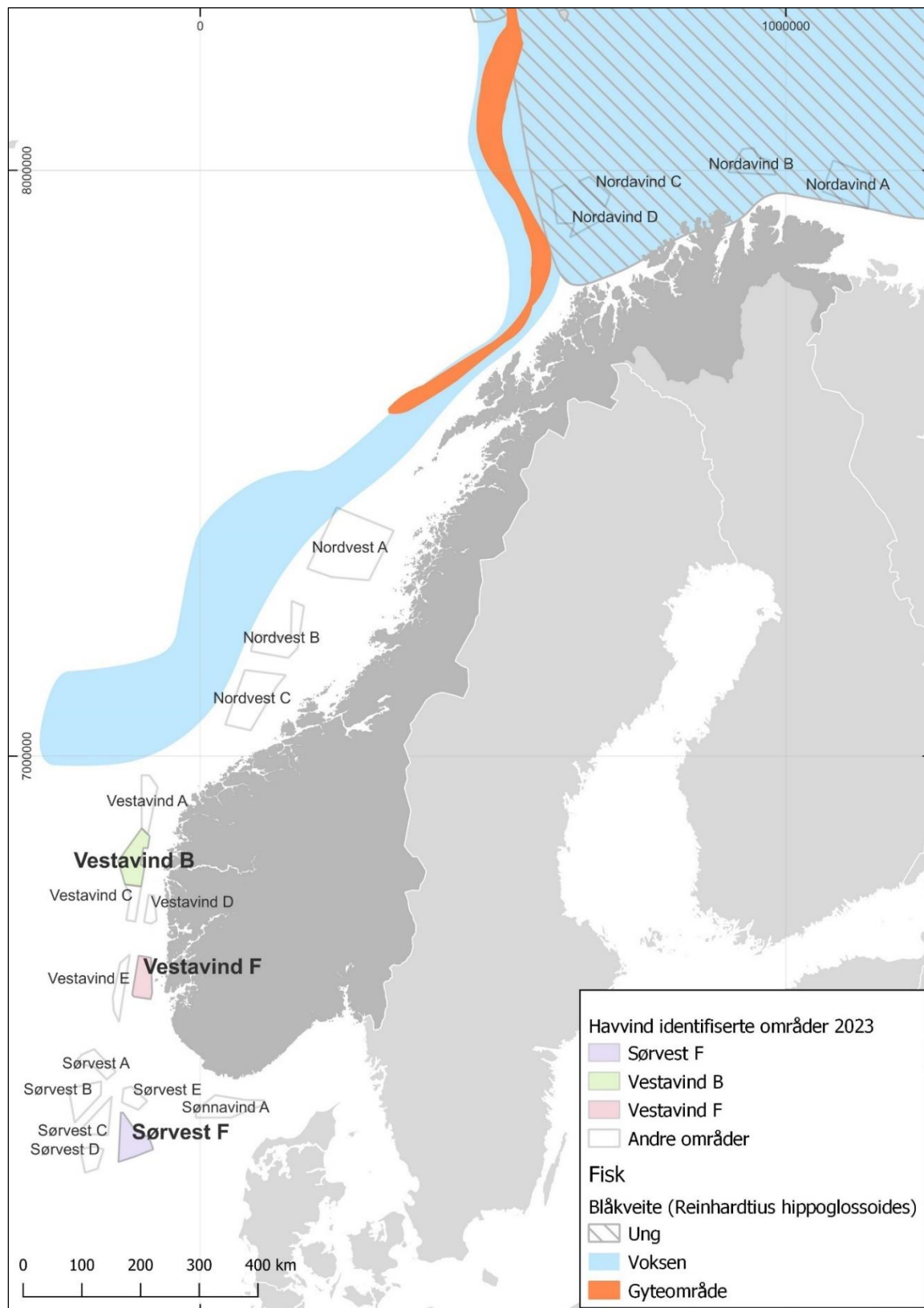


Nordsjøtorsk (*Gadus morhua*)



Øyepål (*Trisopterus esmarkii*)

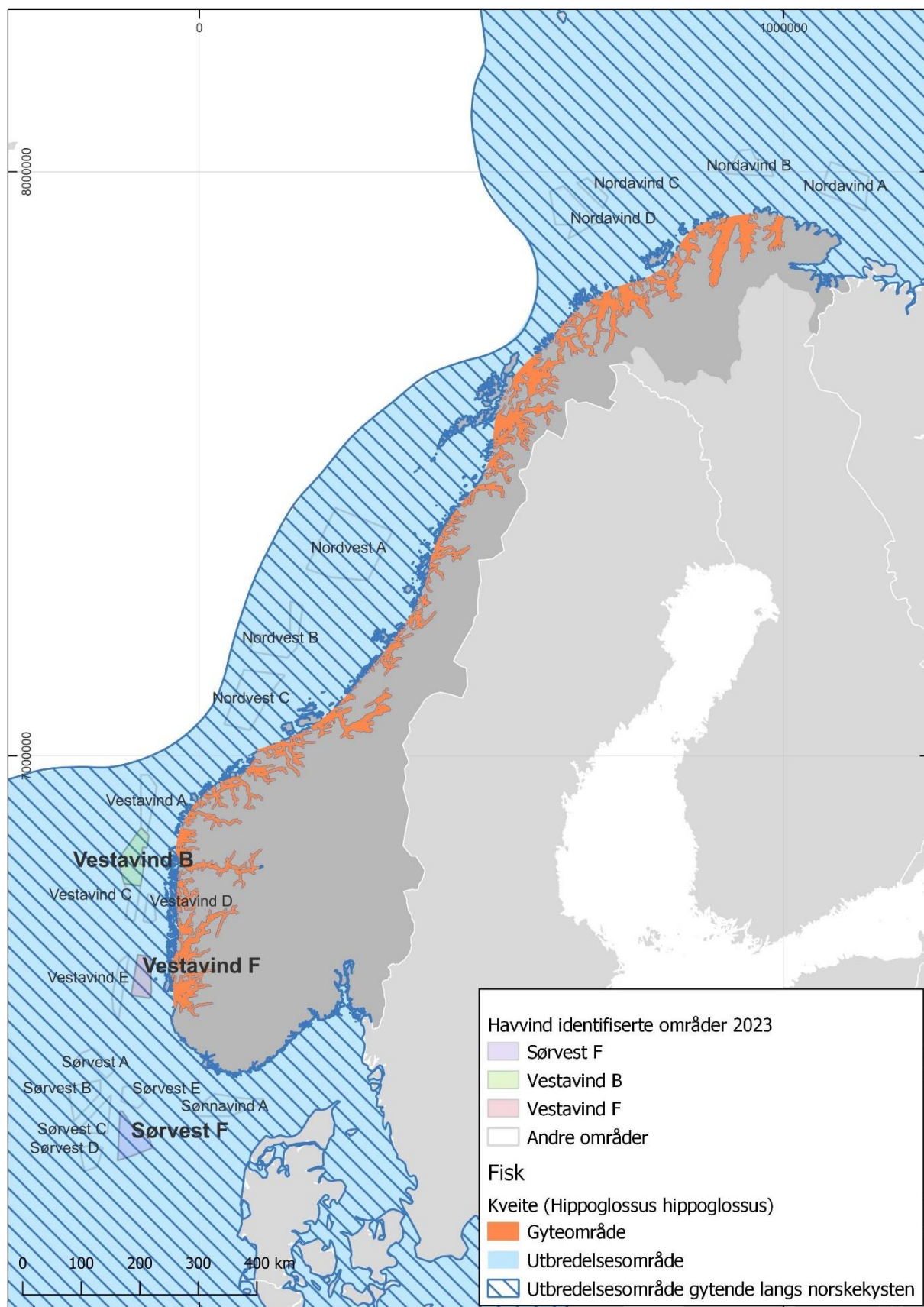
1.2.5 Bunnfisk



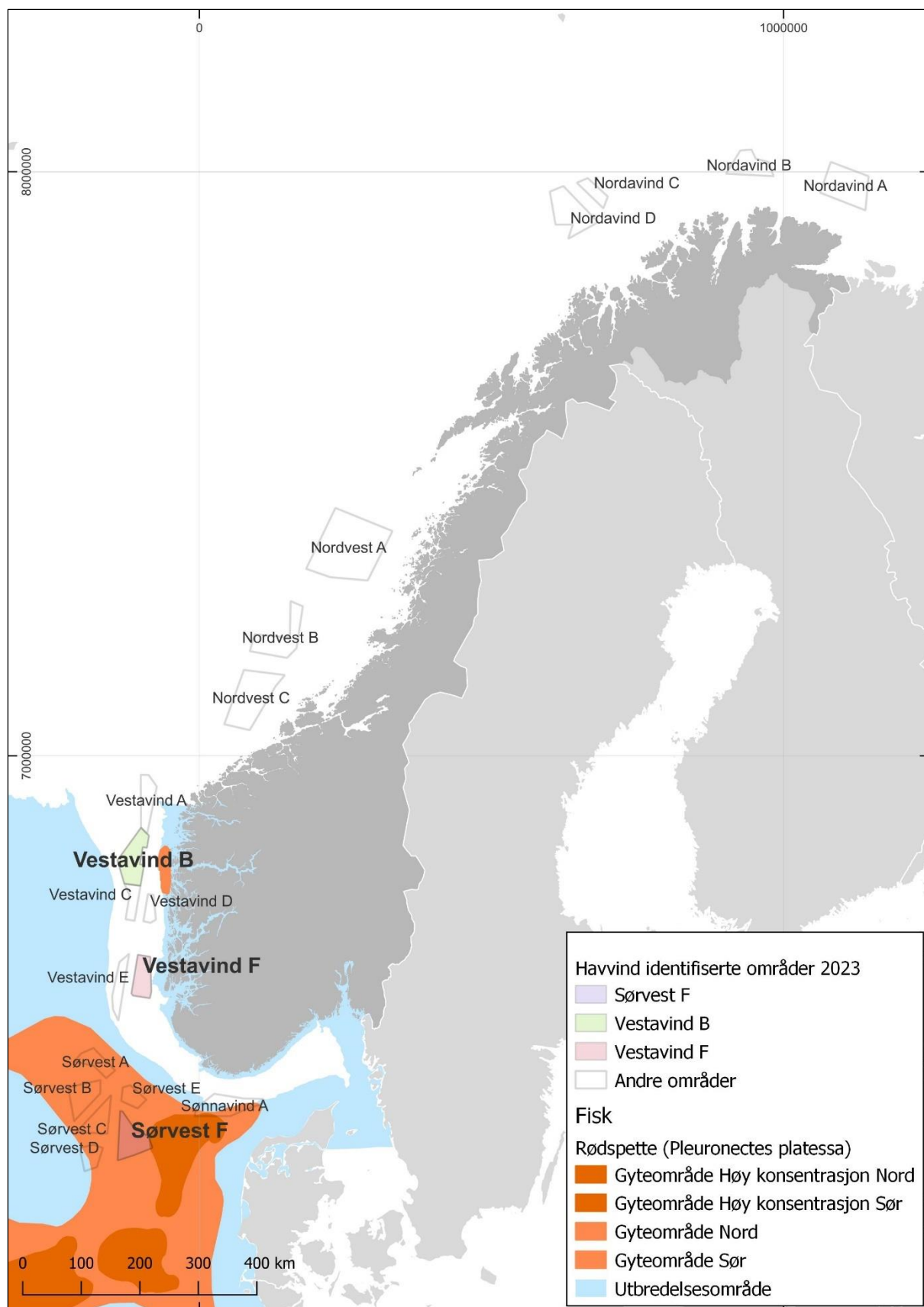
Blåkkeite (*Reinhardtius hippoglossoides*)



Breiflabb (*Lophius piscatorius*)



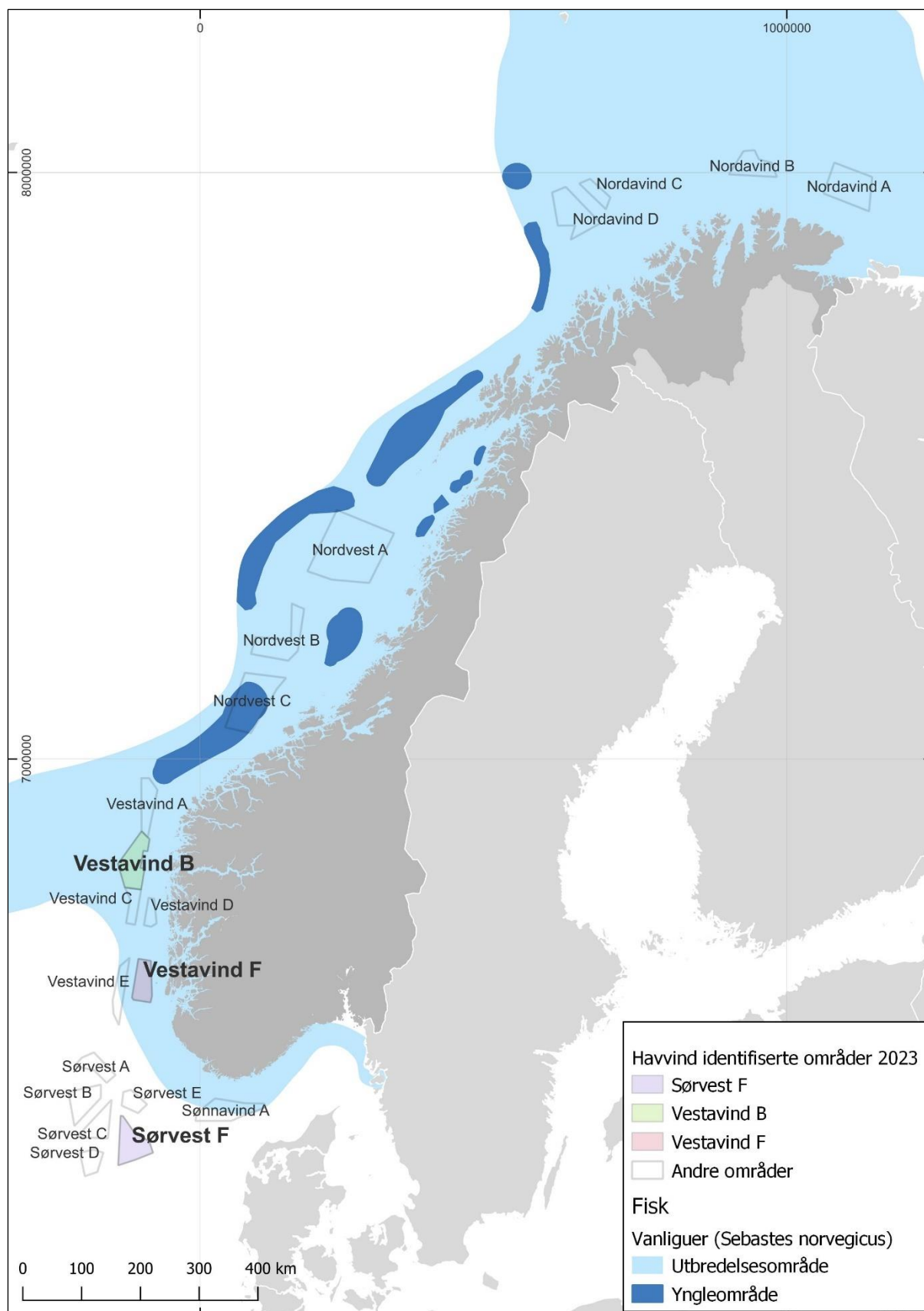
Kveite (*Hippoglossus hippoglossus*)



Rødspette (*Pleuronectes platessa*)



Snabeluer (*Sebastes mentella*)



Vanlig uer (*Sebastes norvegicus*)

1.2.6 Anadrom/katadrom fisk

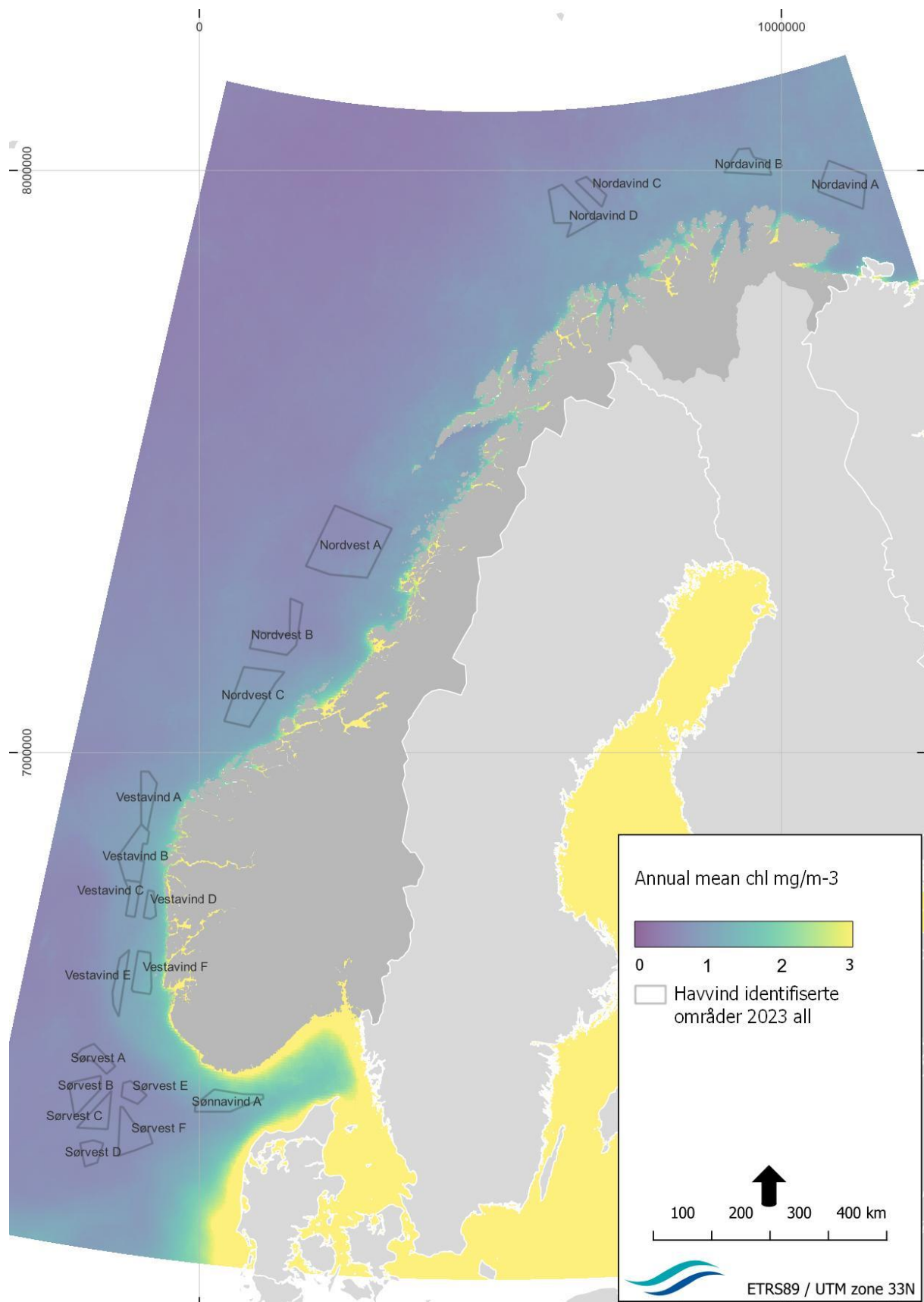


Ål (*Anguilla Anguilla*)

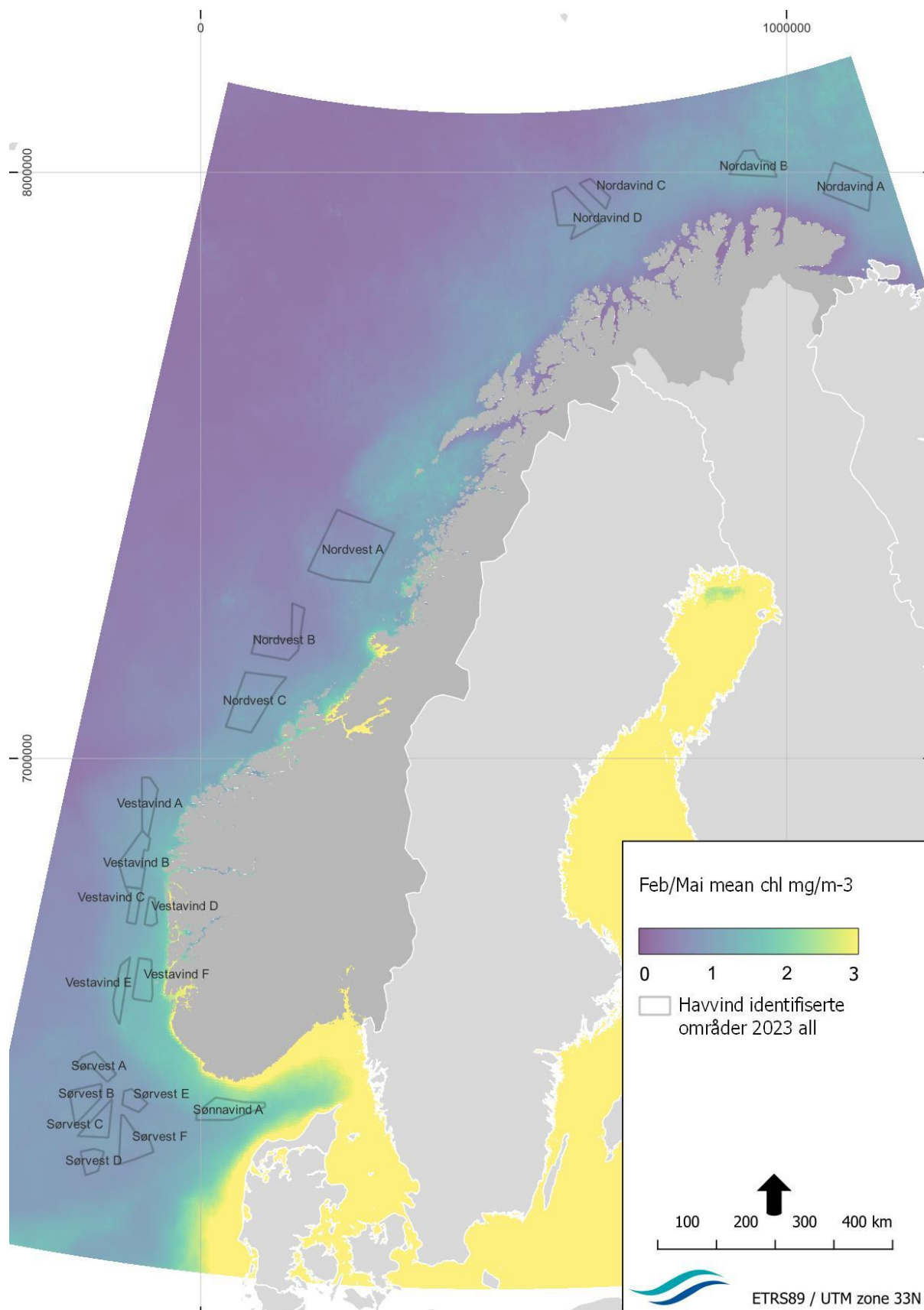


Laks (*Salmo salar*)

1.3 Planteplankton



Årsgjennomsnitt av klorofyll a konsentrasjon målt fra satellitt



Gjennomsnitt av klorofyll a konsentrasjon i våroppblomstringsperioden februar-mai.