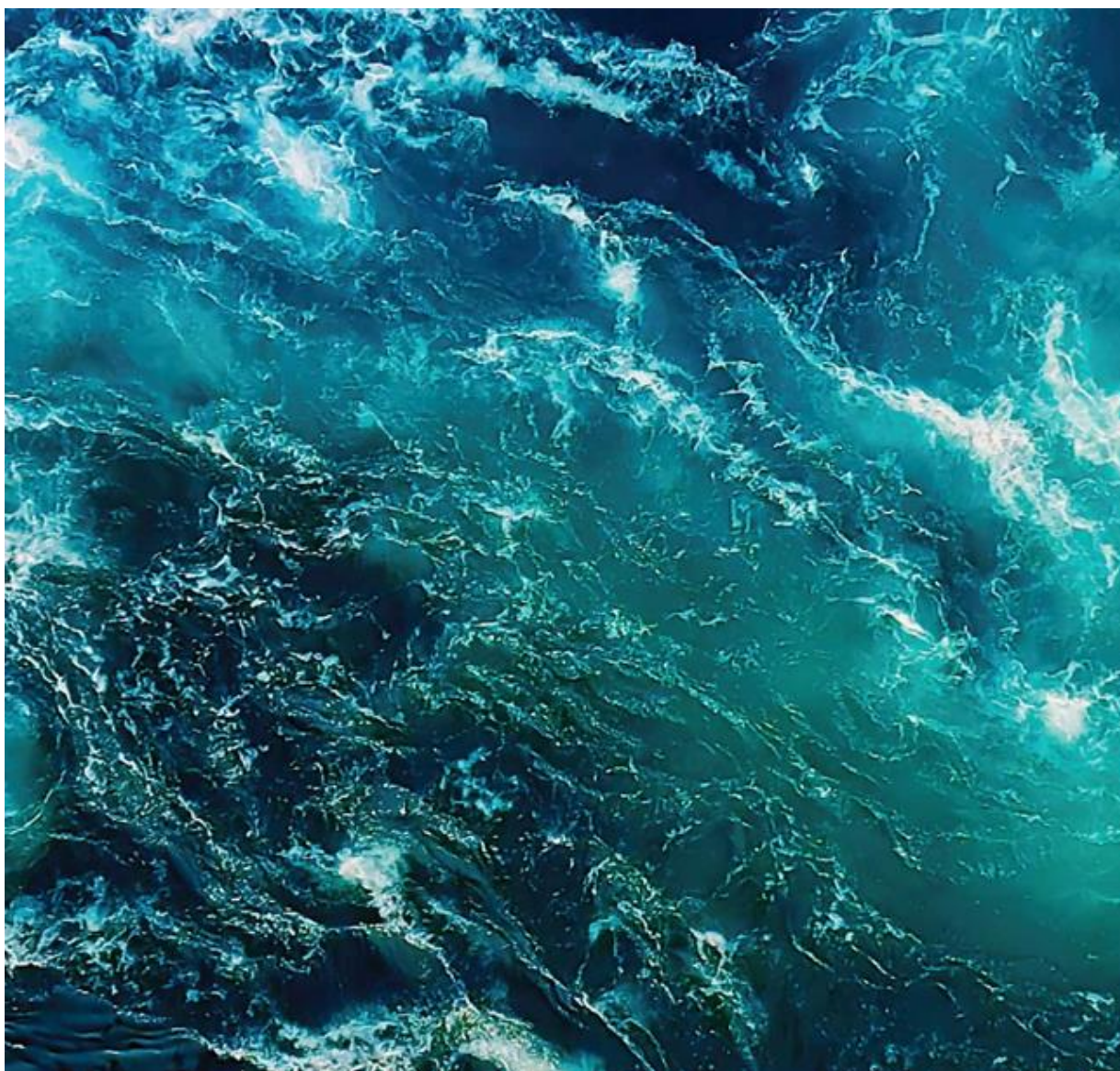


Fagutredning for virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F

Akvaplan-niva AS Rapport: 2024: 65376.01



Fagutredning for virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F

Forfattere:	Sabine K. J. Cochrane, Akvaplan-niva Amanda Ziegler, Akvaplan-niva Adam J. Andrews, NIVA Gunhild Borgersen, NIVA Michael Bedington, NIVA
Dato	22.11.2024 (endelig versjon)
Dokumenthistorikk: rapportnummer/ dato	65376.01 v4 (22.11.2024) 65376.01 v3 (01.11.2024) 65376.01 v2 (12.08.2024) 65376-01 v1 (05.05.2024)
Antall sider	138 + vedlegg og kartfiler levert elektronisk
Distribusjon	Via oppdragsgiver
Oppdragsgiver	Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Kontaktperson oppdragsgiver	Ingvild Andersson

Bidragstere:

Administrativ ansvarlig	Anita Evenset
Kart	Amanda Ziegler, Chris Emblow
Kvalitetssikring av rapport	Lars-Henrik Larsen

Godkjenninger:



Sabine Cochrane
Prosjektleder



Lars-Henrik Larsen
Kvalitetskontroll rapport

Forkortelser, begrep og definisjoner

Vi har forsøkt å skrive rapporten i et ikke-teknisk språk som skal kunne forstås av lesere som ikke nødvendigvis er fagspesialister. Det er imidlertid ofte nødvendig å benytte faguttrykk og etablerte begreper og forkortelser i teksten. Under følger definisjoner og forklaringer av en rekke forkortelser, begrep og akronym som er benyttet i teksten.

Forkortelse/ begrep/	Definisjon/forklaring
Begroingsorganismer	Felles betegnelse for dyr og planter som fester seg til harde overflater og "begror" disse. Se også epifauna.
Bentos (Bunnfauna)	Bentisk levevis; arter eller grupper som lever på eller i havbunnen
Bioturbasjon	Bunnfaunaens omrøring og omblending av sedimentet. Kan sammenlignes med meitemarkens aktivitet i kjøkkenhagen på land.
Borekaks	Materiale som avvirkes under en boreprosess. Borekakset består stort sett av fine partikler og kan være tilsatt ulike typer borevæske til smøring og kjøling under boreoperasjonen
Bunnslåing	Betegnelsen for at en organisme overgår fra et pelagisk, tidlig livsstadium til et liv som voksent, bunntilknyttet individ
"Bow-tie" analyse Sløyfeanalyse	Et diagram, der hoved problemstillingen fremstår i midten. På venstre siden skisseres truslene eller risikoelementer, og på høyre siden vises konsekvenser. Avbøtende tiltak og deres virkning er også vist.
Detritus	Dødt partikulært organisk materiale
DP	<i>Dynamisk posisjonering</i> . Et fartøy holder seg i en gitt posisjon ved hjelp av motor/propeller (alternativ til å ligge for anker)
Endemisk	En art som kun forekommer i et begrenset geografisk område. Alternativ til kosmopolitt, som er en art som finnes nærmest overalt
Epifauna	Betegnelsen for organismer (f.eks. tang og tare, blåskjell) som enten lever festet til harde overflater, eller frittlevende dyr som lever oppå sedimentoverflaten, f.eks. reker. Alternativ er infauna (se egen definisjon for dette)
Evertebrat	Dyr uten rygggrad. Kan også refereres til som "virvelløse dyr" på grunn av fravær av ryggstøyle. Børstemark, muslinger, snegler, pigghuder og blekksprut er eksempler på evertebrater
Faglig forum for norske havområder	Faglig forum for norske havområder utarbeider det samlede faglige grunnlaget for oppdateringer og revideringer av forvaltningsplanene. Faglig forum ledes av Miljødirektoratet som også er sekretariat for gruppen. Se https://havforum.miljodirektoratet.no/
Fotisk sone	Øvre del av vannsøylen der sollys trenger ned og det er nok lys til at det foregår en netto primærproduksjon. Grensen settes der lys-mengden tilsvarer 1% av lysmengden på overflaten eller 200 meter
FNs klimapanel	FNs vitenskapelige organ som har som sin viktigste oppgave å foreta regelmessige vurderinger og sammenfatninger av kunnskapsstatusen om klima og klimaendringer. Hetter Intergovernmental Panel for Climate Change på engelsk og forkortes IPCC
Fysisk prøvetaking	Innsamling av material (vann, sediment, biota) fra et punkt (f.eks. på sjøbunnen) ved bruk av grabb eller lignende. Metoden forstyrrer habitatet der prøven tas, men gir (i motsetning til visuell overvåking) materiale som kan analyseres i laboratorium
Fremmede arter	Arter som kun forekommer i et område fordi de har fått bevisst (utsetning og forflytting av individ) eller ubevisst (f.eks. via ballastvann i skip) hjelp fra mennesker (eller evt. klimaforandringer)
Habitat	Levested/livsmiljø for en art.
Habitatfragmentering	Oppstyking av levesteder for en art. Et fragmentert habitat vil redusere en arts utbredelsesområde og vanskeliggjøre spredning og reproduksjon
Hyperbentos	Dyr som lever delvis på havbunnen og delvis i den pelagiske sonen

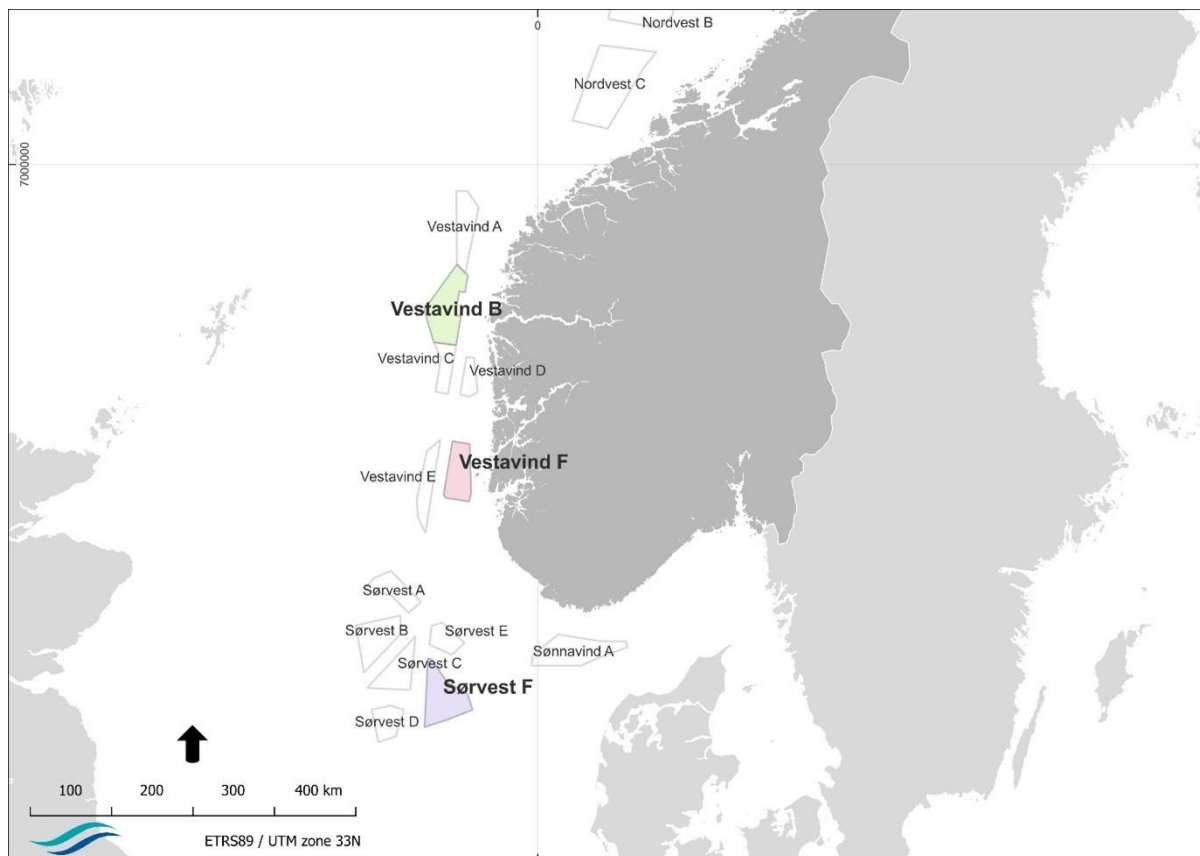
Forkortelse/ begrep/	Definisjon/forklaring
Infauna	Dyr som lever nedgravd i jord eller sediment (f.eks. meitemarken på land eller fjæramarken i strandsonen)
Invasiv art/ Invaderende art	En fremmed art som har spesielt stor evne til tilpasning og spredning slik at de medfører en økologisk risiko. Invasive arter er ofte i stand til å fortrenge, krysse seg med eller endre habitatet for stedegne arter
Juvenil	Ungt, ikke kjønnsmodent livsstadium av en organisme; egg, larver og yngel
Kjemo-autotrof	En organisme som produserer organisk materiale og henter energien sin fra kjemosyntese (i stedet for fotosyntese)
Konnektivitet	Begrep som beskriver i hvilket omfang habitat med sammenlignbare levetilstander for en gitt art, er adskilt av eksempelvis geografiske eller fysiske forhold som begrenser utveksling av individ. Lav konektivitet medfører at arter har vanskeligere for å spre seg til og kolonisere egnet habitat, mens høy konektivitet gjør at arter enkelt kan kolonisere egnet habitat og utvide sitt utbredelsesområde
Makrofauna	Dyr i en prøve som blir holdt igjen på en sikt med runde hull og en hull diameter på 1 millimeter
Mareano	Nasjonalt havbunnskartleggingsprogram som gjennomføres i samarbeid mellom Miljødirektoratet, Norsk Polarinstitutt, Fiskeridirektoratet, Sjøkildedirektoratet, Kystverket, NVE, Havforskningsinstituttet, Norges Geologiske Undersøkelser og Kartverket. De tre sistnevnte institusjonene gjennomfører kartleggingen (utøvende gruppe).
Megabentisk fauna	Organismer større enn 1-2 cm som lever på eller umiddelbart over havbunnen
Miljøverdi	Miljøegenskap/art/ressurs eller bestand som kan påvirkes av en planlagt aktivitet
MOD databasen	<i>Miljøovervåkings database</i> . Miljødirektoratet (miljodirektoratet.no) . Database med resultater fra overvåking av petroleumsvirksomheten på norsk sokkel som nå også inkluderer visuelle undersøkelser .
Natur-inkluderende design	Betegnelse for en rekke (avbøtende) tiltak som kan optimalisere havvindanlegg for økt biologisk mangfold
NVE	<i>Norges Vassdrags- og energidirektorat</i> . Et direktorat under Energidepartementet med ansvar for forvaltning av vann- og energiressurser
Nøkkelart	En art som har stor påvirkning på andre arter, og dermed også på struktur og stabilitet i et økosystem. Dersom en nøkkelart forsvinner, skjer det betydelige (ofte irreversible) endringer i økosystemet
Nullalternativet	Beskrivelse av forventet utvikling i et område der et foreslått tiltak likevel ikke gjennomføres. Nullalternativet inkluderer nåtilstand og pågående, lovlig aktivitet og godkjente reguleringsplaner (der relevant)
O&G installasjoner	<i>Olje- og gassinstallasjoner</i> . Enhver innretning som er plassert på havbunnen som ledd i petroleumsvirksomheten (bunnfaste produksjonsenheter, rørledninger, manifolder, bunnrammer, ankre mv.)
Organisme	Et individ av eller en representant for en biologisk art, fra encellet til flercellet
OSPAR	<i>Oslo-Paris konvensjonen</i> . Konvensjonen om beskyttelse av det marine miljø i det nordøstlige Atlanterhavet
Pelagisk sone	De frie vannmassene. Se Sivertsson et al., 2024.
Pers medd.	Personlig meddelelse. Vitenskapelige referanser til informasjon som en person har gitt, uten at det er sporbart i skriftlige kilder (artikler, bøker, nettsider, møtereferater o.l.)
Reveffekt	Betegnelse for at organismer (fisk, evertebrater) tiltrekkes til områder med økt habitatdiversitet, for eksempel ved et korallrev, et sjøfjell, eller et kunstig hardbunns habitat. Dette er levesteder for et høyere antall arter enn i områder med ensartede miljøforhold, f.eks. en bløtbunnslette
ROV	<i>Fjernstyrt undervannsfarkost (oversatt fra Remotely Operated Vehicle)</i> . En farkost, som kan ha påmonterte kamera, styrbare armer og andre sensorer/verktøy. Styres via kabel fra båt/skip
Sjøfjell	Hardbunnsområde eller fjelltopp som rager opp over omgivende habitat, oftest bløtbunn.

Forkortelse/ begrep/	Definisjon/forklaring
SVO	<i>Særlig verdifulle og sårbare områder.</i> Begrep som benyttes i havforvaltning om områder med spesielle miljøforhold. SVO status medfører ikke direkte restriksjoner/ begrensninger for næringsaktivitet, men det skal vises aktsomhet for å bevare naturmangfold i et SVO
Synergistisk forsterkende	Begrep som sier at summen av effekt fra to (eller flere) påvirkninger blir mer enn den additive summen av påvirkningene.
Trofiske interaksjoner	Benyttes i økologien om påvirkninger mellom organismer på ulike trofisknivå. Eksempelvis at planter blir spist av beitende fisk som igjen er bytte for f.eks. sel. Når selen dør blir den næring til nedbrytende organismer som sopp eller bakterier
Vertebrater	Dyr som har et indre skjelett med en serie av virvler som ryggrad, f.eks. fisk og pattedyr
Vindturbin	Enhet for uthenting av bevegelsesenergi fra vinden
Visuell kartlegging	Filming/fotografering av havbunnen med kamera montert på ROV eller andre undervannsfarkoster. Metoden gir visuell informasjon om bunntype og synlige dyr, og forstyrrer ikke habitatet

1.1 Sammendrag

1.1.1 Generelt

Denne utredningen vurderer virkninger av etablering (planlegging, utbygging, drift og avvikling) av havvind på bunnsamfunn og naturtyper generelt, og vurderer virkninger for hvert enkelt av de tre områdene Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F (Figur S1).



Figur S 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.

Utbygging av havvind vil medføre direkte fysisk påvirkning der anker eller turbinfundament berører havbunnen. Legging av kabler og utplassering av trafoer eller annen infrastruktur vil medføre fysisk forstyrrelse av bunnhabitat. Installasjon og drift av offshore vindturbiner er identifisert å kunne gi følgende forstyrrelser på havbunnen:

- Fysiske forstyrrelser
- Kunstig rev effekt inkl. etablering av fremmede arter
- Tilførsel av organisk og uorganisk materiale til havbunnen
- Elektro-magnetiske felt
- Mikroplast (avflassing fra turbinblad) og kjemisk forurensning

Habitatene, bunnsamfunn generelt og utvalgte arter/artsgrupper som inngår i denne utredningen er gitt i Tabell S1.

Tabell S 1. Bunntyper evaluert i denne utredningen, basert på bakgrunnskunnskap om tilstedeværelse av de ulike habitater.

	Vanlig bløtbunn	Sårbare naturtyper			Kommersielt høstede arter			
		Sjøfjær og gravende megafauna	Korallhabitater	Svampehabitater	Dypvannsreke	Sjøkreps	Hummer	Taskekrabbe
Vestavind B	x	x	x	x				
Vestavind F	x	x		x	x	x	x	
Sørvest F	x	x				x		x

Siden havvind fortsatt er relativt nytt på norsk sokkel, bør en nytte muligheten til å inkludere miljørisikoreduserende tiltak i teknologiutviklingen, og særlig høste erfaringer fra offshore vind internasjonalt. **Tabell S 2** oppsummerer avbøtende tiltak knyttet til de påvirkningene som er vurdert å ha størst konsekvens, og gjelder genererisk for anlegg og drift av offshore vindanlegg.

Tabell S 2. Oppsummering av kunnskapsoppbyggende og avbøtende tiltak for de viktigste påvirkningene på bunnhabitater og samfunn knyttet til planlegging, installasjon, drift og avvikling av et havvindanlegg på norsk sokkel.

Aktivitet	Tiltak
Planlegging og installasjon	Kartlegging av sårbare habitater/marine organismer før installasjon av anlegg tilsvarende grunnlagsundersøkelser (forundersøkelse) og aktivitetsspesifikk havbunnskartlegging ved petroleumsvirksomhet og bruk av resultatene i videre planlegging for å redusere miljøpåvirkningen.
	Arealbruken innen hvert enkelt havvindanlegg holdes lavest mulig slik at direkte berørt bunnareal minimeres.
	Infrastruktur plasseres i områder der tilsvarende kartlegging og vurderinger er gjennomført som for turbinplasseringene.
	Etablere avstandskrav mellom havvindanlegg i strømrretningen for å begrense risiko for spredning av uønskede arter.
	Bruk av teknologi for å minimere mengde oppvirvling av partikler ved installasjon av vindturbiner.
	Etablere kartlegging av havbunnen i forkant av installasjonsfasen, samt etterfølgende overvåking etter en gitt periode i drift.
Ordinær drift og avvikling	Plassere eksportkabler mest mulig skånsomt og utenfor områder med sårbar bunnfauna.
	Foreta inspeksjoner og vedlikehold etter forutgående vurderinger av miljørisiko.
	Etablere miljøovervåkningsprogram for å få kunnskap om effekt av fysisk tilstedeværelse av havvindanleggene.
	Materialvalg og design bør foretas med det mål for øye at installasjonene på et tidspunkt har oppfylt sitt formål og skal avvikles. Om fjerning er det beste alternativ til den tid må vurderes gjennom en feltspesifikk KU på samme måte som gjøres for petroleumsinstallasjoner.

1.1.2 Sammendrag: Vestavind B

Bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind B omfatter **vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater, og korallhabitater**. De aktuelle miljøverdiene knyttet til disse grupper ble vurdert til å ha **noe verdi** (vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna), **middels verdi** (svampehabitater) eller **svært stor verdi** (korallhabitater) ifølge vurderingskriteriene. Under planlegging, drift, og avviklingsfasene, vurderes aktivitetene å gi en **ubetydelig konsekvens** for grupper. Dette fordi virkningene kan være permanente, men er romlig begrenset til området ankrene berører. Under utbyggingsfase, konsekvensgrader vurdert fra **noen konsekvens** til **middels konsekvens** avhengig av gruppe, med størst konsekvens vurdert for korallhabitater Tabell 12. Dette skyldes den svært stor verdi knyttet til disse naturtypene som inneholder arter som er nasjonalt og/eller internasjonalt er definert som spesielt truet eller sårbare.

Tabell 1 Oppsummering av konsekvensgrad for bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind B. Nummer og farge viser konsekvenskategori: -1 hvit = ubetydelig konsekvens, -2 lyseblått = noe konsekvens, -3 mørkeblått middels konsekvens.

Gruppe	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling
Vanlig bløtbunn	-1	-2	-1	-1
Sjøfjær og gravende megafauna	-1	-2	-1	-1
Svampehabitater	-1	-2	-1	-1
Korallhabitater	-1	-3	-1	-1

1.1.3 Sammendrag Vestavind F

Bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind F ble definert som **vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater, dypvannsreker, sjøkreps og hummer**. De aktuelle miljøverdiene knyttet til disse gruppene ble vurdert til å ha **middels verdi** (svampehabitater) og **noe verdi** (øvrige bunnsamfunn og naturtyper) ifølge vurderingskriteriene.

Under utbyggingsfase ble bunnsamfunn vurdert som **noe forringet** for vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater og sjøkreps fordi disse gruppene er sårbare for tap av habitat. Utbygging av havvind kan også medføre dødelighet for disse gruppene i nærheten av ankrene.

For andre bunnsamfunn (dypvannsreker og hummer) ble aktiviteter vurdert å ha en **ubetydelig** påvirkning i løpet av utbyggingsfase fordi artene er veldig mobile og kan unngå påvirkede områder i nærhet til ankre.

Under planleggings, drifts- og avviklingsfasene ble aktivitetene vurdert til å gi en **ubetydelig konsekvens** for alle grupper. Dette fordi aktiviteter i disse fasene ikke vil medføre forstyrrelser av betydning eller over et stort område.

Under utbyggingsfasen ble konsekvensgraden vurdert til **ubetydelig konsekvens** for mobile arter til **noe konsekvens** for arter som er sårbare for forstyrrelser og tap av habitat (Tabell 18). I denne fasen ble aktivitetene vurdert til å gi en **noe forringet** status til habitatet. Dette fordi restitusjonstiden ble vurdert til moderat (2-10 år), men påvirkningen er romlig begrenset til området der selve turbinfundamentene blir plassert.

Vurdering av påvirkning og konsekvens ble lik for de to alternativene fordi alle gruppene er utbredt over havvindområdet og regionen og sannsynligvis vil bli påvirket i begge scenariene.

Tabell 2 Oppsummering av forventede konsekvenser fra utbygging av havvind i Vestavind F. Nummer og farge viser konsekvenskategori: -1 hvit = ubetydelig konsekvens, -2 lyseblått = noe konsekvens, -3 mørkeblått middels konsekvens.

Gruppe	Alternativ 1				Alternativ 2			
	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling
Vanlig bløtbunn	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Sjøfjær og gravende megafauna	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Svampehabitater	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Dypvannsreke	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Sjøkreps	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Hummer	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1.1.4 Sammendrag Sørvest F

De aktuelle miljøverdiene knyttet til bunnsamfunn (og sedimentene de lever på/i) ble vurdert som **vanlig bløtbunn**, **sjøkreps** og **taskekrabbe**. Miljøverdiene ble vurdert til å ha **noe verdi** ifølge vurderingskriteriene, hovedsakelig begrunnet i store utbredelsesområder og viktige økologiske funksjoner.

Det største påvirkning ble vurdert i utbyggingsfase at medføre **forringet** status for habitatene vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna og sjøkreps. Dette fordi virkningene kan være permanente, men er romlig begrenset til området der selve turbinfundamentene blir plassert. I driftsfase påvirkning ble vurdert å gi en **noe forringet** status til habitatet fordi installasjon av bunnfaste turbiner kan endringer lokal strøm- og vannbevegelse og evt. medføre erosjon eller oppvirvling av sediment.

Størst konsekvens ventes i utbyggingsfasen, og denne vurderes til **noe konsekvens** for vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna og sjøkreps da disse gruppene er vurdert å ha noe verdi og påvirkes direkte av habitattap ved etablering av bunnfaste turbiner.

Det er også vurdert å være risiko for erosjon av sediment etter at turbinene er installert, slik at det også vurderes å kunne oppstå virkninger som klassifiserer til **noe konsekvens** for vanlig bløtbunn og sjøfjær og gravende megafauna i driftsfasen. Vi understreker at erosjon vil være begrenset til helt nær turbinene, men uten konkrete målinger eller modellberegninger er dette vurderinger gjort med **moderat usikkerhet**.

De var større påvirkning og konsekvens vurdert for alternativ 1 sammenlignet med alternativ 2 fordi utbygging i den sørlige delen av Sørvest F ville påvirke det eneste området med slam hvor enkelte sårbare naturtyper kan forekomme.

Tabell 3 Oppsummert konsekvensgrader for bunnsamfunn og naturtyper i ulike fasene av havvind innenfor Sørvest F. Vurderings er gitt for både alternativer.

Gruppe	Alternativ 1				Alternativ 2			
	Plan- legging	Utbygg- ing	Drift	Av- vikling	Plan- legging	Utbygg- ing	Drift	Av- vikling
Vanlig bløtbunn	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1
Sjøfjær og gravende megafauna	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1
Sjøkreps	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Taskekrabbe	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Innhold

1.1	Sammendrag	7
1.1.1	Generelt	7
1.1.2	Sammendrag: Vestavind B	8
1.1.3	Sammendrag Vestavind F	9
1.1.4	Sammendrag Sørvest F	10
2	FORORD OG TAKK	14
3	DEL 1: KUNNSKAPSGRUNNLAG	16
3.1	Om bunnsamfunn og naturtyper	16
3.2	Fortøyningsløsninger på havbunnen for offshore vind	18
3.3	Potensielle virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper	23
3.3.1	Direkte fysiske forstyrrelser og tap av habitat	23
3.3.2	Kunstig rev effekt	25
3.3.3	Tilførsel av organisk materiale til havbunnen	27
3.3.4	Tomme skjell på havbunnen	28
3.3.5	Endringer i lokal vannbevegelse og hydrografiske forhold	29
3.3.6	Elektromagnetiske felt	31
3.3.7	Mikroplast (avflassing fra rotorblader)	31
3.3.8	Fremmede arter	32
3.4	Avbøtende tiltak	34
3.4.1	Generelt	34
3.4.2	Avbøtende tiltak mot fysiske forstyrrelser	35
3.4.3	Avbøtende tiltak mot kunstig rev effekt og fremmede arter	36
3.4.4	Avbøtende tiltak mot tilførsel av organisk materiale til havbunnen	37
3.4.5	Avbøtende tiltak mot deponering av tomme skjell/begroing på havbunnen ..	37
3.4.6	Avbøtende tiltak mot endringer i bunnstrømmer og hydrografiske forhold ..	38
3.4.7	Avbøtende tiltak mot elektromagnetiske felt	38
3.4.8	Avbøtende tiltak mot spredning av mikroplast på havbunnen	39
3.4.9	Betraktninger om forbedrende tiltak	39
4	DEL 2: METODER	41
4.1	Arbeidsflyt og trinn benyttet i denne utredningen	41
4.2	Innsamling av data	42
4.2.1	Grunnleggende sedimenttyper, bunntopografi og oseanografiske forhold ...	42
4.2.2	Næringsaktiviteter	42
4.2.3	Oseanografiske endringer	42
4.2.4	Bunnfauna og naturtyper	43
4.3	Prinsipper for konsekvensvurdering	44
4.4	Identifisering av relevante miljøverdier	45
4.4.1	Generelt	45
4.4.2	Sårbare naturtyper	45
4.4.3	Vanlig bløtbunn	50
4.4.4	Kommersielt høstede arter	51
4.4.5	Økosystem funksjoner	52
4.5	Delområder og verdisetting	53
4.5.1	Delområder	53
4.5.2	Verdisetting	53
4.6	Vurdering av grad av påvirkning	58

4.6.1	Nullalternativ og referanseprosjekt	58
4.6.2	Kriterier for påvirkning og skala	59
4.7	Konsekvenssetting	64
4.7.1	Usikkerhet	65
5	DEL 3. OMRÅDESPESIFIKK INFORMASJON OG VURDERING AV ENKELTOMRÅDER	68
5.1	Vestavind B.....	68
5.1.1	Sammendrag: Vestavind B	68
5.1.2	Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind B	69
5.1.3	Verdivurdering og delområder: Vestavind B.....	72
5.1.4	Påvirkningsgrad i Vestavind B.....	74
5.1.5	Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind B	77
5.1.6	Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper med avbøtende tiltak	80
5.1.7	Kunnskapsmangler: Vestavind B	80
5.2	Vestavind F.....	82
5.2.1	Sammendrag: Vestavind F	82
5.2.2	Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind F	83
5.2.3	Verdivurdering og delområder: Vestavind F	87
5.2.4	Påvirkningsgrad i Vestavind F.....	90
5.2.5	Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind F.....	96
5.2.6	Kunnskapsmangler og forslag til tetting av kunnskapshull: Vestavind F	101
5.3	Sørvest F.....	102
5.3.1	Sammendrag: Sørvest F	102
5.3.2	Områdebeskrivelse og nullalternativ: Sørvest F	103
5.3.3	Verdivurdering og delområder: Sørvest F.....	108
5.3.4	Påvirkningsgrad i Sørvest F.....	110
5.3.5	Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper: Sørvest F	114
5.3.6	Kunnskapsmangler og anbefalinger: Sørvest F	119
6	DEL 4: BETRAKTNINGER OM SAMLEDE VIRKNINGER	120
6.1	Begrensninger og usikkerhet i utredningen	120
6.1.1	Oppsummerte begrensninger	120
6.1.2	Valg av teknologi	120
6.1.3	Indirekte effekter.....	121
6.1.4	Avbøtende tiltak	121
6.2	Samlede virkninger og storskalaeffekter	121
6.2.1	Samlede virkninger	122
6.2.2	Storskala utbygging og konsekvens for naturmangfold.....	122
6.2.3	Storskala utbygging og risiko for introduksjon og spredning av fremmede arter	122
6.2.4	Virkninger fra havvind på økosystem	123
7	REFERANSER.....	125
8	VEDLEGG	136

2 Forord og takk

En arbeidsgruppe ledet av Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) har identifisert 20 områder på norsk sokkel for utredning av etablering av havvind (Figur 1). Dette er områder som er teknisk egnet for havvind, og hvor interessekonfliktene er forventet å være relativt få. I den videre prosessen skal det gjennomføres grundige strategiske konsekvensutredninger for å snevre inn antall og utstrekning av områdene ytterligere.

Akvaplan-niva ble i samarbeid med Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) tildelt oppdraget med å foreta en fagutredning om virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper i henhold til utredningsprogrammet fastsatt av Energidepartementet (ED) 14. september 2023. 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

Fagutredningen vurderer i de innledende kapitlene virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper generelt, og i andre del vurderes virkningene for Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F (Figur 1). Vurderinger for de øvrige 17 områdene følger i en egen rapport. Prinsippene i naturmangfoldloven kapittel II (Alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk) ligger til grunn for arbeidet. Spesielt hensyn tas til §§ 8-10 (dvs. kunnskapsgrunnlaget, føre-var prinsippet, økosystemtilnærming og samlet belastning).



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. Øvrige utredningsområder ligger nord for kartutsnittet.

Forfattergruppen takker NVE for tildeling av denne oppgaven. Vi retter en spesiell takk til seniorrådgiver Ingvild Andersson for mange nyttige kommentarer til tidligere utkast av denne rapporten. Fiskeridirektoratet og Miljødirektoratet (omtalt i alfabetisk rekkefølge), har også bidratt med kommentarer.

3 Del 1: Kunnskapsgrunnlag

Norske havområder dekker et areal på cirka 1,6 millioner kvadratkilometer. Havbunnen i området er like variert som landjorden, og rommer flate sletter, fjellvegger, groper, dyprenner, pløyespor fra isfjell og israndsavsetninger. På grunn av størrelsen på arealet og de høye kostnader knyttet til utforskning og kartlegging i havet er det stor variasjon i vår kunnskap om miljøforholdene på havbunnen i ulike deler av de norske havområdene.

Data om havbunnens fysiske miljø og tilknyttede biologiske ressurser og samfunn samles inn og lagres av bl.a. Havforskningsinstituttet (f.eks. Mareano kartleggingsprogrammet) og andre institusjoner. Det foregår utstrakt internasjonalt samarbeid om kartlegging og oppbygging av kunnskap om havet i regi av bl.a. OSPAR (Oslo Paris konvensjonen) og ICES (det internasjonale råd for havforskning), samt Arktisk Råd.

3.1 Om bunnsamfunn og naturtyper

Begrepene *bunnsamfunn* og *naturtyper* henger tett sammen brukes ofte om hverandre i ulike sammenhenger. I denne utredningen omtales disse ofte samlet, men i utgangspunktet betraktes begrepet *bunnsamfunn* som mest fokusert på artssammensetningene generelt mens *naturtyper* omfatter spesifikke og forhåndsdefinerte habitater, med karakteristiske tilknyttede arter.

I havet skiller en mellom pelagialen, som er de frie vannmassene fra havoverflaten og ned til bunnen, og det bentiske miljøet som dekker forhold på og i havbunnen. Arter/artsgrupper og naturtyper som er permanent tilknyttet havbunnen omfatter blant andre:

- Bevegelige evertebrater, som børstemark, pigghuder (sjøstjerner, slangestjerner og sjøpølser), krepsdyr, snegler og muslinger. Disse lever enten på sedimentoverflaten eller nedgravd i substratet.
- Fastsittende organismer som svamp, koraller og sjøfjær, som enten danner seg et festeorgan (nærmest som en rot) som fungerer som et anker i bløtbunn, eller vokser permanent på hardt substrat som fjell eller stein. Disse kan ikke forflytte seg og de fleste er avhengig av filtrerende organer for å ta opp næring. Disse er derved sårbare ovenfor sedimentforstyrrelser og oppvirvling av materiale. Av disse er følgende definert som sårbare naturtyper:
 - Svampehabitater (svampspikkelbunn og svampskog)
 - Sjøfjær og gravende megafauna
 - Korallhabitater (korallrev og korallskog)

Disse organismene forekommer over store deler av norsk sokkel, men tas spesielt hensyn til når de forekommer tallrikt eller som større, habitatdannede forekomster. Disse organismene står på OSPAR liste av truede eller synkende habitater og Norske rødliste for naturtyper.

Evertebrater som er permanent knyttet til havbunnen omtales som bunnlevende/bentiske dyr (bentos eller bentiske faunasamfunn). En rekke arter er knyttet til havbunnen, men lever også delvis i vannmassene, avhengig av enten døgnrytme, beite- eller under parring. Disse omfatter både evertebrater (virvelløse dyr) og en rekke fisk (virveldyr/vertebrater). Eksempler på disse er:

Hyperbentos: en rekke dyr, for eksempel krepsdyrene pungreker (Crustacea: Peracarida – Mysida), lever delvis på havbunnen og delvis i den pelagiske sonen. Disse skaffer seg mat

både på havbunnen (detritus, bunndyr og evt. alger (Rudstam m.fl. 1989; Viherluoto m.fl. 2000)) og i de frie vannmassene (Ogonowski m.fl. 2013; Viherluoto m.fl. 2000; Viherluoto 2001). Noen arter av hyperbentos er kommersielt viktige (se 4.4.4).

Pelagiske stadier av bunnlevende evertebrater: De fleste grupper av bunnlevende evertebrater (for eksempel børstemark, pigghuder, muslinger) omfatter arter som formerer seg ved å slippe enten egg, larver eller juvenile stadier i vannmassene (se for eksempel Nishizaki og Ackerman, 2019). Disse spres i vannmassene før de etter en tid bunnsår og etablerer seg som en permanent del av bunnsamfunnene. Tidspunktene for denne formen for formering vil variere mellom de ulike artene og kan også være påvirket av miljøforholdene.

Bentiske stadier av pelagiske evertebrater: Noen pelagiske evertebrater (for eksempel maneter) har faser i sine livssykluser der de oppholder seg på havbunnen. Mange av manet-artene, bl.a. brennmaneter som tilhører hovedgruppen stormaneter (Scyphozoa). Disse har en kompleks livssyklus med pelagiske former som reproduserer seg både seksuelt og aseksuelt, reproduserende polypper eller juvenile stadier som befinner seg på eller i bunnsedimentet (Lucas m.fl. 2012).

Kommersielle krepsdyr: Det finnes flere bunnlevende evertebrater som er av kommersiell verdi. Viktige kommersielle arter en kan forvente i utredningsområdene for havvind er:

- Atlanterhavs- eller dypvannsreke (*Pandalus borealis*)
 - Disse oppholder seg på havbunnen, men kan også svømme i vannmassene i ulike livsfaser samt som fluktrespons.
 - Disse også kan vander opp på grunnere vann i forbindelse med gyting og har vertikal forflytning gjennom døgnet
- Sjøkreps (*Nephrops norvegicus*)
 - Disse er mobile, og graver og lever i omfattende tunnelsystemer i bløtbunn.
- Hummer (*Homarus gammarus*)
 - Hummer forekommer hovedsakelig på hardbunn med stein og grus med steder å gjemme seg på relativt grunt vann.
- Kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*)
 - Kongekrabbe forekommer per i dag stort sett i de nordligste delene av utredningsområdene. Disse er store og mobile individer.
- Taskekrabbe (*Cancer pagurus*)
 - Disse er kjent fra grunt vann langs den norske kysten, men kan også forekomme i dypere farvann.

Bløtdyrene kamskjell, østers og blåskjell har også en kommersiell interesse knyttet til seg men er ikke inkludert i denne vurdering.

Fisk: mange fiskearter lever hele eller deler av sin livssyklus tilknyttet havbunnen, enten på havbunnen eller til dels nedgravd i sediment. Flere arter lever også i le av for eksempel større korallforekomster, langs fjellskråninger og eller der det er heterogent habitat med gode skjulesteder. Vi har valgt å omtale bunntilknyttet fisk i delutredningen «Fagutredning om virkninger av havvind på de frie vannmasser» (Siwertsson m.fl. 2024). Det vises til denne rapporten for vurdering/mer informasjon om fisk og organismer i de frie vannmassene. De viktigste bunnfiskene omfatter:

- Tobis eller silfamilien (Ammodytidae). Tobis lever nedgravd i sedimentet, men periodevis svermer den opp i vannet. I Norge finnes følgende arter:
 - Uflekkt storsil (*Hyperoplus immaculatus*)

- Storsil (*H. lanceolatus*)
- Glattsil (*Gymnammodytes semisquamatus*)
- Havsil (*Ammodytes marinus*)
- Småsil (*A. tobianus*)
- Uerfamilien (Sebastinae). Disse lever typisk i skjul ved for eksempel større korallforekomster, langs fjellskråninger og ellers der det er heterogent habitat med gode skjulesteder. Yngelen lever pelagisk og kan denne tette stimer. Lusuer kan forekomme helt opp til lavvannsmerket, mens øvrige uer-arter forkommer på dyp større enn ca. 100 meter. Følgende arter finnes i norske farvann:
 - Vanlig uer (*Sebastes norvegicus*) – oppført som sterkt truet på Norsk rødliste for arter siden 2010.
 - Snabeluer (*Sebastes mentella*)
 - Lusuer (*Sebastes viviparus*)
 - Blåkjeft (*Helicolenus dactylopterus*)
- Flatfisk, som stort sett lever på havbunnen eller til dels nedgravd i sedimentet:
 - Smørflyndre (*Glyptocephalus cynoglossus*)
 - Gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*)
 - Sandflyndre (*Limanda limanda*)
 - Kveite (*Hippoglossus hippoglossus*)
 - Blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*)
 - Lomre (*Microstomus kitt*)
 - Skrubbe (*Platichthys flesus*)
 - Rødspette (*Pleuronectes platessa*)

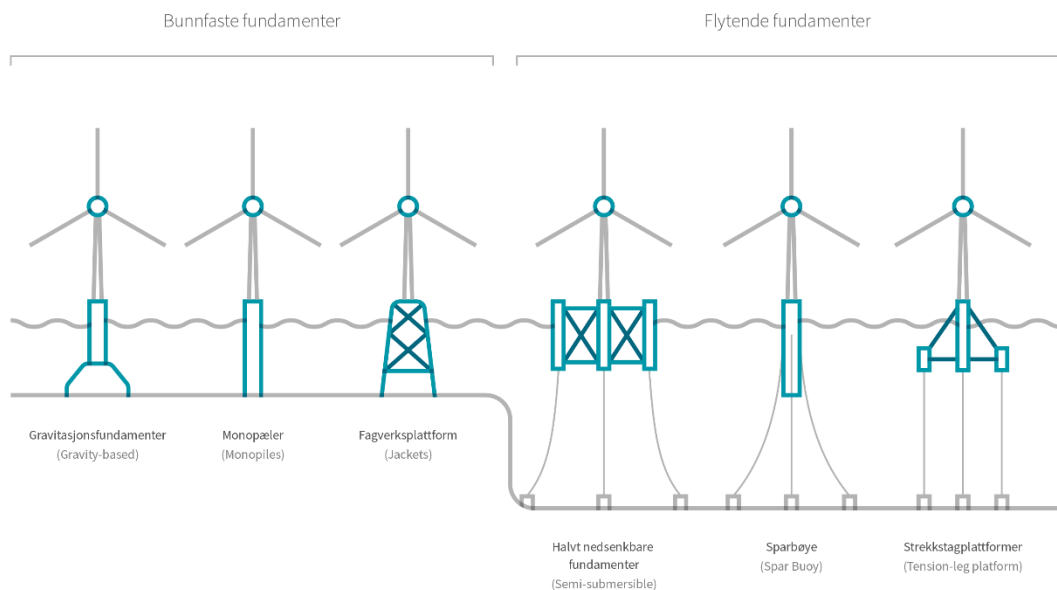
Bunnfaunaen er et viktig ledd i det marine næringsnettet. Bunnfauna er byttedyr for annen bunnfauna, for bunntilnyttet fisk, og i høyarktiske områder også for hvalross (*Odobenus rosmarus*) og storkobbe (*Erignathus barbatus*). Hvalross og storkobbe finnes rundt Svalbard, men er svært sjeldne langs norskekysten.

Blant de kommersielle fiskeartene er det torsk og hyse som har bunnfauna som en del av sin svært varierte diett, mens arter som steinbit og flyndrene rødspette, smørflyndre og lomre nesten utelukkende spiser bunndyr.

3.2 Fortøyningsløsninger på havbunnen for offshore vind

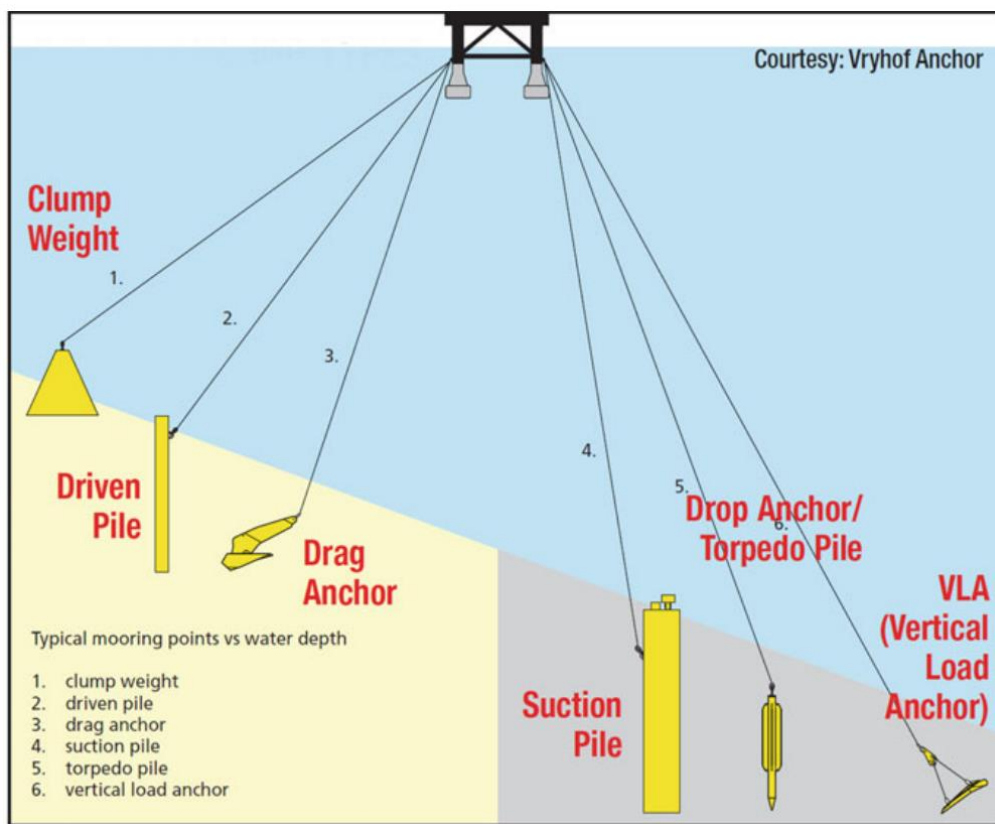
Vindturbiner er enten forankret til eller fundamentert direkte i havbunnen. Fysisk påvirkning fra montering og tilstedeværelse er den langt mest betydningsfulle miljøpåvirkning på bunnfauna og bunnhabitat. Derfor er forståelse av arealbehov og påvirkning fra de mest aktuelle forankrings- og fortøyningsløsningene viktig.

For fundamentering av offshore vindturbiner brukes enten bunnfaste konstruksjoner eller ulike fortøyningsløsninger for flytende turbiner (Figur 2). Flytende turbiner er stort sett forankret i havbunnen med tre til seks fortøyningslinjer med hvert sitt anker. Ulike tekniske operasjoner sett i sammenheng med bunnhabitater er omtalt i Offshore Norge (2024).

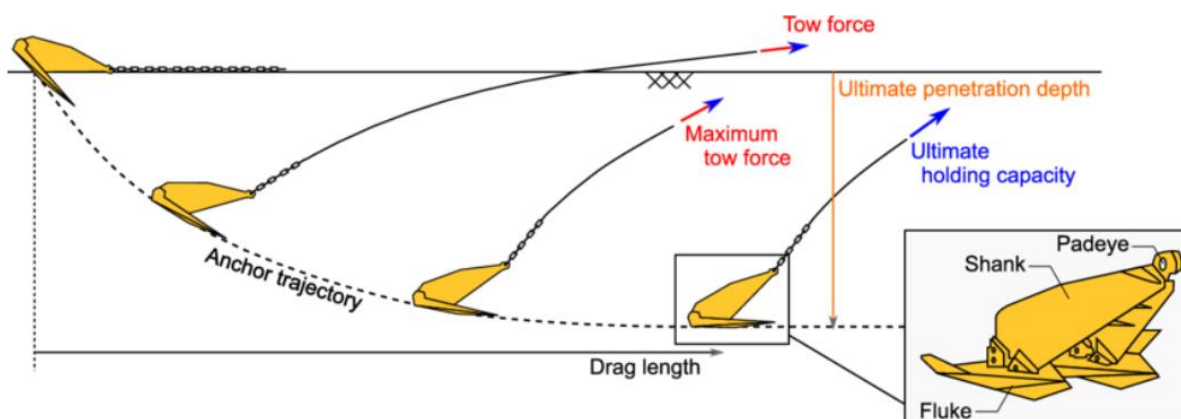


Figur 2. Ulike løsninger for fundamentering av vindturbiner, med bunnfaste konstruksjoner til venstre og flytende turbiner til høyre. Kilde: NVE.

Hvilken ankertype som benyttes avhenger blant annet av vanndybde og sedimenttyper Figur 3. I denne rapporten tas det utgangspunkt i at det brukes ploganker der hele eller deler av selve ankeret havner under sedimentoverflaten (Figur 4). Ploganker er per i dag vurdert som den mest økonomisk lønnsomme teknologien, samt at de kan anvendes på flere ulike bunntyper (Multiconsult og Meventus, 2024). På engelsk omtales disse som "drag anchor".

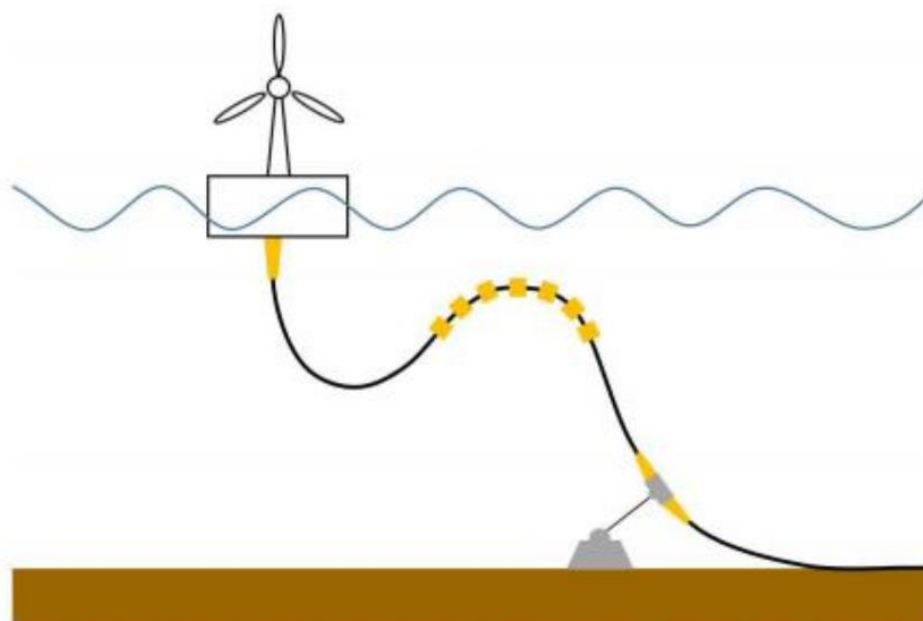


Figur 3. Ulike typer av ankerløsninger, og deres anvendelse relatert til vanndybde (grunnest vann til venstre; dypere til høyre). Kilde: Vryhof Anchor og vist i Offshore Magazine; gjengitt i Khalifeh og Saasen (2020) også i Multiconsult og Meventus (2024). Figuren er beholdt på engelsk.



Figur 4. Konseptuell skisse over installasjon av ploganker i bløtbunn. Kilde: Cerfontaine m.fl. 2023. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801823007114?via%3Dihub>

Det tas utgangspunkt i at det festes en kraftig kjetting til selve ankeret, som vil ligge i ro på havbunnen. Denne kjettingen kobles til fortøyningslinen, som i utgangspunktet er flytende (Figur 5). Fortøyningslinen vil berøre havbunnen under "prelay" fasen av installasjon, der disse strekkes ut på havbunnen før turbinene installeres. Etter at oppkoblingen er gjennomført vil ikke denne delen av fortøyningslinen berøre havbunnen.



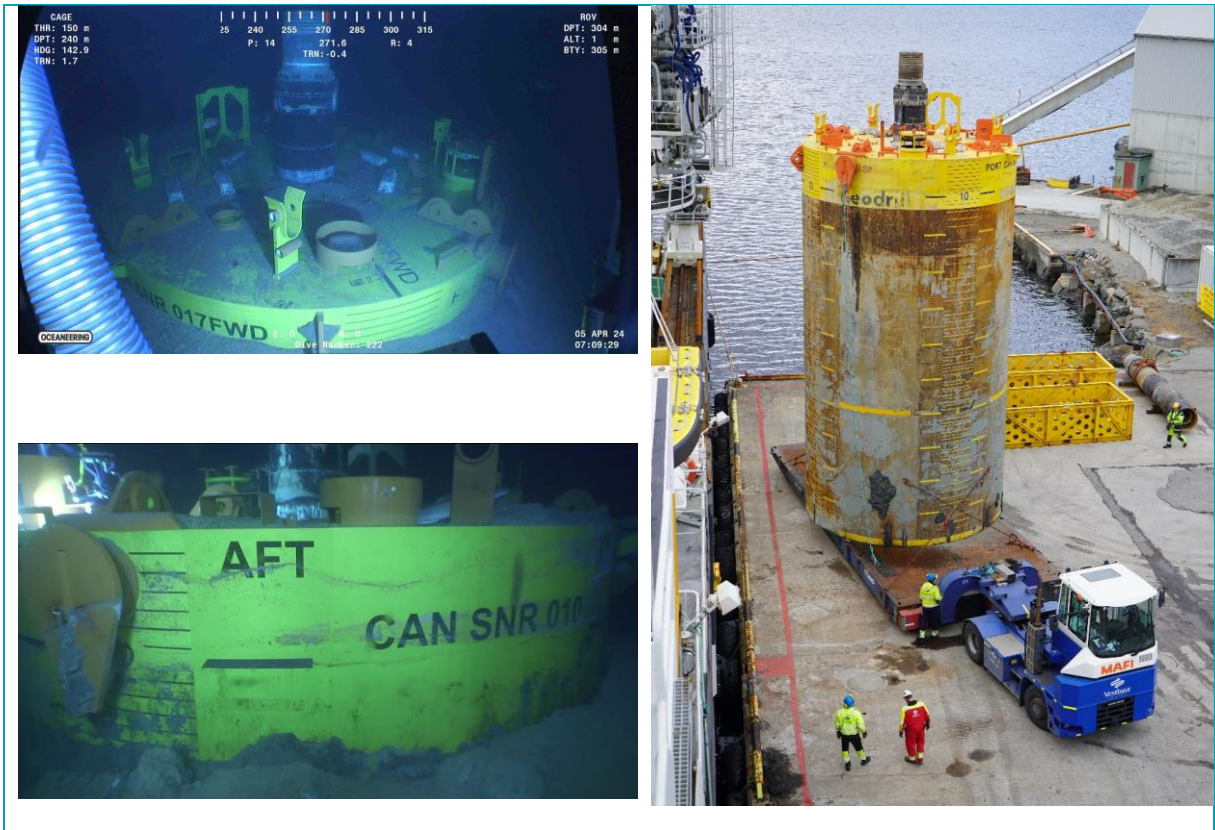
Figur 5. Konseptuell skisse av fortøyningsløsning for flytende vindturbin. Kilde: Energy Global Magazine: Summer 2020. Hentet fra <https://issuu.com/palladianpublications/docs/energyglobal-summer-2020?fr=sYTRkYzE3NjE3NzA>

De enkelte vindturbiner kobles til feltinterne kabler, som igjen kobles sammen via en trafo eller manifold til eksportkabelen som fører strømmen til land. For å beskytte både feltinterne kabler og eksportkabelen mot fysisk skade vil disse som oftest bli nedgrøftet eller tildekket med grus eller stein (Figur 6).



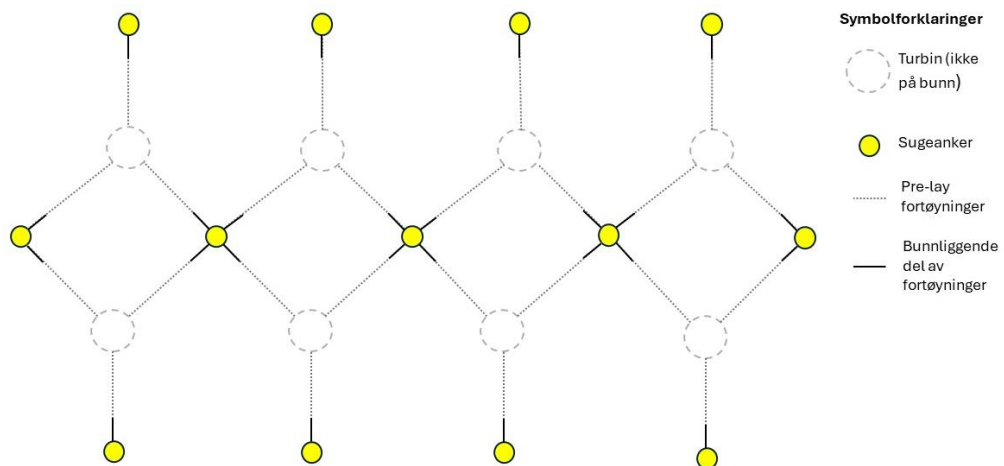
Figur 6. Eksempel på bunnfaste turbininstallasjon med kabel. Kilde: Trelleborg; gjengitt i Energy Global Magazine, Sommer 2020. Merk at her er kablen ikke tildekket, til illustrasjonsformål.

Ved noen flytende turbiner (for eksempel på Hywind Tampen) brukes sugeanker istedenfor plogankere (Figur 7). Ved bruk av sugeankre kan hver flytende vindturbin bli fortøyd til tre sugeankere (Figur 8), men dette kan variere mellom anleggene. Dimensjonene og vekten av ankre er tilpasset størrelsen på turbinen(e) de skal sikre, men veier vanligvis 100 - 200 tonn, er rundt 8 m i diameter og 10-12 meter høye. Lokket som blir igjen på sedimentoverflaten når ankeret er satt ned rager ca. en meter over sedimentoverflaten. Sugeankeret presses ned i havbunnen ved at det suges gjennom slangen med et trykk som er tilpasset infrastrukturen samt sedimentets beskaffenhet. Ved eventuelt behov for fjerning eller flytting av ankerene trykkes de opp og ut av sedimentet ved at det pumpes vann inn under lokket.



Figur 7. Sugeanker benyttet ved en leteboring etter hydrokarboner. Bildene viser før (venstre øverst) og ved påbegynt heving (venstre nederst) og etter lossing på land (høyre). Merk at dette er en Conduction Anchor Node (CAN), men prinsippet vil være veldig likt det som anvendes til forankring av flytende vindturbiner. Bilder: (venstre) Oceaneering AS og (høyre) Sabine Cochrane. Bildene gjengis med tillatelse fra operatøren.

Sugeankere er dyrere enn plogankere og mer tidskrevende å installere. Derimot kan sugeankere dimensjoneres slik at flere turbiner kan dele samme anker, istedenfor at hver turbin har tre dedikerte plogankere (Figur 8). Dette prinsippet gjelder også for "torpedoanker" – eller andre former som ikke er avhengig av en bestemt dragretning for fortøyningene.



Figur 8. Hypotetisk konfigurasjon av åtte flytende vindturbiner forankret med 14 sugeankre. Gule sirkler representerer permanente sugeankere. Svarte linjer indikerer bunnliggende deler av fortøyninger, som vil ligge fast under turbinenes levetid. Merk at samme prinsippet vil gjelde for torpedoanker. Figuren er ikke tegnet til skala. Kilde: denne rapporten.

3.3 Potensielle virkninger av havvind på bunnsamfunn og naturtyper

Det er gjennomført en litteraturstudie med fokus på nyere studier, som skal supplere og oppdatere kunnskapsgrunnlaget som allerede er gjengitt på NVEs nettsider. Vi har identifisert følgende hovedkategorier av mulige kilder til virkninger fra havvind på bunnsamfunn og naturtyper:

- Direkte fysiske forstyrrelser og tap av habitat
- Kunstig rev effekt/ fremmede arter
- Tilførsel av organisk materiale til havbunnen
- Tomme skjell på havbunnen
- Endringer i lokale vannbevegelsesmønstre og hydrografiske forhold
- Elektromagnetiske felt
- Mikroplast

En mulig "positiv" effekt på bunnsamfunn kan oppstå om et område der det før etablering av havvind foregår fiskeri med bunn-berørende redskap, stengt for slik aktivitet som følge av havvinnanlegget.

3.3.1 Direkte fysiske forstyrrelser og tap av habitat

Påvirkninger fra anker/fundamenteringer

De fleste fysiske virkninger på havbunnen vil oppstå ved installasjon av ankere og påfølgende tap av habitat, samt eventuell midlertidig oppvirvling av sedimentene. Påvirkningene vil være størst i installasjonsfasen og det ventes ikke vesentlige videre forstyrrelser i driftsfasen.

Bunndyr som oppholder seg der ankere, kjettinger eller kabler plasseres vil gå tapt. Ettersom plogankere vil synke ned i sedimentene, kan det forventes en viss grad av rekolonisering etter installasjon. Likevel vil dette ta mye lengere tid for langlevde arter som svamper og koraller, sammenlignet med samfunn som består av arter med kortere livsløp (se for eksempel Buhl-Mortensen m.fl. 2015 og Coates m.fl. 2016, Buhl-Mortensen m.fl., 2015; Bergman m.fl. 2015 og Todd m.fl. 2015).

For bunnfaste anlegg vil fundamentering og tilsvarende tildekning av kabler osv, være hovedkilden til habitattap og fysiske forstyrrelser. Utplassering av fortøyningsløsninger på havbunnen i forkant av installering av anlegget kan ha noen mindre og midlertidige effekter, for eksempel lokal komprimering av sedimentene.

Eksportkabler (flytende og faste turbiner)

Kabler som transporterer elektrisitet fra vindturbinene, vil ha sammenlignbare virkninger på bunnfauna og bunnmiljø for både flytende og bunnfast havvind. I begge tilfeller vil kabeltraséen gå langs eller i havbunnen til land og medføre fysisk forstyrrelse av sediment, habitater og arter under installasjon (dvs. nedgraving eller tildekning).

Merk at omfang av påvirkninger fra eksportkabler vurderes ikke i denne utredningen, da lengden og dimensjoner av kablene vil variere i stor grad avhengig av anleggenes plassering. Se kriterier for referanseprosjektet i seksjon 4.6.1.

Støy og vibrasjoner.

Støy og vibrasjoner som når havbunnen vil hyppigst forekomme ved installasjon av bunnfaste anlegg. Virkningene av støy og vibrasjoner på bunnlevende evertebrater og bunnsamfunn er langt fra så godt kjent som for fisk og pattedyr (se for eksempel He m.fl. 2023, Huang m.fl. 2023, Popper m.fl. 2022). Det er imidlertid åpenbart at for arter som bruker lyd eller trykkbølger som kommunikasjonskanal kan undervannsstøy føre til endring i deres adferds- eller vandringsmønstre. Utbredelsen av støy vil variere etter teknologien brukt, men det har vært påvist støy fra 700 meter til 2000 meter fra pågående installasjon av turbiner (Matuschek & Betke 2009; Han & Choi 2022).

Marine bunndyr har ikke svømmeblære, og er ikke kjent for å bruke akustisk kommunikasjon. Derfor er virkninger av undervannsstøy for bunnfauna eller bunnsamfunn ikke vurdert videre.

Sedimentoppvirvling

Installasjon av ankere vil nødvendigvis føre til en del oppvirvling av bunnsediment, noe som vil gi en sky av sediment i vannsøylen nær installasjonen (dvs. midlertidig økt turbiditet i bunnvannet). Dette kan også lokalt føre til frigjøring av både organiske og uorganiske stoffer fra sedimentet, slik at sedimentets beskaffenhet forandres lokalt (Guşatu m.fl. 2021).

Slike sedimentskyer kan ha negativ påvirkning på organismer som er følsom for tildekking eller tilstopping ("clogging") av filtrerings- eller respirasjonsorganer, for eksempel svampehabitater, korallskog og korall/biogene rev (se for eksempel Guşatu m.fl. 2021). Generelt vil sedimentoppvirvling og omflytting være av kort varighet, men vil oppstå ved hver eneste anker slik at belastning fra flere enkelepisoder kan medføre målbare habitatforandringer. Resuspensjon av sedimenter kan potensielt frigjøre organisk karbon som ellers ville ha blitt bundet i havbunnen, noe som har vist seg å kunne påvirke det samlede karbonbudsjettet for aktiviteten (Heinatz & Scheffold 2023).

Fjerning av sediment

Ved fjerning av sediment fra havbunnen, for eksempel ved mudring eller grøfting for legging av kabler, medfører tap av habitat. Definisjonen av referanseprosjektet oppgitt av NVE (se seksjon 4.6.1) tilsier at hverken installasjon eller drift av offshore vindanlegg (hverken flytende eller bunnfaste) vil medføre behov for fjerning av sedimenter. Denne mulige påvirkningsfaktoren omtales derfor ikke nærmere i denne utredningen.

Kjemisk forurensning

Forurensende stoffer kan (etter søknad eller ved uhell) slippes ut i det marine miljøet under peling eller nedgraving av kabler i bunnen. Noen av disse kan ha uønskede effekter på bunnsamfunn ved direkte eksponering (Blake m.fl. 2022). For eksempel brukes borevæsker i pæleprosessen ved bunnfast teknologi, og noe av disse kan inneholde fluorforbindelser (per- og polyfluoralkylstoffer (PFAS)) eller hydrokarbonbasert borevæske. Begge stofftypene binder seg til sedimentpartikler og kan potensielt bli værende i sedimentene i lang tid, og evt. komme inn i næringskjeden via sedimentpisende fauna (Blake m.fl. 2022).

Det er lat til grunn at offshore installasjonsvirksomhet av havvind vil være underlagt nøye og streng kontroll, slik at forurensning som påvirkning fra havvind ikke vil omtales nærmere i denne utredningen.

Kort oppsummert:

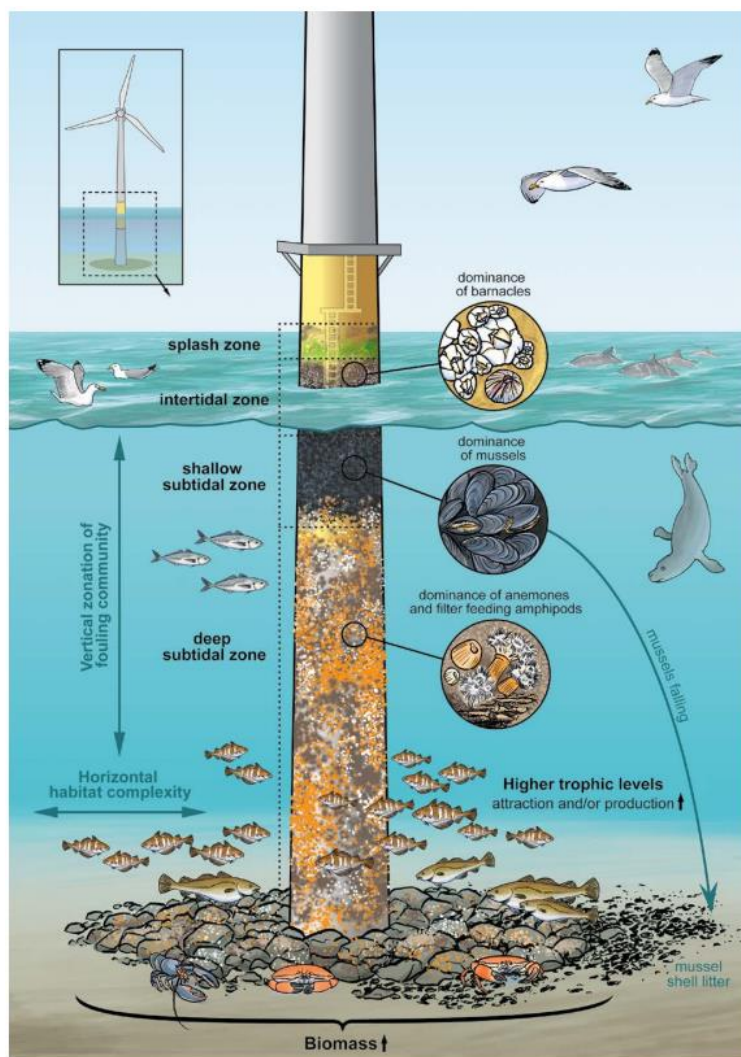
Etablering og drift av havindturbiner kan forårsake en rekke fysiske forstyrrelser på miljøet på havbunnen.

I denne utredningen fokuseres det på **fysisk forstyrrelse av havbunnen ved installasjon av ankere** (flytende teknologi) og turbinfundamenter.

3.3.2 Kunstig rev effekt

I likhet med alle andre menneskeskapte strukturer som plasseres i havet gir havvindstrukturer (turbinsøyler, fundamenter, ankere, skurringsbeskyttelse, kjettinger og kabler) nye habitater for fastsittende marine organismer (Airoldi m.fl. 2015). Larver og tidlige livsstadier spres med havstrømmene i organismenes pelagiske fase, og koloniserer ("begror") strukturene (Kerckhof m.fl. 2011; De Mesel m.fl. 2015; Degraer m.fl. 2020). I tillegg benytter mobile bentiske eller bentisk-pelagiske arter (som krabber og fisk) seg ofte av slike strukturer for skjul, næringssøk og gyting, både de kunstige strukturene i seg selv og harde substrater skapt av begroingsartene (f.eks. blåskjell *Mytilus edulis*) (Wilhelmsson & Langhamer 2014; Krone m.fl. 2017; Degraer m.fl. 2020) (Figur 9).

Flere tiår med forskning i Nordsjøen har vist at offshore O&G installasjoner skaper nye habitater i åpne havområder. Dette er dokumentert å påvirke artssammensetningen og trofiske interaksjoner (van der Stap m.fl. 2016; Degraer m.fl. 2020; Mavraki m.fl. 2021). Dette kan føre til at artenes og habitatenes funksjon endres, noe som igjen kan få konsekvenser for de omkringliggende økosystemene. Økte muligheter for næringssøk og gyting for arter der det tidligere ikke fantes noen eller bare noen få, kan føre til at artene oppholder seg i området i større grad enn naturlig (Reubens m.fl. 2014; Mavraki m.fl. 2021; Buyse m.fl. 2023). Effekter kan også omfatte en økning i mengden pelagisk karbon som avsettes på havbunnen (De Borger m.fl. 2021, Mavraki m.fl. 2022).



Figur 9. Etablering av faste installasjoner i åpne havområder som koloniseres av en rekke organismer kan fungere som "kunstige rev" og tiltrekke seg predatorer som fisk og sjøpattedyr (Degraer m.fl. 2020).

Det meste av kunnskapen om effekten av kunstige rev kommer fra den sørlige, grunne delen av Nordsjøen (grunnere enn ca. 30 meter) og er derfor mest relevant for de faste turbinanleggene som planlegges i norske områder av Nordsjøen (utredningsområdene kalt Sørvest A-F). I slike områder forventes etablering av rur og makroalger i de øvre overflatelagene, etterfulgt av blåskjell og anemoner, slik det er funnet på installasjoner sør i Nordsjøen (van der Stap m.fl. 2016; Degraer m.fl. 2020). Begroing av kabler og kjettinger er dokumentert for Hywind Scotland (Karlsson m.fl. 2021) - et flytende vindanlegg på relativt dypt vann (ca. 100 meter). Dette tyder på at flytende anlegg i norske farvann også vil bli utsatt for begroing. Her kan hardkoraller som Øyekorall (*Desmophyllum pertusum*) vokse på installasjoner på større dyp, slik det er observert på mange olje- og gassplattformer gjennom flere tiår (Henry m.fl. 2018). Det er sannsynlig at et område opptil flere hundre meter fra strukturene kan påvirkes, slik det er observert rundt rørledninger i Nordsjøen utenfor Norge hvor bentisk-pelagisk fisk samler seg (Rouse m.fl. 2018). Fastsittende bentiske begroingsarter også kan påvirke økosystemer gjennom å være spredningspunkt for larver.

Kabler avgir elektromagnetiske felt og varme som kan påvirke hvilke arter som kan slå seg ned på dem. Det er noe som tyder på at pulserende elektromagnetiske felt gjennom kablene kan hindre begroingsorganismer i å etablere seg. Dette er avhengig av blant annet hvilke typer kabelmaterialer som brukes og hvor mye strøm som genereres av turbinene og anlegget

som helhet. Det samme gjelder temperaturpåvirkning. I dag kan strømkabler for havvind generere over 50 grader Celsius (Exizidis m.fl. 2015). Etter tre års drift ble det likevel funnet en rekke begroingsorganismer på strømkablene ved Hywind Scotland, der rur, flerbørstemark og anemonen *Metridium senile* var de dominerende artene (Karlsson m.fl. 2021). Dette tyder på at linjekabler kan ventes å bli utsatt for begroing på samme måte som ankerkabler. Det er imidlertid behov for flere studier for å klarlegge forholdet mellom elektromagnetiske felt, temperatur og begroing med påvekst-organismer.

I terrestriske og bynære kystsoner er det i økende grad implementert "naturbaserte løsninger" for å føre påbygde områder tilbake til en mer naturlig tilstand (også omtalt som villgjøring). Slike løsninger er også vurdert og delvis tatt i bruk for vindturbiner, for eksempel ved å inkludere tilleggsstrukturer som fungerer som kunstige rev. (Pardo m.fl. 2023). Også sameksistens med akvakultur (f.eks. tare dyrking) innenfor vindkraftanlegg (Maar m.fl. 2023) vil gi ytterligere kompleksitet til rev-effekten og artsinteraksjoner (Bekkby m.fl. 2023). I denne utredningen tas det utgangspunkt at det gjøres minst mulig inngrep i det eksisterende miljøet.

Per i dag finnes det lite målrettet forskning på hvordan vindanlegg vil fungere som kunstige rev, og heller ikke på kunstige rev-effekter rundt flytende anlegg på dypere vann enn Hywind Scotland (ca. 100 meter). Det er videre ulike oppfatninger om hvilke effekter som oppfattes som positive og hvilke som negative (Pardo m.fl. 2023).

Kort oppsummert:

Vindturbiner i åpent hav fungerer som en serie kunstige gruntvanns-/hardbunnshabitater i de øvre vannmassene. Dette er nye habitat som ikke har vært i slike områder tidligere, og blir gjerne kalt for kunstige rev. Mulige effekter av kunstige rev er:

- Etablering av fast substrat som gir mulighet for påslag og vekst av begroingsorganismer
- Strukturene i seg selv utgjør skjul og ly for bevegelige organismer
- Interaksjoner mellom og effekter på ulike arter er komplekse og kan oppstå på både lokal skala (innenfor det enkelte havvindanlegget) og i tilgrensende områder

3.3.3 Tilførsel av organisk materiale til havbunnen

Alle harde strukturer som plasseres i sjøen vil over tid bli begrodd med påvekstorganismer (Hutchison m.fl. 2020), og per i dag finnes det ikke effektive tiltak for å hindre påvekst på offshore vindturbiner.

Mange påvekstorganismer er filtrerende dyr som tar opp partikler fra vannmassene. Dette organiske materialet slippes så ut i havet igjen som avføring eller løsrevet biomasse (deler av eller hele dyret) og synker ned til bunnen. Høye tettheter av filtrerende dyr fører dermed til økt lokal avsetning av organisk materiale på havbunnen, og en oppbygging av organisk karbon i det øvre sedimentlag (De Borger m.fl. 2021, Ivanov m.fl. 2021). Havvindstrukturer kan også påvirke strøm- og vannbevegelse nær bunnen, noe som ved reduksjon i vannbevegelse vil føre til redusert partikkelstørrelse og økt avsetning av organisk materiale på havbunnen nær vindturbinene (Coates m fl. 2014, Lefaible m.fl. 2023).

Økt tilførsel av organisk materiale til havbunnen i nærheten av vindturbinene kan føre til endringer i artssammensetningen av bunndyr, og ved større mengder kan det lokalt oppstå oksygenfattige forhold. Studier fra Nordsjøen viser at tetthet og arts mangfold av bunndyr øker nær vindturbinene sammenlignet med områder lenger unna (Coates m.fl. 2014, Coolen m.fl. 2022, Lefaible m.fl. 2023). I tillegg til økt avsetning av organisk karbon på bunnen nær turbinene, kan den effektive filtreringen til påvekstorganismene samtidig føre til redusert avsetning av organisk karbon i områder flere kilometer nedstrøms for vindturbinene (Ivanov m.fl. 2021).

Etablering av et havvindanlegg kan altså føre til økte tilførsler av organisk materiale nærme anlegget og reduserte tilførsler lenger unna. De økologiske effektene av organisk anriking på havbunnen vil variere avhengig av anleggets design (fast eller flytende, type fundament), vanndyp og geografiske beliggenhet. Alle relevante undersøkelser er fra grunne havvindanlegg (< 50 m vanndyp), mens flere av havvindanleggene på norsk sokkel planlegges i områder med flere hundre meters dyp. Det er sannsynlig at det organiske materialet vil spres over et større område ved de dype havvind-anleggene. Samtidig er økosystemet på bunnen tilpasset lavere tilførsel av organisk materiale enn grunne og kystnære områder, så effekten på bunndyrsamfunnet kan likevel være av betydning.

Kort oppsummert:

Organiske partikler som tilbakeføres til næringskjedene via filtrerende organismer som har etablert seg på turbinfundamenter og/eller ankre vil etterfølgende synke ned på havbunnen, mest sannsynlig i større omfang enn det som naturlig finner sted i åpent hav.

3.3.4 Tomme skjell på havbunnen

Innholdet i blåskjell (og annen påvekst) som løsner fra installasjoner og synker til bunns, vil relativt raskt bli spist av predatorer som for eksempel sjøstjerner. Likevel vil de tomme skjellene bli liggende på havbunnen i lang tid. Disse skjellene vil til en viss grad skape lokale endringer i bunnsubstratet og kan påvirke bunnssamfunnene og deres funksjon (Commito m.fl. 2018). Slike fenomener er godt studert på relativt grunne, bunnfaste havvindanlegg i Nordsjøen (Degraer m.fl. 2020), men det er vanskeligere å forutsi effektene på dypere og flytende havvindanlegg. Gitt at blåskjell bare lever i de øvre delene av strukturene på Hywind Scotland, og at de ikke er de mest dominerende begroings-organismene med kalkskall (Karlsson m.fl. 2021), er det lite sannsynlig at blåskjell vil utgjøre et problem på flytende anlegg i Norge. Men det vil også forekomme andre organismer som rur og flerbørstemark i påvekstfaunaen. Om disse vil være problematiske når det gjelder å endre habitattype, heterogenitet og infauna- og epifaunasammensetninger er ikke undersøkt.

Omfanget av disse endringene vil være begrenset til turbin-området, og bør undersøkes med bakgrunn i erfaringer fra eksisterende O&G installasjoner.

Kort oppsummert:

Det er overveiende sannsynlig at påvekst-organismer som blåskjell episodisk vil falle av strukturene og synke til bunnen. Dette vil bidra til økende habitat-heterogenitet i bunnmiljøet, og tomme skall vil kunne tjene som substrat for eller gi beskyttelse til bunndyr. Omfang og evt. betydning av denne typen påvirkning er imidlertid utilstrekkelig klarlagt.

3.3.5 Endringer i lokal vannbevegelse og hydrografiske forhold

Havvindanlegget vil forårsake endringer i de øvre vannmassene, og kan fysisk tilstedeværelse også ha effekter nedover hele vannsøylen (avhengig av vanndybde og fysiske forhold). Dette kan resultere i følgende virkninger:

- Redusert vindhastighet i kjølvannet av turbinen (vindskygge)
- Redusert vannbevegelse og tilgjengelig oksygen
- Endringer i resuspensjon/oppvirvling av sedimenter
- Endringer i spredning av larver
- Friksjon (turbulens)

Offshore vindturbiner påvirker havsirkulasjonen både lokalt og regionalt. Turbinens fysiske tilstedeværelse fjerner energi fra vinden, som fører til redusert vindhastighet i kjølvannet av turbinen (over en avstand på titalls til flere hundre meter). Området som påvirkes kalles også vindskygge. Vindskyggen reduserer mengden energi som overføres fra vinden til havet (Platis m.fl. 2018, Christiansen m.fl. 2022a). I tillegg til tidevannet driver vindenergien havstrømmer og vannbevegelse i mange retninger. Turbulente strømmer blander næringsstoffer fra dypet i havet oppover til overflaten (hvor næringsstoffer har blitt konsumert av plankton), samt blander oksygen fra overflatelagene (produsert av planteplankton) ned i dypet. Redusert vindhastighet i vindskyggen bak turbinene vil derfor kunne føre til redusert turbulent vannbevegelse, og dermed lavere vekst av planteplankton i havoverflaten og evt. øke områdene med lavt oksygenivå på dypere vann (Daewel m.fl. 2022).

Effekten på vindfeltet rundt turbiner er imidlertid komplisert, siden vindendringer samvirker med bl.a. tidevann (Christiansen m.fl. 2022b) og vannbevegelse i områder med komplekse bunn-strukturer (Floeter m.fl. 2022, Christiansen m.fl. 2022a). Det betyr at i enkelte områder kan produktiviteten av plankton faktisk øke. Den samlede effekten av endring i vindfelt forventes å være liten (~1% endring i total vekst av planteplankton), men i noen lokale regioner kan den være betydelig større (~10% endringer) (Daewel m.fl. 2022).

Organismene på havbunnen kan bli direkte påvirket av reduksjon i tilgjengelig oksygen grunnet redusert miksing av vannmasser. Indirekte vil de påvirkes av forandringer i vekst av plankton i overflaten, siden endringene i mengden dyreplankton kan endre mengden karbon som synker igjennom vannsøylen og blir næring for bunnsamfunn (Daewel m.fl. 2022).

På grunt vann kan vindenergi i noen tilfeller bidra til strømmer helt nede ved bunnen. I slike tilfeller kan endringer i vindfeltet rundt turbiner føre til endringer i resuspensjon/oppvirvling av sedimenter. Redusert resuspensjon vil føre til opphopping av sedimenter på steder det tidligere ikke har skjedd, noe som vil påvirke utbredelse og fordeling av bunndyrene på disse stedene. Fastsittende bunnlevende arter som koralldyr (*Desmophyllum pertusum* og *Metridium*

spp.) påvirkes i stor grad av hydrografiske forhold og strømhastigheter. Hvis strømhastigheten er høy, generelt eller på deler av fundamentene, kan det være mindre sannsynlig at de etablerer seg på strukturer (Mienis m.fl. 2007). Lave strømhastigheter muliggjør også tilstrekkelig og optimal fangst av byttedyr, mens matsøk blir mer utfordrende ved høyere strømhastigheter (Davies m.fl. 2009). Forskning viser at typen mat som kan tas opp, påvirkes av strømhastigheten, slik at høye strømhastigheter kan begrense føringen til færre byttedyr av lavere kvalitet (f.eks. planteplankton i stedet for dyreplankton, Orejas m.fl. 2016). Strømmen vil videre diktere hvor larver fra bunnlevende arter vil spre seg til, slik at hvis strømhastigheten er lav, vil avkommet bli mindre spredt, og populasjonen som har dannet seg på strukturene, kan for det meste være selvrekutterende (Henry m.fl. 2018; Mienis m.fl. 2019; Bartzke m.fl. 2021).

En annen innvirkning havvind har på havsirkulasjonen kommer fra friksjonen av vannet som strømmer forbi turbinen og skaper turbulens. Dette påvirker bare området innenfor og veldig nært havvindanleggene, men på disse stedene vil det skape økt miksing av vannmasser, altså motsatt effekt av endringen i vindfeltet. Lokalt kan dette føre til økt produktivitet av planteplankton og tilgjengelig oksygen i bunnvannet. Dette har blitt undersøkt for grunne bunnfaste turbiner (Rennau m.fl. 2012, Carpenter m.fl. 2016, Cazenave m.fl. 2016, Schultze m.fl. 2020, Christiansen m.fl. 2023), men ikke for flytende vindturbiner. Effekten vil sannsynligvis være mindre for flytende havvindanlegg siden strukturene ikke dekker hele vannsøylen (Dorrell m.fl. 2022).

Det er særlig filtrerende organismer som påvirkes av resuspensjon av karbon fra havbunnen. Organisk partikulært karbon som virvles opp fra havbunnen, gir næringsmuligheter for arter som kaldtvannskoraller, og detritus som sedimenterer på havbunnen, er en viktig næringskilde. I tillegg spiller filtrerende organismer en viktig rolle i resirkuleringen og lagringen av karbon (Cathalot m.fl. 2015; Maier m.fl. 2020). På havbunnen skapes strømvirvler når turbulens fra turbinstrukturen bidrar til friksjonen langs bunnen. Disse virvlene fjerner sediment rundt foten av strukturen, transporterer dem bort og sprer dem til andre deler av havbunnen og skaper en fordypning eller hull rundt strukturen. En prosess kjent som erosjon. Dette påvirker et svært begrenset område (på skalaen av meter) og i områder allerede påvirket fra anleggsfasen, så det er lite sannsynlig at det vil ha store tilleggsvirkninger på bunndyrene her.

Kort oppsummert:

Havvindinstallasjoner påvirker lokal vannbevegelse og strømningsforhold gjennom sitt bidrag til lokal friksjon (dempet/endret vannhastighet ved passasje av installasjonene) og ved uttrekk av bevegelsesenergi fra vinden.

Redusert turbulens fører til mindre nedblanding av næringsstoffer og oksygen nedover i vannsøylen. Dette kan føre til lavere planktonvekst og dermed mindre vertikal transport av organisk material (døde alger, fekalier fra dyreplankton) og dermed mindre næringstilførsel til bunnfaunaen

Det er en komplisert sammenheng mellom fysiske prosesser som vannbevegelse og energistrømmer som kan påvirkes av etablering og drift av havvindanlegg. Modellstudier har antydnet at påvirkningen på vannbevegelse er liten, men det er også eksempler på beregninger som tilsier at lokalt målbar effekt kan påregnes i noen områder

3.3.6 Elektromagnetiske felt

Elektromagnetiske felt (EMF) som oppstår langs undervannskabler utgjør en mulig påvirkning på marine organismer og samfunn. Dette gjelder både innenfor havvindanlegget og langs eksportkabler. Elektromagnetiske felt består av to komponenter - elektrisk felt (E-felt) og magnetisk felt (B-felt). E-felt forblir innelukket i kabelen, mens B-felt slippes ut i omgivelsene og ikke kan avskjermes (Newton m.fl. 2019).

EMF kan påvirke både fastsittende bunnlevende organismer og mobile organismer som samler seg rundt kabler på grunn av den kunstige reveffekten. Fisk (spesielt bruskfisk) som kommuniserer via elektromagnetiske felt, er av Hermans m.fl. (2024) vurdert å ha høyest risiko. Det foreligger begrenset med forskning på dette emnet, men flere eksperimentelle studier har blitt utført for å undersøke EMF-påvirkninger på bunnlevende organismer. Disse har bl.a. funnet redusert svømmepotensial i bentopelagiske fiskelarver (Cresci m.fl. 2023), aktiv unnvikelse av kabler med EMF (Hutchison m.fl. 2018), redusert vekst og overlevelse av krepsdyr (Hutchison m.fl. 2018; Scott m.fl. 2021; Harsanyi m.fl. 2022) og endringer i adferden hos muslinger (Jakubowska-Lehrmann m.fl. 2022).

Samtidig er det også rapportert studier der det ikke er funnet påvirkninger fra EMF. Dette gjaldt bl.a. studier av bevegelse hos tobis og krabbe i kar med EMF (Cresci m.fl. 2022; Williams m.fl. 2022) og matopptak i muslinger (Albert m.fl. 2022). Dette antyder at eventuelle påvirkninger vil være arts- og livsstadie spesifikke, også avhengig av styrke og utbredelse av EMF (Hermans m.fl. 2024).

Det er noen få feltstudier (f.eks. Hutchinson m.fl. 2018) som har vist varierende respons på EMF mellom taxa. Det trengs ytterligere forskning for å forutsi effekter for norske havvindanlegg. Innledende forskning tyder imidlertid på at både bunndyr og spesielt bruskfisk kan bli påvirket- noe som omfatter mange arter på norsk sokkel. EMF-effekter kan påvirke utbredelsen av arter, deres gytemønster og generell overlevelse (Hermans m.fl. 2024).

Kort oppsummert:

Elektromagnetisk stråling som utsendes fra kabler tilknyttet vindturbiner kan ha en negativ effekt på bunnsamfunn, men det er ikke vitenskapelig enighet om hvilke arter, livsstadier eller under hvilke miljøforhold sårbarheten evt. er størst.

3.3.7 Mikroplast (avflassing fra rotorblader)

Risikoen for utslipp og spredning av mikroplast fra havvindanlegg er i liten grad studert men vil i stor grad avhenge av materialene som anvendes i bevegelige deler av turbinene (Gul og Gul 2024). Turbinbladene er vanligvis laget av glassfiber-epoksyharpiksblandinger, som potensielt kan inneholde en rekke plastforbindelser i hardstoffer, fyllstoffer og overflatekjemikalier brukt for å redusere brannrisikoen eller tilsette fargepigmenter. Risikoen mikroplast utgjør for bunnlevende organismer må vurderes, da det er kjent at bunnlevende organismer får i seg mikroplast (f.eks. blåskjell som filtrerer, Vecchi m.fl. 2021). Til tross for dette så er det lite sannsynlig at avflassing av mikroplast fra vindturbiner vil utgjøre en betydelig risiko sammenlignet med andre kilder til mikroplast (Lusher & Pettersen 2021).

Kort oppsummert:

Mikroplast partikler kan oppstå ved avflassing fra rotorbladene og derved finne veien inn i det marine økosystemet. Det er hittil ikke gjennomført noen undersøkelser om mulig omfang av denne problemstillingen eller utviklet metoder for å registre slike utslipp i felt.

3.3.8 Fremmede arter

Fremmede arter er organismer som har spredt seg til habitater eller økosystemer der de ikke forekommer naturlig (Artsdatabanken 2024). I denne gjennomgangen anser vi fremmede arter som organismer som historisk sett ikke er funnet i norske farvann. Dette i motsetning til arter som er regionalt fremmede, dvs. arter som har spredt seg fra habitater i norske farvann hvor de naturlig forekommer, til nye habitater i andre deler av norske farvann.

Fremmede arter utgjør generelt en stor trussel mot det biologiske mangfoldet i havet og langs kysten, fordi de kan utkonkurrere (blant annet gjennom sykdom) stedegne arter og dermed endre næringsnett i habitater og økosystemer (Glasby m.fl. 2007; Adams m.fl. 2014; Bishop m.fl. 2017). I likhet med alle andre kunstige strukturer (Airoldi m.fl. 2015) gir havvindstrukturer ofte nye habitater for fastsittende arter. Disse transporteres med strømmen i den pelagiske larvefasen og fester seg (bunnslår) på strukturene (Kerckhof m.fl. 2011; De Mesel m.fl. 2015; Degraer m.fl. 2020).

Noen av begroingsartene kan være fremmede arter, som ruren (*Megabalanus coccopoma*), tangloppen (*Jassa marmorata*), stillehavsøstersen (*Crassostrea gigas*) og asiatisk strandkrabbe (*Hemigrapsus sanguineus*) som ble funnet i et havvindanlegg sør i Nordsjøen (De Mesel m.fl. 2015). Risikoen for og alvorlighetsgraden av fremmede arters etablering avhenger av artenes økologiske evne til å konkurrere med stedegen fauna og deres evne til å spre seg til vindanlegget og videre (Airoldi m.fl. 2015). Spredningen av fremmede begroingsarter vil i sin tur avhenge av hvor egnet det kunstige habitatet er, avstanden til moderpopulasjoner av fremmede arter, havstrømmer som kan spre larvene, miljøforhold, byttedyrtilgang og larvestadienes varighet og overlevelse (Adams m.fl. 2014; Bishop m.fl. 2017).

Fastsittende arter kan utvide utbredelsesområdet sitt gjennom "stepping-stone"-effekten, der plasseringen av havvindanlegget gjør det lettere for dem å spre seg (Adams m.fl. 2014). Arter med kortvarige larvestadier (f.eks. sekkdyr og svamper, ca. 1 uke) (Álvarez-Noriega m.fl. 2020) vil spre seg over kortere avstander på denne måten, mens arter med lengre larvestadier (f.eks. stillehavsøsters, ca. 3 uker) kan spres over hundrevis av kilometer (Rinde m.fl. 2016).

Vindanleggets størrelse kan ha betydning for forekomsten av fremmede arter, siden større habitattilgjengelighet (strukturenes overflateareal) gir større muligheter for kolonisering (Airoldi m.fl. 2015). Flere mindre vindanlegg over flere titalls kilometer kan potensielt øke mulighetene for etablering av fremmede arter ytterligere sammenlignet med ét stort anlegg på grunn av "stepping-stone"-effekten. De fremmede artene kan dermed bli en moderpopulasjon og spre avkom til flere habitater utenfor vindanleggene (Bishop m.fl. 2017). Funn av fremmede arter i vindanlegg 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 mindre fysisk prøvetaking på steder som f.eks. Hywind Scotland (Karlsson m.fl. 2021).

Kunstige habitater kan gi grobunn for fremmede påvekstarter (Airoldi m.fl. 2015; De Mesel m.fl. 2015; Bishop m.fl. 2017). For bunnfaste installasjoner antas det at den delen av

vindturbinene som står i tidevannssonen er mer utsatt for kolonisering av fremmede arter enn deler i sjøsonen (under tidevannssonen), siden avstanden til naturlige tidevannssamfunn ofte er større i offshore-områder og de derfor er mindre i stand til å konkurrere mot fremmede arter (De Mesel m.fl. 2015). I den relativt grunne Nordsjøen har det blitt hevdet at det harde substratet (i form av grusbunn) under tidevannssonen har fremmet utviklingen av rike, stedege bunndyrsamfunn som er i stand til å fylle flere nisjer og konkurrere mer effektivt med fremmede arter (Kerckhof m.fl. 2011; De Mesel m.fl. 2015; Degraer m.fl. 2020). Det er ikke sikkert at dette også gjelder for større dyp på norske lokaliteter, fordi naturlige samfunn ofte dannes i soner (se De Mesel m.fl. 2015; Degraer m.fl. 2020) som er tilpasset ulike dybder.

Per i dag finnes det lite eller ingen forskning på hvilke fremmede arter som kan etablere seg i norske havvindanlegg, hvordan de kan påvirke habitatets eller økosystemets struktur og funksjon, og heller ikke på de naturlige samfunnens evne til å konkurrere mot fremmede arter. Utbredelse av fremmede arter bør overvåkes, både i tilknytning til havvind og generelt. Miljødirektoratet har bl.a. innført et program fra 2024 for overvåking av fremmede arter ved 34 havner langs Norges kyst og Svalbard (Miljødirektoratet 2024 – www.miljodirektoratet.no).

Ifølge norsk fremmedartsliste (www.artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023) er en rekke arter vurdert som høy eller svært høy risiko (en vurdering som er sammensatt av artens invasjonspotensiale og potensielle økologisk effekter). Felles for de fleste fremmede arter kan disse ha negative interaksjoner med stedege arter. Se Tabell 4.

Arter som har larvestadier som bunnsår seg på harde substrater vil kunne kolonisere turbinsøyler. Andre arter kan eventuelt spres for eksempel via forsyningsfartøy for så å etablere seg på havbunnen. I denne utredningen legges det vekt på arter som har en bentisk voksen livsfase.

Tabell 4. Oversikt over marine arter som ifg. Norsk fremmedartslista er vurdert til høy eller svært høy risiko (sammensatt vurdering av økologisk effekt og invasjonspotensial).

Norsk navn	Vitenskapelig navn	Risiko	Larver/juveniler bunnsår på harde substrater?
Japansk sjøpung (havnespy)	<i>Didemnum vexillum</i>	Svært høy risiko	Ja
Mosdyr	<i>Tricellaria inopinata</i>	Svært høy risiko (med usikkerhet til høy risiko, og middels økologisk effekt)	Ja
Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	Svært høy risiko (men moderat invasjonspotensiale)	Nei
Asiatisk strandkrabbe	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Svært høy risiko (med middels økologisk effekt)	Nei

Kort oppsummert:

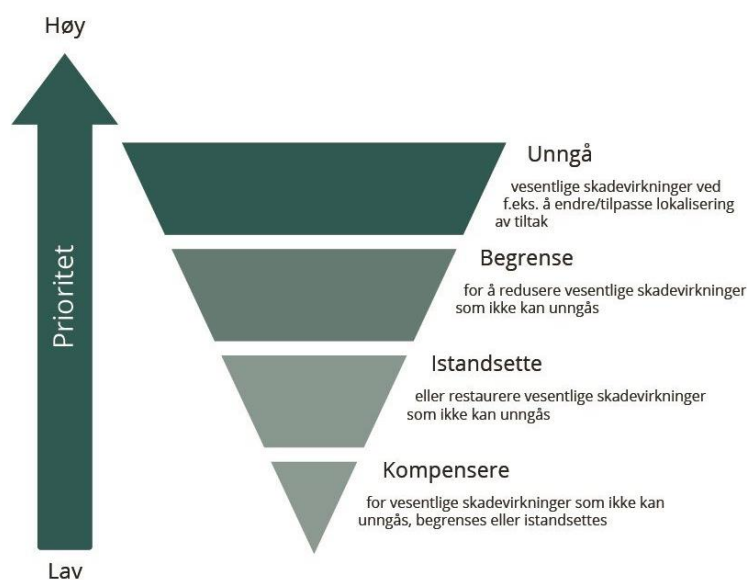
Ved å tilby egnet substrat kan offshore installasjoner muliggjøre økt spredning av fremmede arter. Andre spredningsvektorer er via trafikk fra forsynings/ tilsynsfartøy.

Det finnes pr i dag ingen dedikert studier over akkurat hvilke fremmedarter kan føre til uønskede konsekvenser i forbindelse med offshore vindturbiner i norsk farvann.

3.4 Avbøtende tiltak

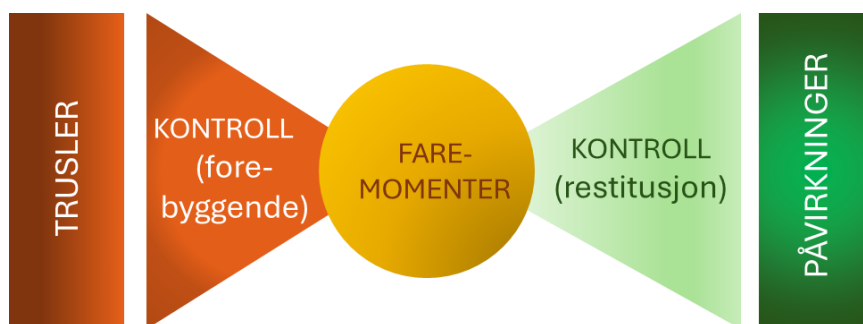
3.4.1 Generelt

Som beskrevet i kapittel 3.3 finnes det en rekke kilder til påvirkninger på havbunnen knyttet til både bunnfaste og flytende havvindanlegg. Her diskuterer vi potensialet for å begrense eller kompensere for uønskete konsekvenser, innenfor rammen av tiltakshierarkiet (Figur 10). Dette hierarkiet er et hjelpemiddel for beslutningstakere ved at det angir trinnvis hva man ideelt sett bør foreta seg for 1) å unngå konsekvenser, 2) redusere konsekvenser som ikke kan forebygges, og 3) som en siste utvei kompensere for konsekvenser ved å skape positive virkninger andre steder eller i andre sammenhenger. Her skisserer vi teoretiske muligheter for hver hovedtype av påvirkning på bentiske arter og habitater, selv om avbøtende tiltak av disse typene for det meste er uprøvd og virkningene er kun i liten grad dokumentert gjennom vitenskapelig holdbar empiri, særlig når det gjelder flytende havvindteknologi (Pardo m.fl. 2023).



Figur 10. Tiltakshierarkiet. Først og fremst skal en unngå skadevirkninger for miljø og klima. Der det ikke er mulig skal man begrense skaden, deretter istandsette arealer. Kompensasjon er siste utvei. Illustrasjon og figurtekst: Miljødirektoratet.no.

For å illustrere mulig avbøtende tiltak er det benyttet "bow tie" analyser, som er en analytisk tilnærming til risikovurdering og forvaltning av aktiviteter som kan påvirke miljøet eller økosystemet (Figur 11).



Figur 11. Forenklet skisse over "Bow-tie"-tilnærming til risikovurdering (modifisert fra www.risklens.com).

Metoden er et grunnleggende verktøy for å vurdere overordnede risikoelementer eller problemstillinger, og ble i utgangspunktet utviklet for tekniske arbeidsmiljøer. Metoden oppfyller krav i ISO-31000, som består av en rekke internasjonale standarder knyttet til risikostyring. I den senere tiden er metoden også tatt i bruk for økosystem-relaterte problemstillinger (Cormier m.fl. 2013, 2018, 2019).

I korte trekk skisseres den sentrale problemstillingen i midten. Risikomomenter defineres på høyre siden, med tilhørende vurderinger og/eller handlingsplan eller miljømål. På høyre siden vises konsekvensene av risikomomentene, samt avbøtende tiltak som kan redusere omfanget av disse.

3.4.2 Avbøtende tiltak mot fysiske forstyrrelser

For å minimere de negative effektene av havvindanleggene på bunnlevende arter og habitattyper, er det første kritiske trinnet å ta nøye hensyn til de romlige og tidsmessige aspektene ved bunnlevende bestander og habitater. Bunndyrpopulasjoner og -habitater vil bli påvirket av installasjonen og driften av turbinene, og omfanget av denne påvirkningen vil avhenge av turbintypen og ankrene som brukes, utplassering, opphenting og oppførsel i løpet av turbinens levetid (Maxwell m.fl. 2022). Derfor er det avgjørende med nøye fysisk planlegging for å unngå områder med høyt biologisk mangfold, områder med potensial for høyt biologisk mangfold som har blitt endret på grunn av menneskeskapt påvirkning, eller gyteområder for viktige arter (Lukic m.fl. 2021). Det er også viktig at aktivitetene planlegges slik at det tas hensyn til tidsmessige endringer i bestandene, f.eks. gyte- eller næringsøkelsesonger, og at man unngår å påvirke arter eller naturtyper som er i tilbakegang lokalt, på grunn av potensialet for å forsterke andre påvirkninger. Det bør tas hensyn til at kumulativ påvirkning fra en rekke ulike kilder kan ha en større samlet negativ innvirkning, selv om denne påvirkningen hver for seg er minimal.

Noe habitat vil nødvendigvis gå tapt under plassering av pæleturbiner eller ankre, men påvirkningen kan anses som mindre hvis det er i utgangspunktet et lavt artsmangfold, lav sjeldenhet eller lav habitatkompleksitet i et område (Lukic m.fl. 2021). Tiltak som kan iverksettes for å redusere disse virkningene utover valg av egnet lokalitet, omfatter bruk av teknologi som kan redusere forstyrrelser av havbunnen, for eksempel bruk av sugeankre i stedet for plogankre, eller hvor fortøyningslinjer (kjettinger og kabler) kan henges opp i vannsøylen for å redusere slakk og kontakt med havbunnen (Diaz & Soares 2020). Begrensning av redskapenes kontakt med havbunnen og optimalisering av lokaliteter som skal bygges ut, er også avbøtende tiltak for å redusere resuspensjon av karbon og virkningen av resuspendert karbon eller sediment på bunnlevende arter og habitater.

Påvirkningene fra ankere kan reduseres ved for eksempel vurdere løsninger som er nedgravd i sedimentene, eller ved ankerdeling (se ulike løsninger i Diaz & Soares, 2020, samt omtale i seksjon 3.2). For kabler som skal plasseres på mykt sediment, kan det være fordelaktig å grave disse ned i stedet for å dekke den med hardt materiale og dermed endre habitattypen. Dette gjelder selv om materialet er såkalt «biologisk vennlig», som mange nye betongblandinger (Pardo m.fl. 2023). Slike løsninger er utviklet for å tiltrekke begroing og vil derved ikke være særlig gunstig for vanlig bløtbunn.

Når det gjelder påvirkninger fra støy og vibrasjoner, er det lite sannsynlig at tiltak som for eksempel boblegardiner (se Brandt m.fl. 2013, McGarry m.fl. 2017) vil ha noe særlig gunstige effekter da det er lite sannsynlig at bunndyr er negativt påvirket av denne typ av forstyrrelse (Farr m.fl. 2021 og seksjon 3.3.1).

3.4.3 Avbøtende tiltak mot kunstig rev effekt og fremmede arter

Plassering og materialvalg

Kunstige reveffekter oppstår når det introduseres nye habitater i form av harde strukturer (turbiner og fundamenter) i åpent hav. Avbøtende tiltak omfatter, som nevnt, valg av egnet plassering for å foretrekke områder med hardt substrat fremfor områder med mykt substrat og dermed i størst mulig grad unngå en endring fra mykt til hardt habitat. I tillegg kan man se på hvordan konstruksjonen kan utformes for å begrense f.eks. aggregering av bentisk-pelagisk fisk eller makrovertebrater ved og langs kabler. Her kan nedgraving inkluderes som et avbøtende tiltak.

For å redusere risikoen for at fremmede arter etablerer seg, kan man vurdere materialvalg som ikke tiltrekker seg begroing. Det er imidlertid lite målrettet forskning på effekten av ulike materialtyper på potensielle fremmede arter i norske havområder.

Tamburri m.fl. (2020) foreslår at det bør iverksettes tiltak for å unngå kontakt med områder som er kjent for å inneholde invasive risikoarter, og at det bør gjennomføres rengjøring av fartøyer og skifte av ballastvann før fartøy tillates å trafikkere et havvindanlegg. På samme måte kan man forebygge spredning av fremmede arter til andre områder dersom de etablerer seg ved havvindanlegg, ved å planlegge nøye med flytting av fartøy og rengjøring før transport av turbiner og strukturer til havner for vedlikehold (Adams m.fl. 2014).

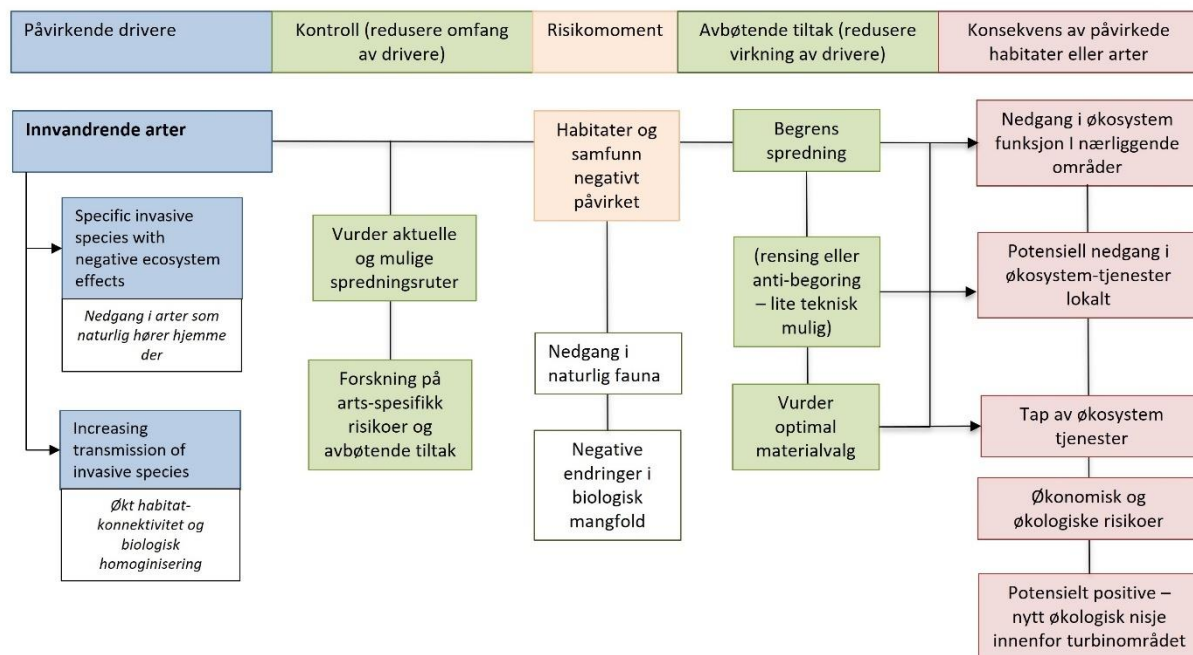
Etablering av stedegen fauna og flora på konstruksjonene kan være viktig for å begrense tilgjengelig plass for fremmede arter (Airoldi m.fl. 2015). Selv om det kan være økologiske kostnader forbundet med å maksimere arealdekningen av stedegen fauna, kan fremmede arter bli begrenset av plass til å kolonisere. Det er behov for forskning på hvordan denne avveiningen fungerer i havområder, og spesielt på dypere vann, siden dette argumentet ofte brukes for grunne kystnære strukturer (Adams m.fl. 2014; Airoldi m.fl. 2015).

Avbøtende tiltak

For å kompensere for negative konsekvenser ved å skape det som kan oppfattes som positive kunstige reveffekter, har naturinkluderende design blitt foreslått (og i begrenset omfang også testet) som «alternativer som kan integreres i, eller legges til, utformingen av en antropogen struktur med sikte på å forbedre den økologiske funksjonen» (Pardo m.fl. 2023). Disse utformingene er kategorisert i tre klasser: 1) optimalisert skuringsbeskyttelse, 2) optimaliserte kabelbeskyttelseslag og 3) tilleggsalternativer knyttet til monopælene eller transformator-stasjonene. Eksempler på optimalisert skuringsbeskyttelse, som ekstra steiner og tilpassede armerings-lag, ser ut til å gi leveområder for både fisk og makrovertebrater som krabber og hummer. Det er også utviklet andre tilleggsenheter for eksempel burkonstruksjoner som består av et åpent rutenett for å gi plass til flest mulig filtrerende organismer (Buck m.fl. 2017) og Biohut® (et merdsystem som kan justeres til offshore jackets) (Pardo m.fl. 2023).

Dersom målet er å skape minst mulig negative kunstig rev-effekter kan problemstillingene samt avbøtende tiltak oppsummeres som i Figur 12

Økt innvandrende arter via kunstig habitat offshore og økt habitat-konnektivitet



Figur 12. "Bow-tie" fremstilling som oppsummerer de ulike vurderingselementer om risiko og mulige avbøtende tiltak mot virkninger av økt innvandrende arter via kunstig habitat offshore og økt habitat-konnektivitet, på bunnsamfunn og naturtyper.

3.4.4 Avbøtende tiltak mot tilførsel av organisk materiale til havbunnen

Så vidt vi vet har det ikke vært utviklet, testet eller etablert tiltak for å begrense deponering av organisk materiale på havbunnen rundt bunnfaste vindturbiner. En mulig tilnærming kan være å begrense påslag av begroingsorganismer (som nevnt i 3.4.2) som er den direkte årsaken til økt filtrering av partikler og påfølgende deponering av disse på havbunnen nær faste installasjoner.

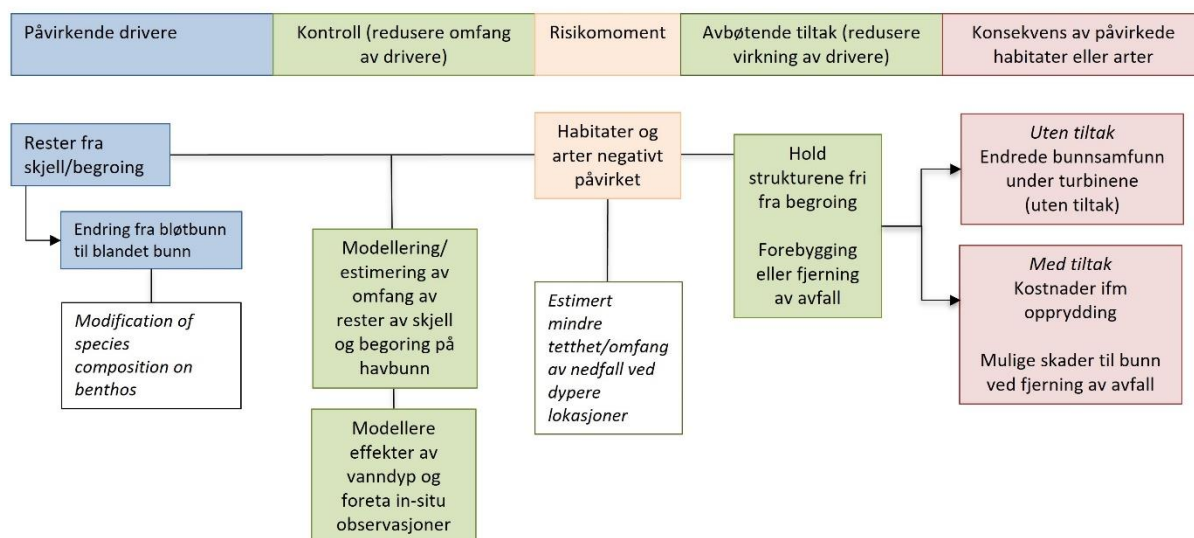
Generelt kan denne konsekvensen av havvind ikke anses som negativ. På samme måte som for skjelldeponering fra begroingsorganismer, kan en eventuell økning i deponering av organisk materiale anses som gunstig med tanke på karbonbinding. Vi mener imidlertid at det sannsynligvis vil forekomme i relativt liten skala, slik at de ikke vil gi noe vesentlig bidrag til karbonbinding i havbunnen.

3.4.5 Avbøtende tiltak mot deponering av tomme skjell/begroing på havbunnen

Rengjøringsmetoder

Det finnes flere renseteknologier som i teorien kan fjerne begroingsorganismer (Tamburri m.fl. 2020; Hopkins m.fl. 2021), men i praksis vil dette være upraktisk, kostbart og unødvendig ut fra et økologisk perspektiv. Det er viktig å ta i betraktning at jo større vanddybden under turbinanlegget er, desto større vil spredningen av tomme skjell i teorien bli. På den ene siden resulterer dette i at et større område blir påvirket, men på den andre siden kan mengden skjell pr arealenhet bli lavere, noe som vil tilsi at nedsynkende skjell bli spredt over et større område ved økende vanddybde. Problemstillingene er visualisert i Figur 13.

Deponering av tomme skjell/begroing på havbunnen



Figur 13. "Bow-tie" fremstilling som oppsummerer de ulike problemstillingene knyttet til effekter av tomme skjell eller begroing som har falt ned fra turbinsøylene til havbunnen på bunnsamfunn og naturtyper.

3.4.6 Avbøtende tiltak mot endringer i bunnstrømmer og hydrografiske forhold

Den største hydrodynamiske påvirkningen fra vindturbiner oppstår på grunn av vindskyggen. Siden dette er et direkte resultat av at energi fjernes fra vinden, kan ikke effekten reduseres uten å senke produksjonskapasiteten i havvindanlegget. Dersom vindskygger fra flere turbiner overlapper, kan det gi økt effekt sammenliknet med turbiner plassert uten overlappende vindskygger. Et avbøtende tiltak er å optimalisere plasseringen av turbinene, ettersom overlappende vindskygger også reduserer anleggets produksjonskapasitet (Tian m.fl. 2018).

Turbulensen som en installasjon generere i vannsøylen er proporsjonal med arealet som grenser mot hovedstrømmen (Rennau 2012, Dorell 2022). Dette betyr at dimensjoner på turbinfundamenter eller turbinsøyler vil påvirke effekten. For eksempel vil en semi-nedsenkbar konstruksjon ha et større areal og dermed generere mer turbulens øverst i vannsøylen. En flytende spar-konstruksjon derimot genererer mindre turbulens enn en semi-nedsenkbar konstruksjon, og kan bidra til større nedblanding av næring og oksygen i kraft av fysisk å nå lengre ned i vannsøylen.

3.4.7 Avbøtende tiltak mot elektromagnetiske felt

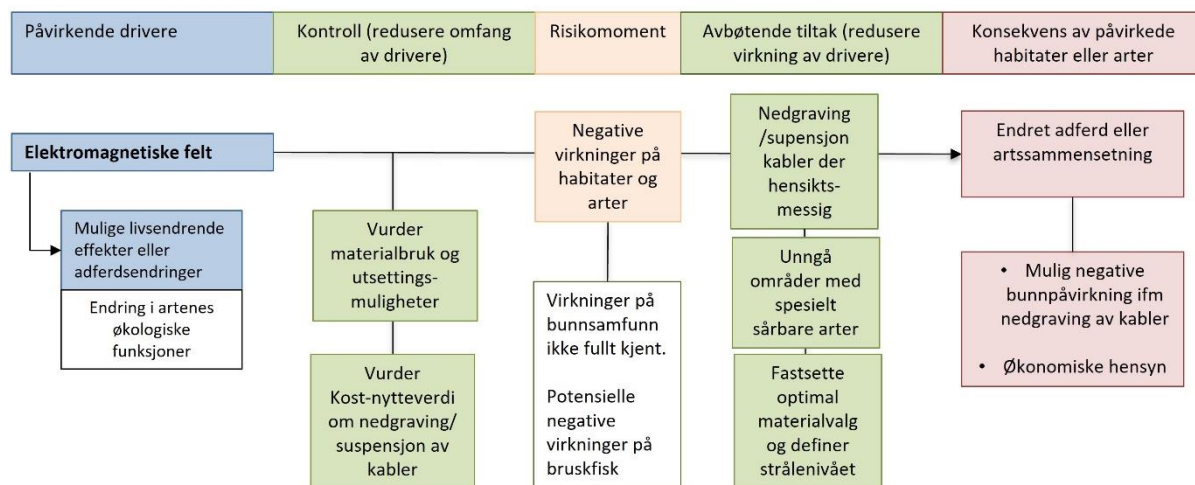
Elektromagnetiske felt (EMF) vurderes til å ha største påvirkninger på elektro-reseptive fisk som for eksempel haier og rokker (Newton m.fl. 2019). Det finnes lite studier om effekter av slik stråling på bunnlevende evertebrater, og i denne utredningen vurderes dette som lite relevant for bunnsamfunn.

Dersom det skal innføres avbøtende tiltak mot EMF vil tildekking eller opphenging av kablene øke avstanden mellom kablen og bunnlevende organismer, og dermed redusere eksponeringen. I tillegg kan visse typer kabelteknologi bidra til å redusere utslippet av B-felt (f.eks. trefasede vekselstrømkabler og bipolare HVDC-overføringssystemer) (Taormina m.fl. 2018 og referanser i denne). Uansett er det viktig med videre forskning for å forstå hvordan

individer i ulike livsstadier og arter reagerer på menneskeskapte elektromagnetiske felt, slik at det kan vurderes om avbøtende tiltak vil ha noe hensyn (Newton m.fl. 2019; Farr m.fl. 2021).

Problemstillingene er visualisert i Figur 14.

Elektromagnetiske påvirkninger



Figur 14. "Bow-tie" tilnærming som oppsummerer de ulike vurderingselementer om risiko og mulige avbøtende tiltak mot virkninger av elektromagnetiske felt på bunnsamfunn og naturtyper.

3.4.8 Avbøtende tiltak mot spredning av mikroplast på havbunnen

Materialvalg bør vurderes for å redusere sannsynligheten for at mikroplast skilles ut i miljøet i løpet av turbinens, turbinbladene eller fundamentenes levetid. Det mest relevante avbøtende tiltaket kan være å utarbeide retningslinjer for hva operatørene skal gjøre dersom turbinblader eller komponenter som inneholder mikroplast, blir skadet eller går tapt på havbunnen. Dersom slike komponenter tapes i havet, er den mest hensiktsmessige metoden for å redusere konsekvensene å prioritere en rask oppsamling.

3.4.9 Betraktninger om forbedrende tiltak

Begrep som "natur-inkluderende design" (NID) har vært testet ut ved havvindanlegg i den sørlige delen av Nordsjøen, med vekt på bestander som historisk har lidd under overfiske. Noen eksempler er bruk av tilleggsstrukturer til turbiner for å fremme bestander av flatøsters og torsk, eller for å øke mangfoldet av bunnlevende organismer (Bos m.fl. 2021; Kingma m.fl. 2024). Det er imidlertid lite kunnskap om effektene på mellomlang og lang sikt (Lukic m.fl. 2021) og som sådan er det et presserende behov for studier av hydrodynamiske endringer og påvirkninger på biologisk mangfold også av såkalte "naturinkluderende" design. Det er viktig å nevne at det ikke er vitenskapelig konsensus om hvorvidt målene for biologisk mangfold i havvindanlegg bør knyttes til å maksimere antall arter, enkelte arter, opprettholde det aktuelle habitatet eller gjenopprette habitatet til naturlige eller historisk tilstand som kan ha endret seg på grunn av andre menneskeskapte påvirkninger, f.eks. bunntråling (Pardo m.fl. 2023).

En naturpositiv konsekvens av havvind er at utelukkelsessoner kan føre til begrenset arealtilgang for noen fiskerier, spesielt ved flytende havvindanlegg hvor kjettinger og kabler i større grad kan hindre fiskeri. Mindre fiskeriaktivitet vil sannsynligvis føre til gjenetablering

av naturtyper og bestander, men dette avhenger av hvilke typer fiske som har funnet sted historisk. Vitenskapelig konsensus er at lukking av et område for fiske (for eksempel marine verneområder) gir muligheter for fisk og bunnlevende habitater å komme seg til naturlige og historiske standarder (Püts m.fl. 2023). Dette kan igjen gi fordeler i form av økt arts- og individantall og spredning av fiskearter til området utenfor havvindanlegget.

Kort oppsummert:

I åpent hav vurderes det ikke hensiktsmessig å kompensere for negative effekter ved å innføre tiltak for å øke habitat til eller produksjon av andre arter eller organismegrupper. Målet er heller at det skapes minst mulig forstyrrelser til det eksisterende habitatet.

Merk: økt biologisk mangfold er ikke nødvendigvis "bedre" biologisk mangfold.

4 Del 2: Metoder

4.1 Arbeidsflyt og trinn benyttet i denne utredningen

Arbeidsflyten i denne utredningen består av følgende trinn:

1. Samkjør tilgjengelige **datasett** (oppgitt i seksjon 4.2) med arealutbredelsen på hver av utredningsområdene. I korte trekk består disse av:
 - Grunnleggende sedimenttyper, bunntopografi og oseanografiske forhold
 - Næringsaktiviteter
 - Oseanografiske endringer
 - Bunnfauna og naturtyper
2. Basert på Trinn 1 – identifisere de relevante bunnsamfunnene og naturtyper som befinner seg i hver av utredningsområdene. I korte trekk omfatter disse:
 - Vanlig bløtbunn
 - Sårbare naturtyper
 - Kommersielt høstede arter
 - Økosystem funksjoner
3. For hvert utredningsområde, spesifisere om den bør inndeles i eventuelle **delområder**. Kriterier for dette er i hovedsak:
 - Vesentlige forskjeller i bunntype, som kan gi grunnlag for forskjellige habitattyper
 - Kjente utbredelsesområder for spesifikke arter eller habitattyper, der disse ikke dekker hele utredningsområdet

Fastsette **verdi** for alle relevante gruppene innen delområdene (dersom disse er etablert), for hvert utredningsområde. Se også [Tabell 29](#) i Vedlegget.

For hver av utredningsområdene, evaluere **påvirkning** innen alle delområdene (dersom disse er etablert) for hver gruppe. Vurderingskriteriene for forventet påvirkningsgrad er oppgitt i seksjon 4.6.2 for alle fasene i anleggets livsløp (planlegging, utbygging, drift og avvikling). Disse forventede påvirkningsgradene oppgis i tabellformat.

- Estimere de geografiske/romlige utbredelsene av påvirkningene, basert på forutsetningene oppgitt i referanseprosjektet (seksjon 4.6.1) sett i sammenheng med den kjente utbredelsen av bunnsamfunn og naturtyper). Påvirkningsgraden vurderes på en skala fra 0-3
- Estimere den forventete restitusjonstiden for hver av gruppene. Dette vil si omtrentlig hvor lang tid det forventes at påvirkningene vil vedvare (få år, ti-talls år eller permanente).
- Krysningspunktet mellom utbredelsen av påvirkningene samt dens varighet gir grunnlag for vurdering av **påvirkningsgrad**, på en 5-punkts skala (fra forbedret til sterkt forringet).

4. Vurdere graden av **usikkerhet** knyttet til påvirkningsgrad, som i sin tur er basert på utbredelsen og varighet av påvirkningene. Se seksjon 4.7.1 om usikkerhet.
5. For hvert utredningsområde, vurderer **konsekvens** for alle gruppene i alle delområdene, dersom disse er etablert. Konsekvens fastsettes ut fra krysningspunktet mellom skåring for verdi og påvirkningsgrad (se "konsekvensvifta" i Figur 22).
6. Fastsette den **samlede usikkerhet i vurderinger av grad av konsekvens** (se Figur 23).
7. Alle skåringene/ tallfestede vurderingene lagres som CSV-filer, som er tilkoblet shapefilene for utredningsområdene samt eventuelle delområdene.

4.2 Innsamling av data

4.2.1 Grunnleggende sedimenttyper, bunntopografi og oseanografiske forhold

Bunnsedimentenes kornstørrelser ble hentet fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)/Mareano.

- Datasettene "Bunnsedimenter (kornstørrelse) oversikt" og "Bunnsedimenter (kornstørrelse) regionalt" fra NGU ble satt sammen, for å dekke så mye av hvert enkelt utredningsområde som mulig.

For bunntopografien til havvindområdene ble modellert dybdelag fra NVE brukt, med romlig oppløsning på 100 x 100 m.

General Bathymetric Chart of the Ocean (GEBCO) med en romlig oppløsning på 15 buesekunder ble brukt til å beregne gjennomsnittlig helning av havbunnen i områdene med QGIS.

Modellerte oseanografiske forhold ble hentet fra NorKyst-800 og modellen ble kjørt i ett år av Meteorologisk Institutt.

4.2.2 Næringsaktiviteter

Plassering av O&G installasjoner (inkl. rørledninger) og aktive letebrønner fra Søkeldirektoratets faktakart 3.0 ble hentet fra Barents Watch.

Fiskeriaktiviteter ved bruk av bunnfiskeredskaper (bunntrål, snurrevad og teiner) ble hentet fra Fiskeridirektoratet basert på AIS posisjonsdata for Norske fiskefartøy (>11 m) de siste 10 årene.

4.2.3 Oseanografiske endringer

Modellen NorKyst-800 ble kjørt av Meteorologisk institutt med en justering av redusert vindhastighet fra et utvalg av de planlagte havvinnanleggene.

- Et havvندانlegg (se referanseprosjekt 4.6.1, Tabell 8) ble i modellen representert av en reduksjon i vindhastighet innenfor og i le av anlegget, ved hjelp av en teoretisk beregnet vindreduksjon.
- Reduksjonen er størst nærmest anlegget og blir gradvis mindre jo lenger borte fra anlegget man kommer.

- Et helt havvindanlegg ble modellert som en blokk (rektangel) i stedet for individuelle turbiner siden oppløsningen i modellen er relativt grov (800 m).
- En kontrollkjøring med nøyaktig samme oppsett, men uten vindreduksjon, ble kjørt for å ha en referansesituasjon å sammenligne med.

Resultatene fra modellen er døgngjennomsnitt av havstrømmer, temperatur og saltholdighet. Vi bruker disse dataene til å vurdere endringer i strømfelt på havbunnen.

Begge modellene (uten og med havvindanlegg) ble bare kjørt for ett år. Det betyr at det kan være betydelig mellom-års variasjon som ikke blir fanget opp av modellen. Endringer basert på disse modellkjøringene er derfor kun et første skritt i å prøve å forstå mulige hydrografiske endringer fra havvind i norske havområder. I tillegg inkluderer modellen bare effekter av redusert vindhastighet, ikke andre fysiske virkninger som turbulens som skapes av strukturene under vann.

4.2.4 Bunnfauna og naturtyper

Informasjon om sannsynlige bunnsamfunn og/eller naturtyper ble hentet fra følgende kilder:

- **Mareano programmet**
 - o Geo-refererte visuelle data fra tokt 2022 og 2024 i områdene Vestavind B, Vestavind F, og Sørvest F
 - o Ulike kart og observasjoner fra andre Mareano-tokt (både bløtbunnsfauna og visuelle observasjoner) der disse samsvarer med utredningsområdene
 - <https://kart.Mareano.no/Mareano/MareanoPolar.html?#maps/7131>
 - Det ble gjennomført en vurdering av tilgjengelige bilder av bunndyr og sedimenter
 - Noe av informasjon kan ikke uten videre importeres til kartene brukt i denne utredningen, men det ble gjort noen ekspertvurderinger om de generelle forhold i områdene
 - Billedmaterialet og sammendrag fra ulike toktrapporter
 - o Kart over sårbare biotoper
 - Bl.a. svamp og korallhabitater
 - Merk at Mareano bruker OSPAR kriterier for sårbare habitater
- **Havforskningsinstituttets Geoserver**
 - o Tilgjengelig her: [Havforskningsinstituttets GeoServer](#)
 - o Brukt til dokumentasjon om beliggenhet og omfang av Særlig Verdifulle Områder (SVO), satt i sammenheng med NVE utredningsområdene
 - Den korteste avstanden til havvindområdene samt overlappende områder med havvindområdene ble beregnet i QGIS.
 - o Anslåtte områder med sårbare habitater som svamp eller koraller (merk at disse kartene alle er knyttet hverandre og alle kan finnes via Mareano)
 - o Anslåtte fordelinger av kommersielt høstede marine bunndyrsarter, som dypvannsreker (*Pandalus borealis*), sjøkreps (*Nephrops norvegicus*) hummer (*Homarus gammarus*), taskekrabbe (*Cancer pagarus*) og kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*). Kun dypvannsreke, sjøkreps, hummer og taskekrabbe er relevant for vurdering av påvirkning og konsekvens innenfor områdene 1-3 (Vestavind B, Vestavind F og Sørvest F).
- **OSPAR Data and Information Management System (ODIMS – <https://odims.ospar.org/en/>)**

- De fleste relevante data ble hentet fra datatema "Biologisk Mangfold og Økosystemer" gruppert under "bentiske habitater"
- **Data fra Olje- og Gass kartlegging og overvåking**
 - For generell makrofauna (virvelløse dyregrupper som lever i eller på havbunnen
 - I denne sammenhengen gjelder det organismer som innsamles med grabb) brukes MOD databasen (der Akvaplan-niva, DNV-GL og andre er hoved bidragsyttere).
 - MOD internasjonalt heter "Environmental Monitoring Database (MOD) DNV"
 - Dette er nå integrert i den norske delen av den internasjonale databasekilde for biologisk mangfold GBIF
- **ICES Benthic Ecology Working Group (BEWG) publikasjoner**
 - Relevant for bunnsamfunn i den sørligste utredningsområdene
 - For eksempel Kroenke m.fl. (2011)
- **Ekspertvurderinger**
 - Basert på erfaringene innenfor ekspertgruppen som står ansvarlig for denne utredningen. Erfaringsgrunnlaget omfatter:
 - Egen forskning
 - Kunnskap til faglig litteratur og konsulentrapporter
 - Egne felt-observasjoner

4.3 Prinsipper for konsekvensvurdering

For å sikre mest mulig likebehandling mellom ulike fagutredninger, har NVE lagt føringer for 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. Da disse veilederne hovedsakelig er tilpasset prosjektspesifikke konsekvensutredninger på land, har det vært nødvendig med noen justeringer for denne utredningen.

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 verdi *påvirkning og er gitt av plassering av delområder i "konsekvensvifta". Disse fire stegene beskrives nærmere i de neste kapitlene.

Delområder ble definert på basis om en vurdering av sedimenttype på havbunnen, supplert med kunnskap eller ekspertvurdering av bunnsamfunnene, i den grad dette finnes. Dersom det ikke finnes vesentlige forskjeller innenfor områdets grenser ble hele området betraktet under ett. Det vises spesifikk til følgende veiledere:

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

Statens vegvesen (2018, oppdatert 2021). Håndbok V712, Konsekvensanalyser.
<https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v712-konsekvensanalyser-2021.pdf>

4.4 Identifisering av relevante miljøverdier

4.4.1 Generelt

Utredningen setter søkelys på truede eller nær truede arter på den norske rødlista (som er samkjørt med OSPARs liste over truede og/eller minkende arter og habitater), ansvarsarter for Norge, samt økologisk- og kommersielt viktige arter som forventes å være sårbare for utbygging av havvind. Det vurderes i tillegg habitater og/eller artsgrupper som bidrar til viktige økosystemfunksjoner. Sammensetning av bunnsedimentene er styrende for både fordeling av arter og funksjonen på havbunnen.

Kort oppsummert

De mest relevante miljøverdiene vurdert i denne utredningen er gruppert innen følgende kategorier:

- Vanlig bløtbunn
- Sårbare naturtyper
 - o Sjøfjær og gravende megafauna
 - o Svampehabitater
 - o Korallhabitater (Korallrev og Korallskog)
- Kommersielt høstede arter
 - o Dypvannsreke
 - o Sjøkreps
 - o Hummer
 - o Taskekrabbe
 - o Kongekrabbe (Nordavind områder)
- Økosystem funksjoner
 - o Karbonlagring
 - o Biologisk omrøring (bidrar bl.a. til oksygentilførsel i bunnsedimentene)
 - o Habitat heterogenitet (bidrar til mangfold i bunnsamfunnene)

4.4.2 Sårbare naturtyper

De relevante sårbare naturtyper vurdert i denne utredningen er gitt i Tabell 5. Disse naturtyper anses som sårbare ut fra OSPAR-kriterier, norsk rødliste (for arter eller naturtyper) og brukes av Mareano-programmet for kartlegging av sårbare naturtyper i Norge.

Hvert sårbart naturtyper er beskrevet i følgende tekst.

Tabell 5. Oversikt over sårbare habitater vurdert i denne utredningen.

Sårbare naturtype	Inkluderingskriterier	Indikatorarter	Rødliste status
Sjøfjær og gravende megafauna	Rødliste Naturtype, Mareano: Sjøfjærbunn, OSPAR: Seapens and burrowing megafauna	<i>Funiculina</i> sp.	LC
		<i>Kophobelemnion</i> sp.	LC
		<i>Pennatulacea</i> sp.	LC
		<i>Umbellula</i> sp.*	LC
Svamphabitater	Rødliste Naturtype, Mareano: Svampspikelbunn og svampskog, OSPAR: Deep-sea sponge aggregations	<i>Geodia</i> sp.	LC
		<i>Phakellia</i> sp.	NA
		<i>Stryphnus</i> sp.	LC
<i>Korallhabitater</i>			
Korallrev	Rødliste Naturtype, Mareano: Kaldtvannskorallrev, OSPAR: <i>Desmophyllum pertusum</i> rev,	<i>Desmophyllum pertusum</i> (tidl. <i>Lophelia pertusa</i>)	NT
		Gorgoniidae	EN
Korallskog	Rødliste Naturtype, Mareano: Hardbunnskorallskog eller bløtbunnskorallskog, OSPAR: "Coral garden"	<i>Isidella lofotensis</i>	VU
		<i>Madrepora oculata</i>	VU
		<i>Paragorgia arborea</i>	NT
		<i>Paramuricea placomus</i>	LC
		<i>Primnoa resedaeformis</i>	VU
		<i>Radicipes</i> sp.	VU

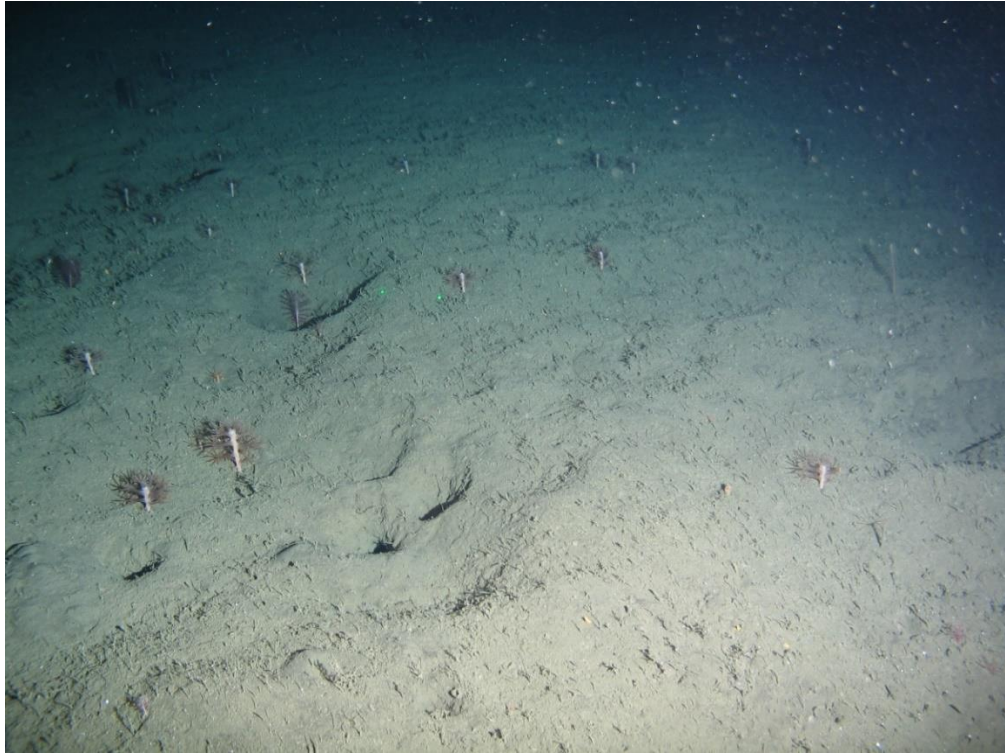
*Dypvannsart som ikke forventes å forekomme i utredningsområdene.

Sjøfjær og gravende megafauna

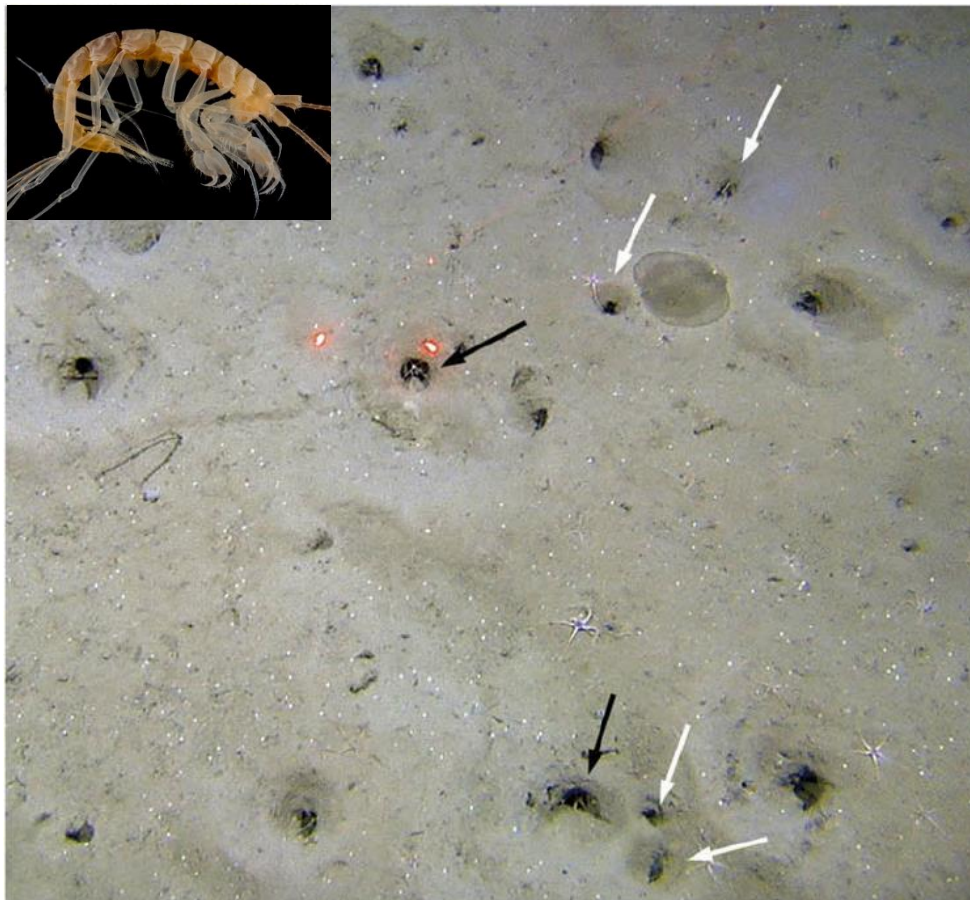
Dette habitatet finnes typisk på bløtbunn og vil forekomme i de fleste av utredningsområdene. Den er definert etter OSPAR-kriterier (som også følges av Mareano), der oppreiste sjøfjær opptrer sammen med større gravende bunndyr, som for eksempel sjøkreps eller andre gravende dyr (Figur 15 og Figur 16).

Typiske sjøfjær på norsk sokkel er stor piperenser, liten piperenser og hanefot (*Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis*, og *Kophobelemnion stelliferum*). Sjøfjær vokser langsomt og kjønnsmodnes relativt sent (> 5 år). Derfor vil restitusjon av sjøfjærestander etter en påvirkning kunne vare flere tiår (Neves m.fl. 2015; Murillo m.fl. 2018). Vi har ikke avdekket studier av grenseverdier for påvirkning fra sedimentasjon på sjøfjær. Gruppen vurderes likevel å ha moderat følsomhet overfor økte partikkelkonsentrasjoner, da de lever av partikler som fanges inn fra vannsøylen.

Typiske gravende megafauna inkluderer sjøkreps i mudderbunn, og fisk i tobisfamilien i sandbunn. Tobis omtales i Siwertsson m.fl. (2024). Sjøkreps omfatter kommersielt høstede arter i Norge, som trives i gjørmete områder i Norskehavet og Nordsjøen. Disse artene er sårbare for fysisk forstyrrelser fra aktiviteter som påvirker havbunnen, som bunntåling eller etablering av undervannsinfrastruktur. I tillegg er sjøkreps følsom for avsetning av organisk materiale på bunnen, og trives ikke i områder med høy organisk belastning. Se også omtale under avsnitt om kommersielt høstede arter i seksjon 4.4.4.



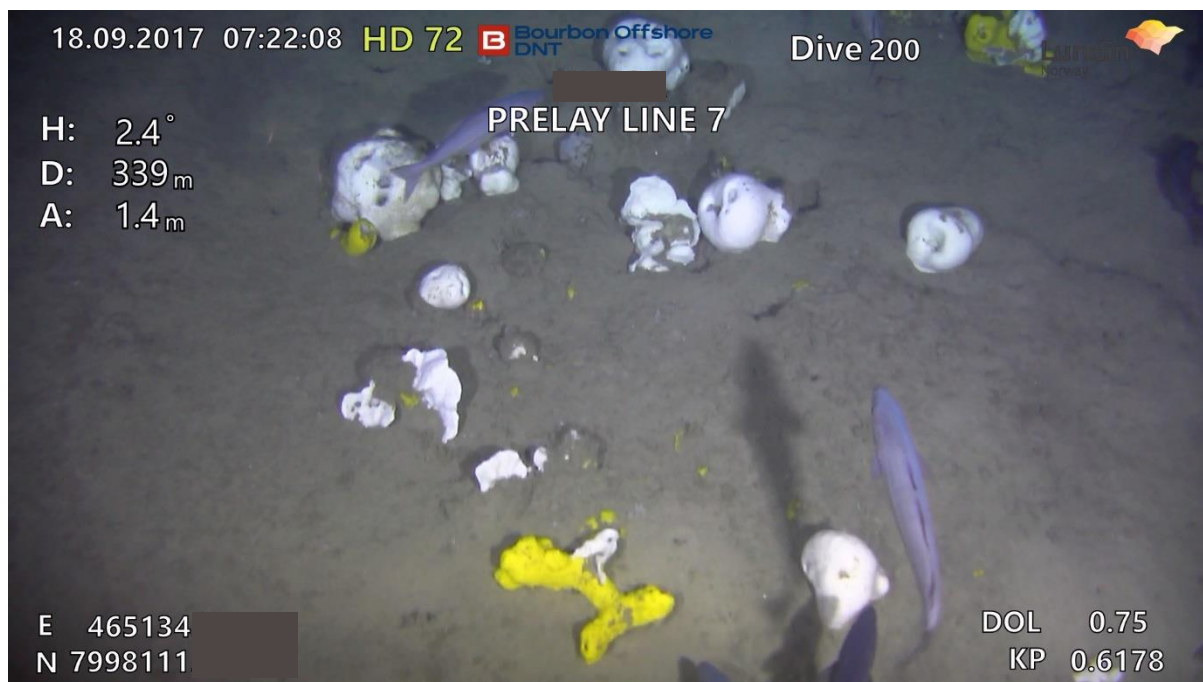
Figur 15. Bløtbunns habitat med sjøfjær og spor av ganger laget av krepser. Bilde: Islandsk hav- og ferskvanninstitutt.



Figur 16. Havbunns sediment bebodd av *Neohela monstrosa*, en amfipode som graver huller og ganger i sedimentet. Hovedbildet fra Buhl-Mortensen m.fl. 2015. Innsatt bilde i venstre hjørne fra det svenske artsregisteret ©Fredrik Pleijel.

Svampehabitater

Svamp forekommer i de fleste bløtbunnsmiljøer, men her menes de tette ansamlingene som ligger under OSPARs definisjon av et svampehabitat (noe som også bl.a. Mareano følger). Disse forekommer blant annet i den sør-vestlige delen av Barentshavet og inkluderer området av **svampspikelbunn** på Norske rødliste for naturtyper at er nær trua (NT). Slike habitater er definert i henhold til tetthet av langsomt voksende svamper, som for eksempel potetsvampen *Geodia* (Figur 17).



Figur 17. Svampehabitat i Barentshavet. Bilde: Cochrane, Akvaplan-niva og Bourbon Offshore DNT. De runde hvite svampene er *Geodia barretti*. Skala kan estimeres fra fisken, som er ca. 60 cm lang.

I likhet med sjøfjær vokser også *Geodia* og andre beslektede svamper langsomt og individene lever lenge. Derfor er habitatet svampskog også vurdert å ha restitusjonstider som måles i tiår.

Hyppig forekommende svamper på norsk sokkel, eksempelvis slekten *Geodia*, har moderat til beskjedent følsomhet overfor sedimentasjon. Således har *Geodia barretti* i forsøk vist seg å kunne tåle lave sedimentkonsentrasjoner i vannsøylen (10 mg L^{-1}), men respirasjonen avtok ved eksponering til konsentrasjoner over 50 mg L^{-1} (Tjensvoll m.fl. 2013).

Korallhabitater (korallrev og korallskog)

Som for svamp, sjøfjær og gravende megafauna finnes enkelte korallforekomster (spesielt bløtbunnskoraller, men også enkelte hardbunnskoraller som er festet på stein) spredt over havbunnen på hele den norske sokkelen. Her legges det vekt på habitatdannende korallforekomster, der disse danner rev eller skog, og som i sin tur gir habitat for fisk som uer, brosme og andre dyr (for eksempel muslinger, sjøanemoner og krepsdyr) (Figur 18).

Typiske hardbunnskorall arter på norsk sokkel er øyekorallen *Desmophyllum pertusum* og sjøtre *Paragorgia* spp. Se Buhl-Mortensen (2018a). Merk at hardbunnskoraller kan forekomme flekkvis på stein i et område som ellers er karakterisert som mudderbunn.



Figur 18. Øyekorall (*Desmophyllum pertusum*) danner habitat (korallrev) der fragmenter fra døde kolonier blir substrat for bl.a. fastsittende sjøanemoner (*Protanthea simplex*). Korallene danner levested for fisk, og i bildet sees også sjøtrær (*Paragorgia arborea*) i rød og hvit variant, risengrynkorall og svampene *Mycale lingua* som sitter oppå øyekorallene. Foto: Rune Palerud, Akvaplan-niva.

Det er funnet hardbunnskorallskog eller korallhager på følgende substrata:

- Dyp-havs blokker og kunstige hårde substrater
- Dyp-havs blandede substrater
- Forhøyninger på havbunnen (fjellformasjoner, morenerygger og lign.).

Typiske bløtbunnskoraller ved norsk sokkel er bambuskorall-/grisehalekorallskogbunn arter som for eksempel *Isidella lofotensis* og *Radicipes gracilis* (Buhl-Mortensen 2018b). Det finnes også bambuskorall- eller grisehalekorallskog på dypvanns sand og mudder. Merk at bløtbunnskoraller kan forekomme flekkvis der det finnes for eksempel slam eller mudder, innimellom hårde substrater.

I denne vurderingen ser vi derfor på korallhabitatet som en helhet, bestående av en sammensetning av arter, snarere enn individuelle arter når vi evaluerer verdi og påvirkning. Som også nevnt ovenfor spesifiseres det at koraller offshore forekommer flekkvis, med åpne deler av vanlig bløtbunn inn-imellom eventuelle korallstrukturer.

Kaldtvannskorallene vokser langsomt og det forventes lange (årtier) restitusjonstider etter en større skade. Og da korallene danner komplekse og tredimensjonale habitat for en rekke andre arter, vil denne habitat struktur også ta lang tid å gjenopprette ved en forstyrrelse (Clark m.fl. 2019). Kaldtvannskorallene antas å være moderat følsomme for sedimentasjon. Det er påvist økt slimdannelse (slimet brukes til å fange og fjerne partikler fra koloniene), vevsskader og økt følsomhet overfor sykdom hos koraller som vokste nær oppdrettsvirksomhet (se litteraturgjennomgang av Taormina m.fl. 2024). Vi er ikke kjent med grenseverdier for partikkelmengder som påvirker korallartene som er mest hyppig på norsk sokkel.

4.4.3 Vanlig bløtbunn

Se også karbonlagring som miljøverdi (seksjon 4.4.5).

Verdifulle bunndyr og bunnhabitater inkluderer de som har viktige økologiske funksjoner og bidrar til økosystemtjenester. I denne utredningen anses karbonlagring og biologisk omrøring som nøkkelfunksjoner i sedimenter og dets tilhørende fauna. Vanlig bløtbunn domineres av finkornede sedimenter som leire, silt og slam (se Tabell 29). Samfunnsstrukturen består vanligvis av leddormer, små krepsdyr og bløtdyr som lever inne i sedimentet (infauna), samt større dyr som pigghuder, svamper, reker og krabber som lever på overflaten av sedimentet (epifauna).

Merk at sjøkreps og sjøfjær opptrer stort sett langs hele norsk sokkel der det er bløtbunn. Det er derfor en viss overlapp mellom habitattypen "Sjøfjær og gravende megafauna", "vanlig bløtbunn" og omtalen om "krepser som har kommersiell verdi". Uten undersøkelser og observasjoner som dokumenterer tilstedeværelsen av gravende megafauna, anser vi delområder med finkornet sediment som vanlig bløtbunn. Dersom observasjoner av andre arter som sjøkreps eller sjøfjær er tilgjengelige, vurderes verdien av delområdet deretter.

Restitusjonstiden for bløtbunnsamfunn etter en påvirkning kan variere fra uker til flere år (Tabell 6). Restitusjonstiden avhenger av sedimentets kornstørrelse, frekvens og intensitet i påvirkningene samt lokale forhold (temperatur, vannbevegelse og næringstilgang) som påvirker re-kolonisasjon og vekst hos bunnfaunaen. Restitusjon av bløtbunnsfauna etter installasjon av offshore vindturbiner er lite undersøkt, men resultater fra Nordsjøen og østkysten av USA tyder på at **full restitusjon av bløtbunnsamfunn kan forventes i løpet av 2 – 10 år** (Coates m.fl. 2014, HDR 2020) og at forbud mot bunntåling ved havvind installasjoner i enkelte områder har bidradd til raskere restitusjon av bløtbunnsamfunn (Coates m.fl. 2015, 2016).

Tabell 6. Restitusjonstider etter påvirkning på bløtbunns habitat (Newell m.fl. 1998).

Lokalitet	Habitat type	Restitusjonstid	Kilde
James River, Virginia	Ferskvanns sediment	± 3 uker	Diaz 1994
Coos Bay, Oregon	Forstyrrete mudderflater	4 uker	McCaughey m.fl. 1997
Gulf of Cagliari, Sardinia	Mudder	6 måneder	Pagliai m.fl. 1985
Mobile Bay, Alabama	Mudder	6 måneder	Clarke m.fl. 1990
Chesapeake Bay	Mudder – sand	18 måneder	Pfitzenmeyer, 1970
Goose Creek, Long Island, NY	Mudder	> 11 måneder	Kaplan m.fl. 1975
Klaver Bank, Dutch Sector, North Sea	Sand-grus	1-2 år (exklusiv)	van Moorsel 1994
Dieppe, France	Sand-grus	> 2 år	Desprez 1992
Lowestoft, Norfolk, UK	Grus	> 2 år	Kenny & Rees 1994 1996
Dutch Coastal Waters	Sand-grus	3 år	de Groot 1979, 1986
Tampa Bay, Florida	Østersskall (fullstendig faunafjernelse)	> 4 år	US Army Corps of Engineers 1974
Tampa Bay, Florida	Østersskall (delvis faunafjernelse)	6-12 måneder	Conner & Simon 1979
Boca Ciega Bay, Florida	Sand-grus	10 år	Taylor & Saloman 1968
Beaufort Sea	Sand-grus	12 år	Wright 1977
Florida	Korallrev	> 7 år	Coutenay m.fl. 1972
Hawaii	Korallrev	> 5 år	Maragos 1979

Arter som typisk forekommer i slike sedimenter, vil sannsynligvis ha lav til moderat sårbarhet ovenfor sedimentasjon. Arter som ikke er bevegelige og som ikke selv kan for eksempel fjerne sediment fra rørene sine vil ha en høyere sårbarhet enn de som lettere kan re-etablere seg etter turbulens. Om det sedimenterte materialet stort sett består av uorganisk materiale (for eksempel fra dypere, gamle sedimentlag) kan dette påvirke tilgjengelighet av mat for de lokale bunnsamfunnene.

4.4.4 Kommersielt høstede arter

For de kommersielle artene dypvannsreker (*Pandalus borealis*), sjøkreps (*Nephrops norvegicus*), hummer (*Homarus gammarus*), taskekrabbe (*Cancer pagurus*) og kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) er utbredelse beskrevet ut fra kart fra Havforskningsinstituttet. I tillegg hentes AIS data, som bakgrunnsinformasjon om hvor det foregår fiskeri i utredningsområdene. Vurderingen omfatter ikke landingsstatistikk eller kommersiell verdi.

- *Dypvannsreker*: gytebestandene i Norskerenna og Skagerrak har vært i nedgang og nylig ble vurdert som knapt over det kritiske nivået. Kvoten er derved redusert med 11.1% for 2025 kontra 2024. Påvirkninger som kan forstyrre gyteadferden kan derved potensielt påvirke disse bestandene. Bestandene i Barentshavet vurderes derimot som stabile, med en tilfredsstillende biomasse. Denne arten har en lav sårbarhet til sedimentforstyrrelse da den lett forflytter seg.
- *Sjøkreps* forventes å være utbredt over de fleste utredningsområdene. Gitt at disse krepsdyrene lever i utgravede huler og ganger forventes kun lokale påvirkninger, for eksempel ved ankerlegging under installasjonsfasen der noen hull kan bli gravd opp eller tildekket. Bestanden av sjøkreps er vurdert som stabil. Denne arten er i utgangspunktet følsom ovenfor sedimentasjon/deponering av sedimenter da den tilbringer lengere perioder i hulene sine. Likevel vurderes den til å være lite sårbar da den selv kan grave og fornye hulene og vil derved klare å forflytte eventuelt deponert sediment, i alle fall til en viss grad.
- *Hummer* forekommer stort sett i grunnere farvann <40 m, men kan forekomme noe dypere på norsk sokkel. Hummer vokser svært sakte og restitusjon etter skade eller høsting forventes å være minimum 10 år eller mer. Arten er i tilbakegang i Norge, slik at den fremstår som sårbar (kategori VU på norsk rødliste). Hummer er bevegelige og på lignende måte som for sjøkreps forventes ikke hummer å være særlig sårbare ovenfor kortere perioder med økt sedimentasjon.
- *Taskekrabbe*: denne arten forekommer både langs kysten og i åpent hav i hele landet. Den er kjent fra strandsonen, men er også registrert på dyp ned til flere hundre meter. Taskekrabben lever av bunndyr som for eksempel børstemark. Hunnene bærer egg under halen i 8 måned fra høsten til sen vår, når larvene klekker og utvikler seg videre i vannmassene. Taskekrabbe i norsk farvann betraktes som en enkelt bestand, men dens status er ikke fullt dokumentert grunnet ufullstendig fangststatistikk. Arten er bevegelige og det forventes ikke at den er særlig følsom ovenfor sedimentforstyrrelser eller sedimentasjon.
- *Kongekrabbe* kan forekomme i de nordligste utredningsområdene. Frem til at det foreligger informasjon om dens tetthet og fordelingsmønster er det vanskelig å vurdere verdi. Det forventes om så kun lokale påvirkninger under utbyggingsfasen,

dersom enkelte individer befinner seg akkurat der en anker legges. Ellers er arten bevegelige og det forventes ikke at den er særlig følsom ovenfor sedimentforstyrrelser eller sedimentasjon.

4.4.5 Økosystem funksjoner

Karbonlagring

Lagring av uorganisk og organisk karbon i sedimenter påvirkes av mange faktorer, inkludert den overordnede habitattypen (Atwood m.fl. 2020). Den viktigste faktoren for sedimenter er vanddybde, der dypere sedimenter (>1000 m) generelt akkumulerer mer karbon enn samme sedimenttype i grunnere områder (Atwood m.fl. 2020). Alle områdene i foreliggende utredning har vanddyp lavere enn 1000 m.

Finkornete muddersedimenter er de mest karbonrike sedimentene i Norskehavet og Nordsjøen sammenlignet med grovere sedimenttyper som sand og grus. Det er anslått at finsedimenter i Norskerenna akkumulerer rundt 1-1,24 Tg C år⁻¹ (de Haas og van Weering 1997; Diesing m.fl. 2020), mens kysthabitater (saltmarsk, sjøgress, tare og tidevannsbunn) på den nordvesteuropeiske kontinentalsokkelen er anslått å akkumulere 0,2-0,7 Tg C år⁻¹ (Legge m.fl. 2020).

Områdene som vurderes her, ligger sannsynligvis mellom 0,2-1,24 Tg C år⁻¹, selv om estimater ikke er tilgjengelige og karbonakkumuleringen vil avhenge av dybde, sedimenttype og oseanografiske forhold, samt variere fra område til område. Generelt antyder vi at verdien av sedimenter når det gjelder karbonlagring vil være større for fine sedimenter og mindre for svært dynamiske eller grove sedimenter, selv om det er behov for forskning for å estimere karbonlagring i de NVE-identifiserte områdene. Et unntak fra denne regelen er rev av biologisk avfall (biogene rev) som utvikler seg på en rekke sedimenttyper, fra svært fine til blandede, noen ganger i dynamiske områder. Eksempler er slekten *Sabellaria* "revbyggermark" og blåskjell eller oskjell (*Modiolus modiolus*) som finnes på relativt grunt vann (Burrows m.fl. 2021), som de bunnfaste NVE-identifiserte områdene og kysttraseene for kabellegging. Dypere NVE-identifiserte områder med flytende teknologi kan potensielt inneholde biogene rev av havbørstemark og gravende megafaunasamfunn (f.eks. dyphavssjøfjær *Umbellula encrinus*), som er karakteristiske for gjørmete sedimenter og øker karbonverdien av disse sedimentene ytterligere (OSPAR 2010a).

Kaldtvannøkosystemer med koraller spiller en viktig rolle i karbonlagring. Karbonakkumuleringsraten er større for disse habitatene sammenlignet med sedimenterte habitater i Norskehavet og Nordsjøen (Titschack m.fl. 2015). For de to norske områdene Røst og Trænadjupet, finnes det estimater av karbonandelen som ikke kan sammenlignes direkte med de ovennevnte årlige estimatene for andre sedimenttyper. Det er likevel vist at muddersedimenter som omgir disse kaldtvannskorallrevene eller grussonene inneholder omtrent like mye uorganisk og organisk karbon, henholdsvis ca. 1 % og 4 % av totalvekten (Wehrmann m.fl. 2009). Dette tyder på at muddersedimenter nært kaldtvannskorallrev er like verdifulle som selve revsystemet når det gjelder karbonlagring.

Biologisk omrøring

De små evertebratene som lever i de øverste centimeter av bunnen, graver og omrører sedimentet, og fører dermed oksygen fra vannmassen ned i sedimentene. Oksygen er

nødvendig for aerob omsetning av organisk materiale, både av bakterier i sedimentene og av annen fauna. Respirasjon omdanner det organiske karbonet til biomasse og frigir samtidig næringsstoffer (f.eks. ammonium) og karbondioksid tilbake til vannet, en prosess som kalles remineralisering. Disse stoffene transporteres igjennom blandingsprosesser tilbake til den eufotiske sonen (overflatelagene hvor det er nok lys for fotosyntese) og brukes i fotosyntesen. Denne syklusen er viktig for å tilføre næringsstoffer som støtter den årlige våroppblomstringen.

Habitat heterogenitet

Biodiversiteten øker vanligvis med økende habitat heterogenitet; det vil si variasjon i habitat- eller sedimenttyper i et område. Bløtbunns habitat domineres av leddormer, bløtdyr og nedbrytere, mens hardbunns habitat domineres av mosdyr, svamper, steinkoraller og filtrerende organismer. Derfor kan habitater som inneholder både myk og hard bunn huse arter fra begge samfunnene, noe som øker biodiversiteten og den funksjonelle diversiteten. I denne utredningen anses derfor delområder med blandede sedimenter (f.eks. blandet grovt sediment, steiner og sand) å ha større verdi (middels verdi) sammenliknet med delområder med én enkelt sedimenttype.

4.5 Delområder og verdisetting

4.5.1 Delområder

Ifølge veilederne (M-1941, V712) kan utredningsområdet deles inn i delområder basert på utbredelse av arter/naturtyper og viktige funksjonsområder for disse. I denne utredningen er delområder definert som områder innad i utredningsområdet med samme sediment/habitat type, et område som er kjent eller forventet å inneholde sårbare naturtyper, sensitive arter eller et område som for tiden er utpekt eller foreslått som et SVO-område for bentiske organismer.

Sedimenttype ble bestemt ved bruk av NGUs klassifisering av sediment basert på kornstørrelsessammensetning, forenklet fra 36 geologiske kategorier til 8 økologisk relevante kategorier (Tabell 29). De åtte økologisk relevante kategoriene for kornstørrelse vi bruker i denne rapporten er: slam, sand, slam/sand med grus, grus, grovblandet sediment, blokker i slam/sand, fjell, og biogent rev. Vi har beholdt det høye detaljnivået i det originale NGU-datasettet slik at metodikken kan modifiseres for å ta hensyn til flere sedimenttyper hvis mer data blir tilgjengelig (f.eks. regionale NGU-data istedenfor en oversikt).

4.5.2 Verdisetting

Verdisetting i denne utredningen er basert på beskrivelser av kriterier for verdisetting i M-1941, V712 og Konvensjonen for Biologisk Mangfold (CBD) og Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSA) kriterier. CBD og EBSA kriterier ble brukt i forbindelse med identifisering av særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) (Eriksen m.fl. 2021,

Miljødirektoratet 2021, Statens vegvesen 2018), og tilpasset til denne utredningen. Disse ble fastsatt i CBD Annex I, decision IX/20. Disse kriteriene er som følger¹:

1. Unikhet eller sjeldenhet
2. Spesiell viktighet for arter og/ eller habitater som er truede, i fare eller i nedgang
3. Sårbarhet, skjørhet, sensitivitet eller langsom restitusjon
4. Biologisk produktivitet
5. Biologisk mangfold
6. Naturlighet

Flere av EBSA og CBD kriteriene er enten eksplisitt eller implisitt nevnt i Miljødirektoratets verdiskala (veileder M-1941) og blir dekket av verdisetting i denne utredningen (viktighet for truede eller nedadgående arter og/eller habitater; viktighet for biologisk produktivitet eller økosystemfunksjoner). Kriteriet i punkt 3 "sårbarhet, skjørhet, følsomhet eller lav restitusjonsevne" blir dekket i vurdering av grad av påvirkning.

Informasjonen fra Miljødirektoratets veileder M-1941, med beskrivelse av generell verdiskala og tillegg som er relevante for vurderingen brukt i verditabell for verdisetting av naturmangfold er gitt i [Tabell 7](#).

¹ Alle offisielle EU dokumenter er oversatt til medlemsstatenes språk. Det eksisterer derved ikke noe formell norsk utgave. Denne oversettelsen er etter forfatterens beste evne, basert også på de svenske og danske versjonene.

Tabell 7. Kriterier for verdisetting av bunnsamfunn og naturtyper. Informasjonen fra Miljødirektoratets veileder M-1941, med beskrivelse av generell verdiskala og tillegg som er relevante for vurderingen. NGU kornstørrelseskategorier gi i Appendiks Tabell 29

	Uten betydning for KU	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
<p>Slam:</p> <p>Finkornede sedimenter, typisk med høyt eller moderat organisk innhold og habitat for arter som er viktig for biologisk omrøring og tilførsel av oksygen i sedimentene.</p>		Vanlige arter eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna , spredte forekomster av svamper, kommersielt høstede arter (sjøkreps, dypvannsreke, snøkrabbe og kongekrabbe).	Svampehabitater definert etter OSPAR-kriterier eller svampspikelbunn på Norske rødliste for naturtyper som er nær truet (NT).	Sårbare arter (VU). Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder	Sterk trua (EN), kritisk trua (CR) arter, f. eks. bløtbunnskorallskog (bambus- og grisehalekorallskogbunn) Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder
<p>Sand:</p> <p>Relativ finkornede sedimenter med lavt organisk karbon innhold og få gravende organismer som bidrar til biologisk omrøring og oksygentilførsel.</p>		Vanlige arter eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, sjøfjær og gravende megafauna , kommersielt høstede arter (sjøkreps, dypvannsreke, snøkrabbe og kongekrabbe).		Sårbare arter (VU). Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder	Sterk trua (EN), kritisk trua (CR) arter. Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder
<p>Slam/sand med grus:</p> <p>Liten andel av grovere sediment, innblandet med finkornede sedimenter med lav til moderat kapasitet for karbonlagring og lavt habitat kompleksitet.</p>		Vanlige arter eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna , spredte forekomster av svamper kommersielt høstede arter (dypvannsreke, snøkrabbe og kongekrabbe).	Svampehabitater definert etter OSPAR-kriterier eller svampspikelbunn på Norske rødliste for naturtyper at er nær trua (NT).	Sårbare arter (VU). Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder	Sterk trua (EN), kritisk trua (CR) arter, f. eks. bløtbunnskorallskog (bambus- og grisehalekorallskogbunn) Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder

<p>Grus:</p> <p>Stort sett grove sedimenter med noe innblanding av finkornet materiale. Lavt kapasitet for karbonlagring.</p>		<p>Vanlige arter eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, spredte forekomster av svamper, kommersielt høstede arter (dypvannsreke og hummer).</p>		<p>Sårbare arter (VU).</p> <p>Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder</p>	<p>Sterk trua (EN) eller kritisk trua (CR) arter og habitater.</p> <p>Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder</p>
<p>Grov blandet sediment:</p> <p>Grove sedimenter inkluderer grus, stein og blokk med lavt kapasitet for karbonlagring men høyt habitat kompleksitet.</p>		<p>Vanlige arter eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, spredte forekomster av svamper, kommersielt høstede arter (dypvannsreke og hummer).</p>	<p>Nær trua (NT) arter og deres funksjonsområder inkluderer rødliste habitater hardbunnskorallskog og korallrev også større korallskog.</p>	<p>Sårbare arter (VU).</p> <p>Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder</p>	<p>Sterk trua (EN) eller kritisk trua (CR) arter og habitater f.eks. bløtbunnskorallskog (bambus- og grisehalekorallskogbunn) i slam innimellom hardbunns-substrater</p> <p>Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder</p>
<p>Blokker i slam/sand:</p> <p>Blokk i finkornede sedimenter med lavt kapasitet for karbon lagring men høyt habitat kompleksitet.</p>		<p>Vanlige arter eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, vanlig bløtbunn (i slam/sand), spredte forekomster av svamper, kommersielt høstede arter (dypvannsreke, hummer, snøkrabbe og kongekrabbe).</p>	<p>Nær trua (NT) arter og deres funksjonsområder inkluderer rødliste habitater hardbunnskorallskog og korallrev også større korallskog.</p>	<p>Sårbare arter (VU).</p> <p>Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder</p>	<p>Sterk trua (EN) eller kritisk trua (CR) arter og habitater f.eks. bløtbunnskorallskog (bambus- og grisehalekorallskogbunn) i slam innimellom hardbunns-substrater</p> <p>Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder</p>
<p>Fjell:</p> <p>Berggrunn og harde sedimenter med lavt kapasitet for karbonlagring men grobunn for hardbunnsorganismer.</p>		<p>Vanlige hardbunnsorganismer eller kommersielt høstede arter med stor utbredelse og deres funksjonsområder. For eksempel, spredte forekomster av hardbunn svamper og kommersielt høstede arter (hummer).</p>	<p>Nær trua (NT) arter og deres funksjonsområder inkluderer rødliste habitater hardbunnskorallskog og korallrev også større korallskog.</p>	<p>Sårbare arter (VU).</p> <p>Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder</p>	<p>Sterk trua (EN) eller kritisk trua (CR) arter og habitater.</p> <p>Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder</p>

<p>Biogene rev:</p> <p>Biogene habitater med moderat kapasitet for karbonlagring (inkl. biogene rev av fin sand til blandet grus og mudder eller silt omkringliggende korallrev).</p>			<p>Habitat som gir grobunn for et høyt lokalt arts mangfold og som er sårbar ovenfor fysiske forstyrrelser.</p>	<p>Såbare arter (VU).</p> <p>Regionalt/nasjonalt viktige funksjonsområder</p>	<p>Sterk trua (EN), kritisk trua (CR) arter.</p> <p>Nasjonalt/internasjonalt viktige funksjonsområder</p>
<p>Uspesifisert sediment</p>	<p>Uten grunnlag for evaluering. Uspesifisert med hensyn på kornstørrelse/ kornstørrelse ikke oppgitt</p>				

4.6 Vurdering av grad av påvirkning

4.6.1 Nullalternativ og referanseprosjekt

Graden av påvirkning på bunnsamfunn og bunnhabitat innen hvert utredningsområde vurderes med utgangspunkt i at havvind etableres med spesifikasjoner som i referanseprosjektet (Tabell 8) og sammenlignet med nullalternativet. Den viktigste faktoren for påvirkning på havbunnen ved utbygging av havvind er fysiske forstyrrelser under installasjon/fjerning av **infrastruktur som er i kontakt med havbunnen**. Påvirket areal og varighet av påvirkningen i referanseprosjektet avhenger av typen teknologi som er installert. I referanseprosjektet er flytende turbiner forankret med tre plogankre pr turbin, og ankerkjettinger er i kontakt med havbunnen (Tabell 8) og *påvirket havbunnsareal i referanseprosjektet med 68 flytende turbiner er estimert til 0,022 km²*. Fordi plogankerene synker ned i og havner under sedimentoverflaten etter installasjon, og fordi det antas at i alle fall en viss rekolonisering vil finne sted over tid, er det i denne vurderingen kun tatt hensyn til fysisk berørt areal og ikke habitatfragmentering (konnektivitet).

For bunnfaste turbiner er hver enkelt turbin i kontakt med havbunnen, men det er ikke ankere eller ankerkjetting. Design av bunnfaste turbiner vil variere med vanddyb og bølgeeksponering, og det er benyttet et konservativt anslag på en bunn diameter på 10 m pr turbin (McWilliam m.fl., 2021 og Esteban m.fl., 2019). Derfor er *påvirket havbunnsareal i referanseprosjektet med 68 bunnfaste turbiner estimert til å være 0,005 km²*. Fordi bunnfaste turbiner er i direkte kontakt med havbunnen, anses virkninger av disse å være permanent.

Tabell 8. Spesifikasjoner for referanseprosjekt og parametere for referanseturbin på 22 MW, brukt for å vurdere grad av påvirkning fra havvind. Kilde NVE. Tilleggs spesifikasjonene er utviklet for denne rapporten, i samråd med NVE.

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 (havoverflate – rotorblad)	22 m
Tårnhøyde (havoverflate – senter rotor)	165 m
Tupphøyde (havoverflate – maks høyde rotorblad)	308 m
Tilleggs spesifikasjoner til referanseturbin	
Ankere (x3 ploganker hver flytende turbin)*	100 m ²
Ankerkjetting (x3 hver flytende turbin)	10 m ²
Totalt bunnareal påvirket pr flytende turbin	330 m ² (0,022 km ² for 68 turbiner)
Bunnfast turbin diameter	10 m
Totalt bunnareal påvirket hver bunnfast turbin	78,5 m ² (0,0053 km ² for 68 turbiner)

*merk at ploganker er plassert under sedimentoverflaten. Det antas at sedimentet ovenfor ankeret vil rekoloniseres etter anslagsvis 2-10 år avhengig av sedimenttype (Hiddink m.fl.2006).

Om fundamentet fjernes vil virkningene være mer kortvarig. I denne utredningen estimeres det at vindturbiner vil ha en livstid på ca. 30 år (pers. medd. NVE).

For alle områdene unntatt Vestavind F og Sørvest F er nullalternativet ingen utbygging av havvind, og beskrives for hvert enkelt utredningsområde. For de to åpne områdene Sørlige Nordsjø II (del av Sørvest F) og Utsira Nord (del av 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. Utvidelse av utbyggingen kan være a) flere turbiner og/eller b) større turbiner. Flere turbiner vil naturligvis innebære flere ankere og større turbiner kan kreve enten flere eller større ankere. Frem til at det foreligger konkrete spesifikasjoner om ankerdimensjonene fokuserer denne utredningen på eventuell økning i antall turbiner, med estimert påvirkningsareal som definert i referanseprosjektet.

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 (Tabell 8).

4.6.2 Kriterier for påvirkning og skala

Vurdering av grad av påvirkning på bunnsamfunn og naturtyper er i denne utredningen basert på en beskrivelse av forventede effekter fra utbygging av havvind på arter/habitater. Påvirkning av havvind på bunnsamfunn og naturtyper baserer seg på følgende kriterier, som er utviklet i forbindelse med denne utredningen:

- Økosystemtjenester
 - o Vil tap eller vesentlig forringelse av de enkelte miljøverdiene føre til nedsatt økosystemfunksjon?
 - o Hvis ja, vil dette være et lokalt fenomen – eller vil det ha større eller regionale konsekvenser?
- Restitusjonsmuligheter
 - o Vil eventuelle forringelser være permanente eller forbigående?
 - o Om forbigående – ville tidsperspektivet være 0-2 år, 2-10 år eller lengre?
 - o Restitusjon som anslås til å kunne ta over 50 år (for eksempel korallrev) anses som permanent tap/forringelse.
- Romlig/geografisk skala av virkning
 - o Vil påvirkningene være lokale for strukturer eller dekke et bredere område?
 - o Blir arter eller naturtyper påvirket i bred skala (f.eks. på populasjonsnivå)?

Eksempler på påvirkninger i tid og romlig skala:

- Tap av bløtbunns habitat (f.eks. areal sterkt forstyrret av ankere) – Sterkt forringet, men lokalt omfang.
- Permanent endring i bløtbunns habitat (f.eks. tildekking av kabel med grus eller annet substrat) – Moderat alvorlig, avhengig av teknologi brukt/avbøtende tiltak – lokalt omfang.
- Forbigående endring i bløtbunns habitat – dvs. fysiske forstyrrelser (mindre alvorlig, lokalt omfang – forventet restituert innen ca. 5 år)

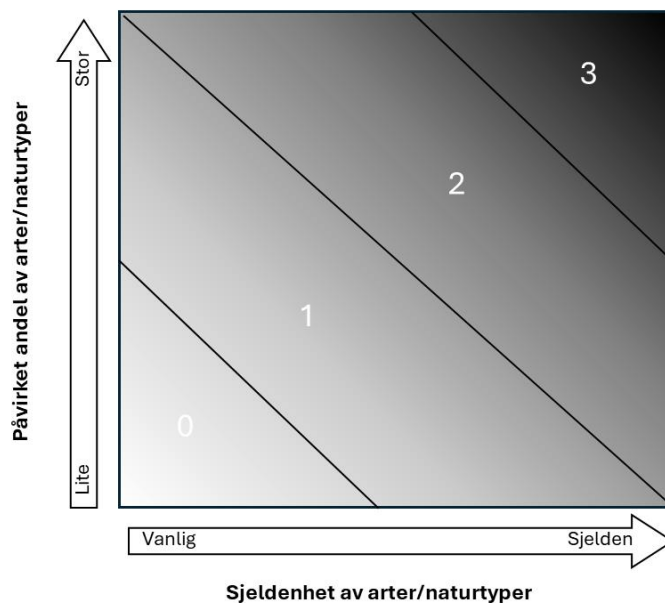
Tabell 9 viser **påvirkningskriterier** brukt som veiledning i vurdering av virkninger fra havvind på bunnsamfunn. Det er hentet elementer fra veilederne M-1941 og V712 relatert til naturmiljø og ikke prissatte tema, særlig fra registreringskategoriene arter og økologiske funksjonsområder (områder som er viktige for naturmangfold). Bunnsamfunn og naturtyper er tilpasset med inkludering av restitusjonstid og romlig skala for påvirkning.

Tabell 9. Påvirkningskriterier brukt som veiledning i vurdering av virkninger fra havvind på bunnsamfunn. Tabell basert på veilederne M-1941 og V712 og tilpasset marine bunnsamfunn og naturtyper.

Påvirknings-kategori	Forbedret	Ubetydelig	Noe forringet	Foringet	Sterkt forringet
Utbredelse av påvirkning	Noen del eller hele området får bedre tilstand eller tilbakeføres til opprinnelig natur	Svært lokale virkninger	Negativ effekt på begrenset romlig skala	Negativ effekt på store romlig skala	Negativ effekt på veldig stor romlig skala
		Direkte virkning kun på en minimal andel av habitatet, uten vesentlige biologiske konsekvenser.	Direkte virkning kun på mindre andel av habitatet.	Direkte virkning på en moderat andel av habitatet.	Direkte virkning på en stor andel av habitatet.
Restitusjonstid	Positiv effekt inkludert områdets funksjoner	Veldig kort restitusjonstid (0-2 år)	Kort restitusjonstid (2-10 år)	Lang restitusjonstid (10-100 år)	Veldig lang restitusjonstid (> 100 år)
<i>Merk: radene ovenfor er tilpasset behovene for bunnsamfunn og naturtyper. Radene nedenfor er tatt direkte fra M-1941, som beskriver de relevante påvirkningene i tid og rom og som kan føre til tapte økosystem funksjoner.</i>					
Naturtyper	Bedrer tilstanden ved at eksisterende inngrep tilbakeføres til opprinnelig natur	Ingen eller uvesentlig virkning på kort eller lang sikt	Berører en mindre viktig del som samtidig utgjør mindre enn 20% av lokaliteten. Liten forringelse av restareal.	Berører 20-50% av lokaliteten, men liten forringelse av restareal. Ikke forringelse av viktigste del av lokalitet	Berører hele eller største delen (>50%). Berører mindre enn 50% av areal, men de viktigste delene ødelegges. Restareal mister sine kvaliteter eller funksjoner.
Økologiske funksjoner og fragmentering	Gjenoppretter eller skaper nye trekk/vandringsmuligheter mellom leveområder/biotoper (også vassdrag). Viktige biologiske funksjoner styrkes.	Ingen eller uvesentlig virkning på kort eller lang sikt	Splitter sammenhenger/ reduserer funksjoner, men vesentlige funksjoner opprettholdes i stor grad. Mindre alvorlig svekking av trekk/vandringssmulighet og flere	Splitter opp eller forringer arealer slik at funksjoner reduseres. Svekker trekk/vandringsmulighet eventuelt blokkerer trekk/vandringssmulighet der alternativer finnes.	Splitter opp og/eller forringer arealer slik at funksjoner brytes. Blokkerer trekk/vandring hvor det ikke er alternativer.

			alternative trekk finnes.		
--	--	--	---------------------------	--	--

For bunnsedimenter og habitater, bestemmes den romlige utstrekningen av påvirkningen av en kombinasjon av den andelen av arter/naturtyper som direkte påvirkes innenfor havvindanlegget, og samt sjeldenhet av arter/naturtyper av habitatet (Figur 19). På den måten kan en konsekvens vurderes å ha lav romlig utstrekning (0-1) når den oppstår som følge av en direkte påvirkning på en liten andel av den aktuelle habitat/sediment type innenfor havvindanlegget, samtidig som habitatet også finnes i store områder utenfor havvindanlegget. Dermed vurderes det relative habitattapet som lavt.



Figur 19 Vurderingsnøkkel for å bestemme den romlige skala av påvirkning i Figur 20. Kilde: denne rapporten.

Omvendt vil det oppstå stort habitattap når en påvirkning har høy romlig utstrekning (3) og berører en stor andel av habitat/sediment innenfor havvindanlegget, samtidig som det er lite (evt. ingen) tilsvarende habitater utenfor anlegget. På denne måten belyses effekten av habitatfragmentering og habitatets sjeldenhet i konsekvensvurderingen.

For en gitt relativ romlig påvirkning (mellom 0 og 3), stiger påvirkningsgraden med økende varighet av den aktuelle påvirkningen. Varigheten av en påvirkning defineres bl.a. på bakgrunn av restitusjonstidene til artene som forekommer i den aktuelle type habitat/sediment, og habitatets øvrige iboende egenskaper. Hvis vi for eksempel ser på en aktivitet som påvirker en type habitat eller sediment som er alminnelig både innenfor og utenfor havvindanlegget (i.e. har en relativ romlig påvirkning i klasse 0), vil en varighet av slik aktivitet på bare 0-2 år klassifiseres som å medføre en ubetydelig påvirkning. Omvendt vil de aktiviteter som kan ventes å medføre langvarige eller permanente påvirkninger (>100 år) gi en påvirkningsklassen tilsvarende "forringet" (Figur 20).

På denne måten vil kun aktiviteter som direkte påvirker en stor del av tilgjengelig habitat/sediment type, og som varer lengre enn 10-100 eller >100 år klassifiseres som å medføre sterk forringelse (og dermed mest alvorlige konsekvens). På denne måten kan metoden illustrere hvordan en kan redusere det samlede fotavtrykk fra havvind på

bunnhabitater ved å plassere havvindanleggene i områder som rommer ordinære, vidt utbredte habitat og naturtyper.

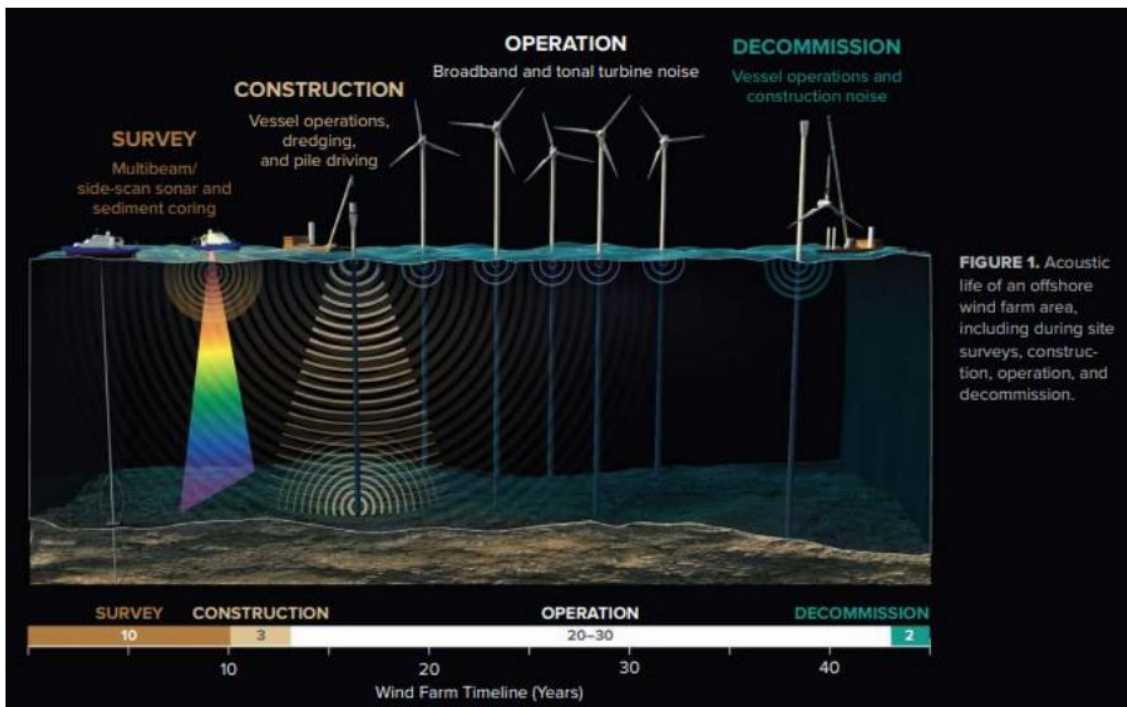
Romlig skala av påvirkning	3						Påvirkning skala Sterkt forringet Forringet Noe forringet Ubetydelig Forbedret
	2						
	1						
	0						
positiv påvirkning							
		0-2 år	2-10 år	10-100 år	>100 år		
		Tidsaspekt av påvirkning					

Figur 20. Visuell tilnærming til vurdering av påvirkning i både tid og rom. Kilde: denne rapporten.

For hvert delområde vurderes grad av påvirkning etter en skala med 5 gitte kategorier (Figur 20). En vurdering av påvirkningsgrad handler om forventet endring i tilstand forårsaket av utbygging av havvind i forhold til nullalternativet. For naturmangfold handler påvirkning ifølge veilederen om at økologiske prosesser og funksjoner forringes og at økologiske sammenhenger brytes. Kriterier i veilederen adresserer både endringer i utbredelse og bestandsstørrelser, og endringer i delområdets egenskaper med betydning for artens levedyktighet. Påvirkning vurderes ut fra hvilken betydning påvirkningen/forringelsen har for den lokale, regionale eller nasjonale bestanden av arten/habitater.

- *Eksempel 1:* plassering av et anker, som vil gi en sterk påvirkning, på et svært begrenset romlig skala og der restitusjonstiden hypotetisk er mellom 10-100 år (dette kan variere etter bunn- eller habitattype) og der forekomstene innenfor havvindanlegget er representativt av området som helhet.
 - o Etter Figur 19 (som vurderer romlig skala samt artenes/habitatets eksklusivitet) vil gi en score på 0
 - o Etter Figur 20 vil dette gi en score på "noe forringet"
- *Eksempel 2:* som ovenfor, men der restitusjonstiden forventes til å være 0-2 år (for eksempel etter pre-lay av fortøyningsløsninger).
 - o I dette tilfelle vil Figur 19 gi en score på 0, mens etter Figur 20 for bunnsamfunn eller naturtyper med 0-2 år restitusjonstid, vil den totale vurderingen være "ubetydelig".

Påvirkningsgrad bestemmes av påvirkningsfaktorer, som varierer med de ulike fasene (planlegging, utbygging, drift, avvikling) og deres varighet (Figur 21).



Figur 21 Eksempler på påvirkningsfaktorer (her støy) knyttet til de ulike fasene av havvind (Mooney m.fl. 2020).

De vurderte påvirkningsfaktorer for bunnsamfunner og naturtyper er gitt i Tabell 10. Merk at ikke alle de vurderte påvirkningsfaktorer vil være like aktuelt under alle fasene. Dette fastsettes under selve vurdering av påvirkningsskalaen for alle fasene.

I planleggingsfasen antar vi at det gjennomføres småskala prøvetaking av havbunnen (for eksempel ved bruk av grabb eller kjerneprøvetaker) og eventuelle miljøundersøkelser (visuell kartlegging ved bruk av ROV) for å få en detaljert vurdering av potensielle anleggsområder. Vi har derfor evaluert mulige **forstyrrelse av sediment** i denne fasen som generelt små.

I utbyggingsfasen forventes **tap av habitat** å ha størst virkning for bunnfaunaen. Tap av habitat vil skje der anker plasseres, samt der ankerkjetting kommer i direkte kontakt med havbunnen (Tabell 8). Vi understreker at disse arealestimatene er hypotetisk og vil måtte justeres når de endelige dimensjonene er fastsatt. Det som er noe usikkert er graden av forstyrrelser knyttet til installasjon av ploganker og restitusjonen i etterkant. Til tross for at noe av sedimentforstyrrelsen kan være tilnærmet permanent, så forventes en viss grad av rekolonisering av bunnsamfunnene.

I driftsfasen, når alle installasjoner er på plass og produksjonen går som planlagt, forventes det bare liten påvirkning på bunnsamfunnene. Unntaket kan være ved eventuelt behov for vedlikehold eller utskiftning av ankere. Derfor utgjør påvirkning på bunnsamfunn som følge av mulig **oppvirvling av sediment** i forbindelse med vedlikeholdsoperasjoner en (begrenset) påvirkning i driftsfasen.

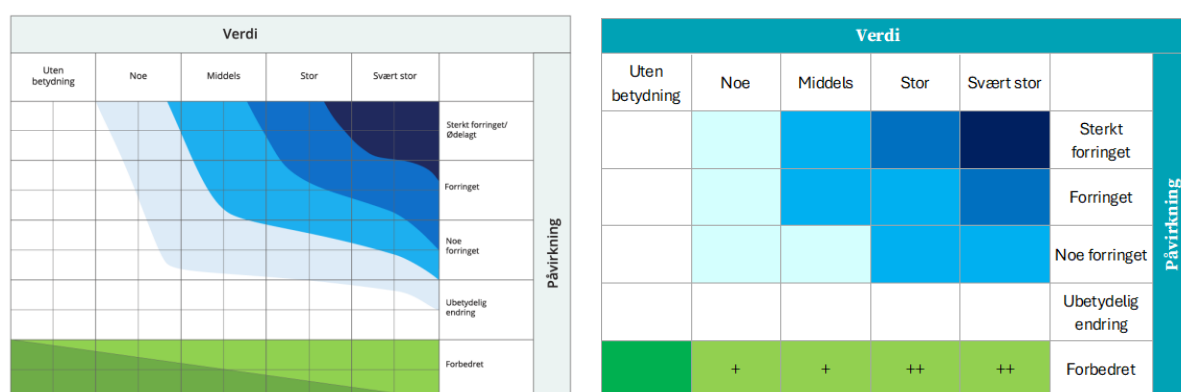
I avviklingsfasen antas det at ankerene ikke fjernes og det forventes derfor lite videre **forstyrrelser av sediment**. Omfanget av spor etter ankerlegging på sedimentene vil være avhengig av ankertype, men det forventes en viss rekolonisering under anleggets levetid. I denne utredningen tas det ikke hensyn til eventuell utlekking av stoffer fra nedgravde ankere.

Tabell 10. Kort oversikt over mulige påvirkningsfaktorer vurderes under de ulike livsfaser av offshore vind-anlegg.

Fase	Aktiviteter/ potensielle påvirkningsfaktorer	Vurderte påvirkningsfaktorer	
		Flytende	Bunnfast
Planleggingsfase	Bunnprøvetaking, akustiske og visuelle survey	Begrenset uttak av sediment/ akustisk stråling	Begrenset uttak av sediment/ akustisk stråling
Utbyggingsfase	Installasjon av fundamenter eller ankre og kabellegging	Tap av habitat	Tap av habitat
Driftsfase	Ikke videre aktiviteter som direkte påvirker havbunnen. Mulig flekkvis erosjon av sedimenter i forbindelse med bunnliggende infrastruktur	Fysisk forstyrrelser og oppvirvling av sediment i forbindelse med operasjonene	Erosjon av havbunn og kolonisering av turbiner av fastsittende organismer
Avviklingsfase	Fjerning av fundamenter	Fysisk forstyrrelser og oppvirvling av sediment i forbindelse med nedleggelse av strukturer	Fysisk forstyrrelser og oppvirvling av sediment i forbindelse med nedleggelse av strukturer

4.7 Konsekvenssetting

Konsekvensviften tatt i bruk av NVE er vist i Figur 22. Den består av to elementene: 1) verdi og 2) påvirkning, som måles opp mot hverandre. Fra dette kan det regnes en plassering på en konsekvensgrad som verdi*påvirkning Figur 22. Konsekvensskalaen fra M-1941 ble justert til en skala delt i 10 klasser; 5 kategorier for negative konsekvenser (Svært alvorlig, alvorlig, betydelig, noe, og ubetydelig), 5 kategorier for positiv konsekvenser (Svært stor, stor, betydelig, noe og ubetydelig), og bruk av 0 hvis temaet ikke finnes. Konsekvensskalaen er beskrevet i Tabell 11.



Figur 22. Til venstre: Konsekvensvifta fra veileder M-1941 (Miljødirektoratet, 2021). Til høyre: Forenklet konsekvensvifte brukt i denne utredningen.

Tabell 11. Forklaring på konsekvenskategorier i konsekvensvifta fra veileder M-1941 og tilhørende koder som brukes i denne utredningen.

Skala	Forklaring		Kode
Svært alvorlig konsekvens	Den mest alvorlige konsekvensen som kan oppnås for delområdet. Brukes kun for delområder med stor eller svært stor verdi.	----	-5
Alvorlig konsekvens	Alvorlig konsekvens for delområdet.	---	-4
Middels konsekvens	Middels konsekvens for delområdet.	--	-3
Noe konsekvens	Noe konsekvens for delområdet.	-	-2
Ubetydelig konsekvens/forbedring	Ingen eller ubetydelig konsekvens for delområdet.	0	-1 / +1
Noe positiv konsekvens	Forbedring	+	+2
Betydelig positiv konsekvens	Betydelig forbedring	++	+3
Stor positiv konsekvens	Stor forbedring	+++	+4
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.	++++	+5
Verdien finnes ikke			0

4.7.1 Usikkerhet

Generelt

Denne utredningen er en *overordnet* vurdering av konsekvenser for naturmangfold fra utbygging av havvind i de identifiserte utredningsområdene (NVE 2023). Det baserer seg på:

- Offentlig tilgjengelige data
- Ekspertvurderinger
- Arbeidshypoteser dersom det ikke finnes konkrete data.

Det vil nødvendigvis være en viss grad av usikkerhet knyttet til slike overordnede vurderinger, grovt sett innen følgende kategorier:

- Datagrunnlaget, som kan være mangelfullt
- Kunnskapsgrunnlaget – for eksempel ved nye problemstillinger, som krever ekspertvurderinger som enda er i utviklingsfase, eller ved enkelte bunn- eller habitattyper, der langtidsvirkninger ikke er tilstrekkelig dokumentert
- Hypoteser basert på erfaringer annensteds, som ikke nødvendigvis er fullstendig overførbar til selve utredningsområdene.

Det gjøres oppmerksom på at usikkerhet ikke vil direkte påvirke de vurderte nivåene av påvirkninger eller konsekvenser, men oppgis som bakgrunn. Dette vil også bidra til fremtidige prioriteringer, dersom identifiserte kunnskapshullene skal tettes.

Usikkerhet knyttet til selve tiltaket (utbygging av havvind) stort sett gjelder valg av konstruksjonsutstyr, for eksempel type og antall anker (ved flytende teknologi) og omfanget av fundamenteringsløsninger (ved bunnfaste turbiner). Denne utredningen tar utgangspunkt i en rekke antagelser som spesifisert for referanseprosjektet (Tabell 8), slik at det ikke vil være noe usikkerheter knyttet til tekniske løsninger.

Usikkerhet knyttet til datagrunnlag

Det er åpenbart at det ikke vil finnes data fra fysiske prøvetaking eller visuelle observasjoner som dekker alle utredningsområdene i sin helhet.

Det eneste høyoppløselige og sammenhengende datakilden som dekker store deler av norsk sokkel er kart over marine bunnsedimenter utarbeidet av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), som også er en del av Mareano-prosjektet (https://geo.ngu.no/kart/marin_mobil/). Disse data er nedlastbart og er basert på akustiske metoder, supplementært med visuelle observasjoner og fysisk prøvetaking ved utvalgte lokasjoner. Dette bidrar til bekreftelse og verifisering av sedimentkategoriene. I noen tilfeller kan det ha blitt brukt modelleringsverktøy.

- Usikkerheten i klassifisering av sannsynlig bunntype kan være at det ikke nødvendigvis foreligger visuell eller fysisk verifisering for alle akustiske observasjonene.
- Gitt at NGU/Mareano kartgrunnlaget er basert på akustiske redskaper av høy kvalitet og et høyt nivå av geologisk kunnskap er denne mulige kilden til usikkerhet vurdert som lavt.

Usikkerhet knyttet til kunnskapsnivå

Dette omfatter kunnskapshull om effekter på arter og bestander fra påvirkninger fra utbygging av havvind. Det er spesielt stor usikkerhet om effekter av flytende havvind sammenlignet med bunnfast teknologi. 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.

Vurdering av usikkerhet

I denne utredningen inkluderes en kvalitativ score på usikkerhet knyttet til kunnskaps- og datagrunnlaget som ligger til grunn for vurdering av grad av påvirkning. Usikkerheten består av to kategoriene relatert til kriterier for vurdering av grad av påvirkning:

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

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

Usikkerhet er rangert i tre kategorier:

Lav: Data om utbredelse av arter/naturtyper og kunnskap om viktige områder finnes for utredningsområdet. Høy tillit til eventuell ekstrapolering av forventede bunnsamfunn fra sedimentkart, selv når det ikke finnes fysiske data (for eksempel ved mudderbunn). God kunnskap om utbredelse av påvirkning fra havvind. Sikker kunnskap om sårbarhet for påvirkning fra havvind.

Middels: Usikker kunnskap om utbredelse av arter/naturtyper og viktige områder i utredningsområdet. Lavere tillit i ekstrapolerte vurderinger av sannsynlige bunnsamfunn ved manglende fysiske data (for eksempel mulighet for korallhabitater i områder med grovere sediment). Mindre god kunnskap om utbredelse av påvirkning fra havvind. Middels kunnskap om sårbarhet for påvirkning fra havvind.

Høy: Utilstrekkelig kunnskap om utbredelse av arter/naturtyper og viktige områder i utredningsområdet. Lav kunnskap om utbredelse av påvirkning fra havvind. Lavt kunnskapsnivå om sårbarhet for påvirkning fra havvind.

Samlet usikkerhet (**lav, middels, høy**) for vurdering av grad av påvirkning og konsekvens er et resultat av kombinasjonen av usikkerhet for eksponering og sårbarhet (Figur 23).

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

Figur 23. Samlet usikkerhet i vurderinger av grad av konsekvens er et resultat av kombinasjon av Usikkerhet eksponering og Usikkerhet sårbarhet.

Denne tilnærmingen med å inkludere usikkerhet i vurderinger av kunnskapsgrunnlag for effekter fra ulike aktiviteter og påvirkningsfaktorer, er hentet fra flere kilder, inkludert ODEMM, Options for Delivering Ecosystem-based Marine Management (Robinson m fl, 2013), vurderinger av miljøverdiers sårbarhet i norske havområder (Hansen m.fl. 2022a), vurdering av samlet påvirkning i norske havområder (Hansen m.fl. 2022b) og i Oslofjorden ytre del (Aarflot m.fl. 2024) og FN's klimapanel sine veiledningsdokumenter (Mastrandrea m.fl. 2010).

5 Del 3. Områdespesifikk informasjon og vurdering av enkeltområder

Områdespesifikk informasjon presenteres for hvert utredningsområde. Virkninger og konsekvenser for bunnsamfunn og bunnhabitat beskrives for fire faser av offshore vind. 1: Planlegging inkl. evt. supplerende kartlegging og undersøkelser i hele området; 2: Utbygging med utplassering av installasjoner og infrastruktur; 3: Ordinær drift inkl. miljøovervåking, tilsyn og evt. vedlikehold; samt 4: Avvikling og opprydding etter endt aktivitet.

5.1 Vestavind B

Utredningsområdet Vestavind B ligger i Nordsjøen vest for munningen av Sognefjorden i Vestland fylke (Figur 24). Det vurderes etablert flytende vindturbiner ved evt. utbygging i dette område.



Figur 24. Lokalisering av Vestavind B utredningsområdet er vist med grønt.

5.1.1 Sammendrag: Vestavind B

Bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind B omfatter **vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater, og korallhabitater**. De aktuelle miljøverdiene knyttet til disse grupper ble vurdert til å ha **noe verdi** (vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna), **middels verdi** (svampehabitater) eller **svært stor verdi** (korallhabitater) ifølge vurderingskriteriene. Under planlegging, drift, og avviklingsfasene, vurderes aktivitetene å gi en **ubetydelig konsekvens** for grupper. Dette fordi virkningene kan være permanente, men er romlig begrenset til området ankrene berører. Under utbyggingsfase, konsekvensgrader vurdert fra **noen konsekvens** til **middels konsekvens** avhengig av gruppe,

med størst konsekvens vurdert for korallhabitater Tabell 12. Dette skyldes den svært stor verdi knyttet til disse naturtypene som inneholder arter som er nasjonalt og/eller internasjonalt er definert som spesielt truet eller sårbare.

Tabell 12 Oppsummering av konsekvensgrad for bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind B. Nummer og farge viser konsekvenskategori: -1 hvit = ubetydelig konsekvens, -2 lyseblått = noe konsekvens, -3 mørkeblått middels konsekvens.

Gruppe	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling
Vanlig bløtbunn	-1	-2	-1	-1
Sjøfjær og gravende megafauna	-1	-2	-1	-1
Svampehabitater	-1	-2	-1	-1
Korallhabitater	-1	-3	-1	-1

5.1.2 Områdebeskrivelse og nullalternativ: Vestavind B

I nullalternativet for Vestavind B er det ingen utbygging av havvind, men det er flere petroleumsfelt i området og derfor fortsatt olje- og gass aktivitet. Det er lite skipstrafikk i området, primært relatert til olje- og gassaktiviteten. Det er lite fiskeriaktivitet i Vestavind B.

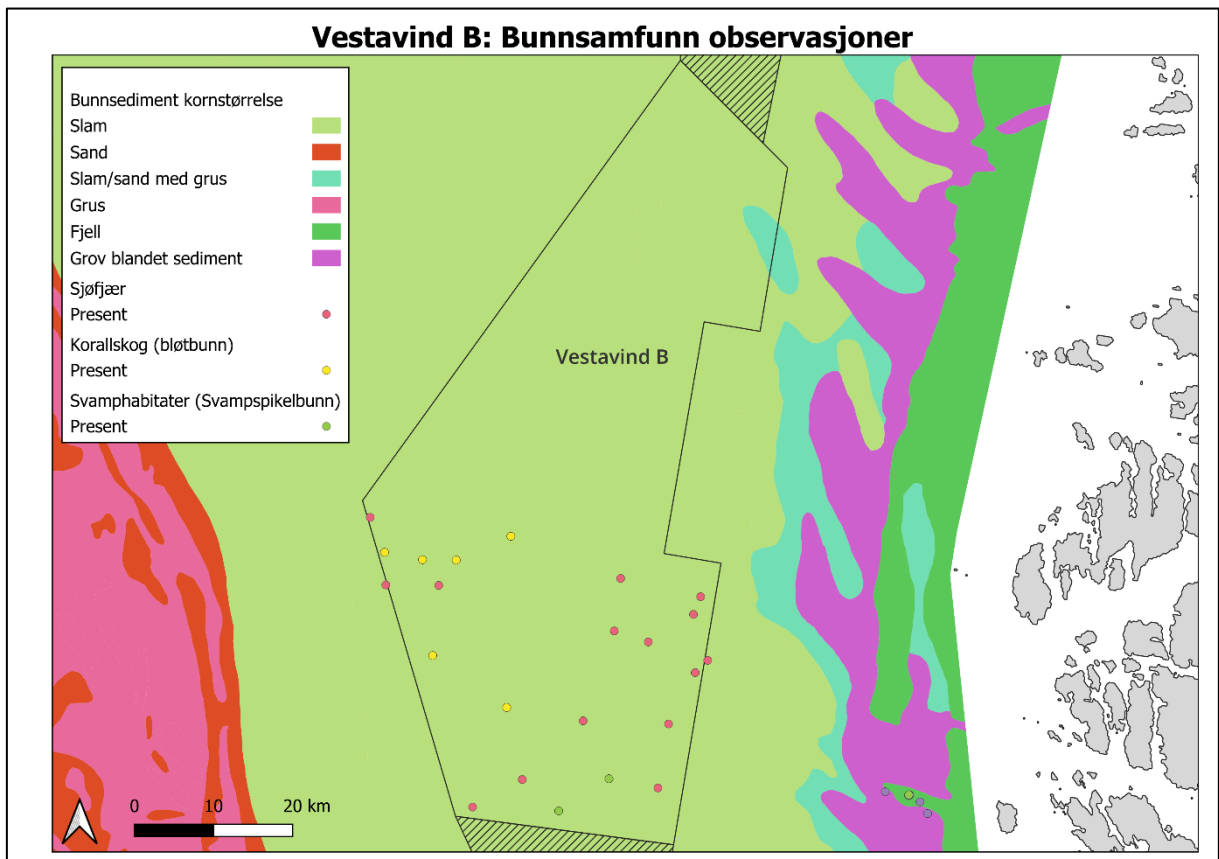
Alternativet som vurderes i denne utredningen er utbygging av flytende havvind tilsvarende referanseprosjektet (kap. 4.6.1). Dagens status ved Vestavind B med hensyn til relevante miljøforhold og aktiviteter er vist i Tabell 13 og Figur 25.

Tabell 13. Oversikt over dagens miljøstatus og generelle forhold i Vestavind B.

Vestavind B	
Planlagt teknologi for havvind	Flytende turbiner, flytende fortløyningsystemer og ploganker
Størrelse	2985 km ²
Dybde og helling	351 m (\pm 17 m), 0.154° (0 – 2.02°)
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 i nordlig del.
Vannforhold	Den østlige delen av området ligger i den norske kyststrømmen, der bunnforholdene fører til sterke strømmer i øvre vannlag (gjennomsnittlig 0,5 m/s) med en netto transport mot nord. Vannmassen i området er lagdelt og påvirkes av ferskvann fra land. Årlige gjennomsnittlige bunnstrømmer er lave (< 0,2 m/s) med sterkere strømmer (>0,35 m/s) i nordøstlige områder.
Kjente miljøverdier i området	Vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svamphabitater (svampspikelbunn), og korallhabitater (bløtbunnskorallskog)
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. Miljøverdiene som gir grunnlag for SVO vurderingene er ikke knyttet til bunnsamfunn og naturtyper.
Annen næringsaktivitet	Det er >90 aktive O&G installasjoner (inkludert utvinningsstrukturer og rørledninger) lokalisert innenfor Vestavind B. Olje- og gassfelt innenfor Vestavind B er: Troll, Gjøa, Nova, Fram og Vega Sør. Det er lite kommersiell fiskeaktivitet innenfor Vestavind B og mest er ved pelagisk trål og passive

redskaper. Litt fiske med bunntål, snurrevad og teiner forekommer i den sørvestlige delen.

Etter verdisetningen gitt i 4.5 er det to hovedtyper av sedimenter innenfor havindområdet Vestavind B; slam og slam/sand med grus. Nylig kartlegging fra Mareano (2022-2024) viser stor tilstedeværelse av sjøfjær, svampspikelbunn, og bløtbunnskorallskog i Vestavind B og at finkornede sedimenter var det dominerende bunnssubstratet (Figur 25).



Figur 25 Sediment kornstørrelser og observasjoner av sårbare naturtyper fra nylig kartlegging fra Mareano i havvindområdet.

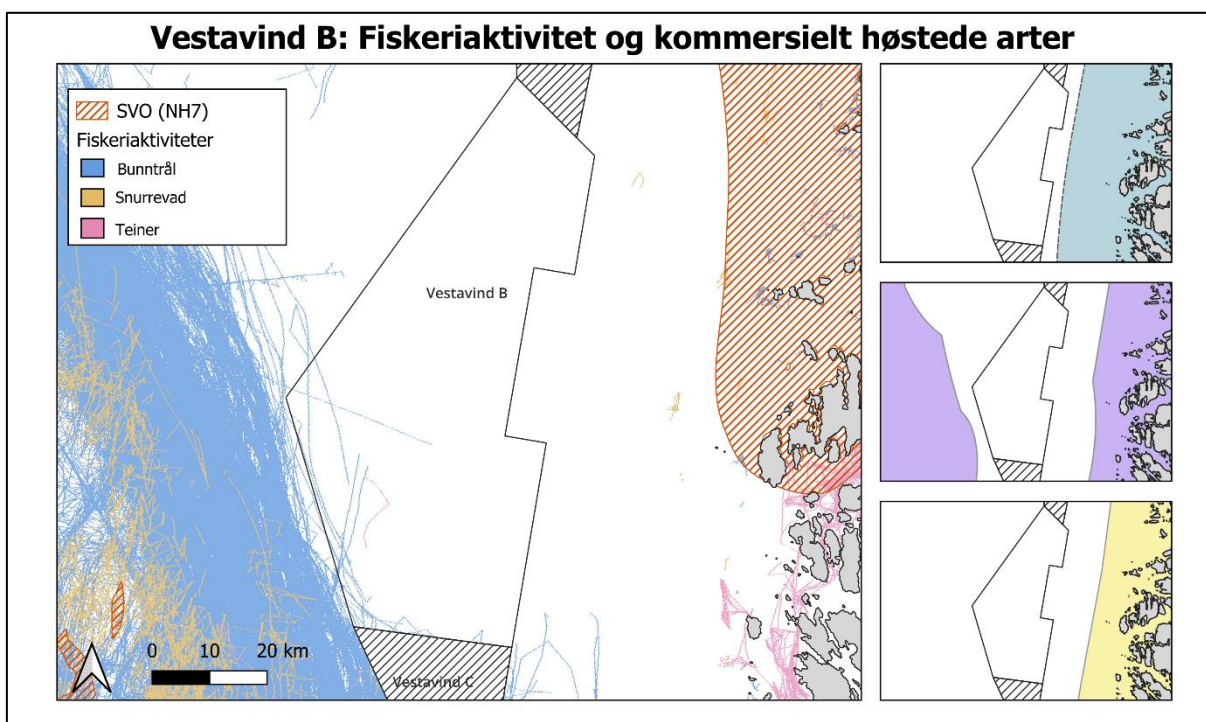
Basert på data fra MOD-databasen er de dominerende bunndyrartene innenfor Vestavind B gitt i Tabell 14. Disse artene (leddormer og bløtdyr) er viktige for blant annet biologisk omrøring av sedimentet (se seksjon 3.1). Disse artene er typiske for vanlig mudderbunn på norsk sokkel og ingen av disse er spesielt knyttet verken forurensning eller har en spesiell verneverdi.

Tabell 14. De ti mest tallrike bunnlevende evertebrater i Vestavind B-området. Data fra en kombinasjon av MOD database samt Akvaplan-niva arkiver. Artene er sortert med de mest tallrike øverst. Polychaeta er børsteormer og Bivalvia er muslinger.

Artsnavn	Rekke	Klasse	Familie
<i>Heteromastus filiformis</i>	Annelida (leddormer)	Polychaeta	Capitellidae
<i>Mendicula ferruginosa</i>	Mollusca (bløtdyr)	Bivalvia	Thyasiridae
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	Annelida	Polychaeta	Amphinomidae
<i>Terebellides stroemii</i>	Annelida	Polychaeta	Trichobranchidae

Artsnavn	Rekke	Klasse	Familie
<i>Chaetozone</i> sp.	Annelida	Polychaeta	Cirratulidae
<i>Spiophanes kroyeri</i>	Annelida	Polychaeta	Spionidae
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	Annelida	Polychaeta	Onuphidae
<i>Genaxinus eumyarius</i>	Mollusca	Bivalvia	Thyasiridae
<i>Clymenura borealis</i>	Annelida	Polychaeta	Maldanidae
<i>Kelliella miliaris</i>	Mollusca	Bivalvia	Kelliellidae

Det er ikke registrert kommersielt høstbare forekomster av sjøkreps, hummer eller dypvannsreker innenfor Vestavind B området. Dette gjenspeiles også i fiskeriaktiviteten, der fiske med bunnredskap i Vestavind B er lav og konsentrert i den sørlige delen av området (Figur 26).



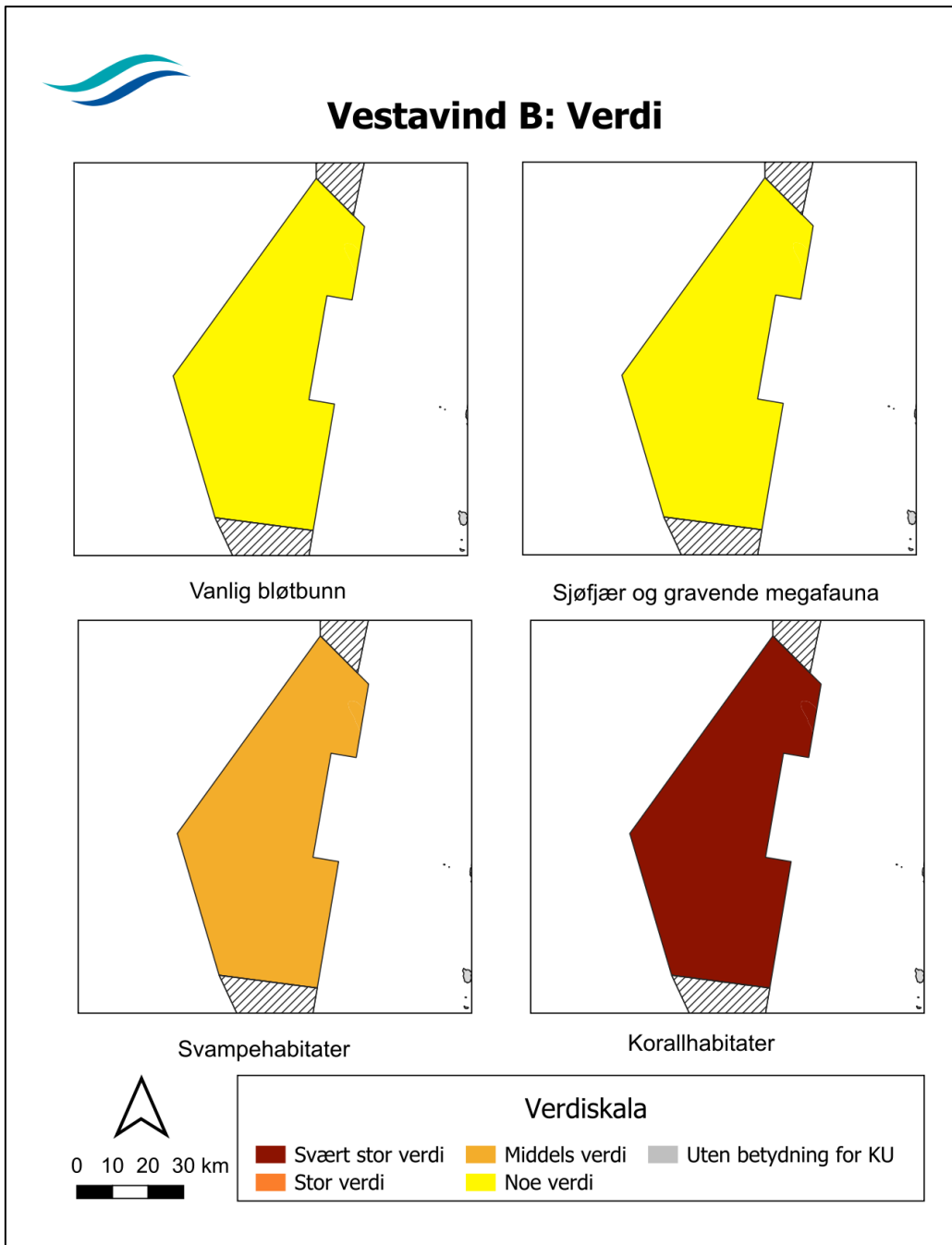
Figur 26. Fiskeriaktivitet med bunnetrål, snurrevad eller teiner i Vestavind B området. SVO (NH7) er vist for referanse. Utbredelser av kommersielt høstede arter dypvannsreke (blå), sjøkreps (lilla) og hummer (gul). Kilde: Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet.

5.1.3 Verdivurdering og delområder: Vestavind B

Basert på tilgjengelige data vil følgende bunnsamfunn og naturtyper bli vurdert i Vestavind B: **vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svamphabitater, og korallhabitater.** Oppsummering av verdivurdering er gitt i Tabell 15 og Figur 27.

Tabell 15. Verdi vurdering av bunnsamfunn i Vestavind B havvind område.

Gruppe	Verdi	Beskrivelse
Vanlig bløtbunn	Noe verdi	Hele området er mudder at har moderat til høy kapasitet for karbonlagring og biologiske omrøring av sediment. Sedimenttypene forventes å huse vanlig bløtbunnssamfunn.
Sjøfjær og gravende megafauna	Noe verdi	Sjøfjær observasjoner i området fra Mareano videoundersøkelser. Høy tetthet. Egnet habitat funnet i hele området.
Svampehabitater	Middels verdi	Observasjoner av svampspikelbunn fra Mareano videoundersøkelser. Egnet habitat funnet i hele området.
Korallhabitater	Svært stor verdi	Bløtbunnskorallskog observasjoner i området fra Mareano videoundersøkelser. Egnet habitat funnet i hele området.



Figur 27. Verdivurdering av bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind B havvind område.

Vanlig bløtbunn

Vestavind B deles ikke inn i delområder basert på utbredelse av vanlig bløtbunn.

- Hele Vestavind B-området består av mudder (slam eller slam/sand med grus)
- Denne bunntypen har høy kapasitet for karbonlagring, og vanligvis inneholder organismer som bidrar til biologisk omrøring (se seksjon 3.1)
- Verdien av denne naturtypen ble vurdert til å ha **noe verdi**.

Sjøfjær og gravende megafauna

Vestavind B deles ikke inn i delområder basert på utbredelse av sjøfjær og gravende megafauna.

- Sjøfjær-felt med moderat tetthet ble observert av Mareano på den sørlige halvdelen av Vestavind B (tokt 2024)
- Hele Vestavind B består av mudder og finkornet sediment, som er egnet habitat for sjøfjær og gravende megafauna. På dette grunnlaget vurderes det at det er høyst sannsynlig at den nordlige delen av Vestavind B også vil ha lignende bunnsamfunn
- Verdien av naturtypen sjøfjær og gravende megafauna ble vurdert som **noe verdi**.

Svampehabitater

Vestavind B deles ikke inn i delområder basert på utbredelse av Svampehabitater.

- Bløtbunnessvamper ble nylig observert av Mareano (2024) på den sørlige halvdelen av Vestavind B
- Hele Vestavind B består av mudder og finkornet sediment, som er egnet habitat for bløtbunnessvamper (which may occur in high density aggregations). Det vurderes at det er høyst sannsynlig at den nordlige delen av Vestavind B også vil ha et lignende svampsamfunn
- Verdien av naturtypen svamphabitat ble vurdert som **middels verdi**.

Korallhabitater

Det er ikke identifisert delområder for korallhabitater i Vestavind B.

- Bløtbunnskorallskog ble nylig observert av Mareano (2024) på den sørlige halvdelen av Vestavind B
- Hele Vestavind B består av mudder og finkornet sediment, som er egnet habitat for bløtbunnskorallskog. Det vurderes at det er høyst sannsynlig at den nordlige delen av Vestavind B også vil ha lignende korallforekomster.
- Verdien av bløtbunnskorallskog ble vurdert som **svært stor verdi**.

5.1.4 Påvirkningsgrad i Vestavind B

Virkning av utbygging av havvindanlegg på bunnsamfunn i Vestavind B området vil variere etter de ulike fasene og område-spesifikke forhold. Påvirkningene er i hovedsak knyttet til **tap av habitat, fysiske forstyrrelser** og (midlertidig) **oppvirvling av sediment**, avhengig av fase.

Ulike faser i utbyggingen og gruppe av bunnsamfunn eller naturtyper vil ha ulik grad av påvirkning. Hver gruppe er derfor vurdert hver for seg i hver fase og vurderingene er oppsummert i Tabell 16. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Merk at i utbyggingsfasen forventer vi tap av habitat et bunnsareal på ca. 0,022 km² (0.0007 % av Vestavind B).

Tabell 16. Påvirkningsgrad for bunnsamfunn og naturtyper i ulike faser av havvind i Vestavind B.

Gruppe	Delområde	Fase	Påvirknings-faktor	Romlig skala	Tidsaspekt	Usikkerhet - eksponering	Usikkerhet - sårbarhet	Påvirkning
Vanlig bløtbunn	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	2-10 år	Lav	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Sjøfjær og gravende megafauna	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	2-10 år	Middels	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Svampehabitater	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	10-100 år	Middels	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Korallhabitater	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	10-100 år	Middels	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig

Vanlig bløtbunn

I **planleggings-, drifts- og avviklingsfase** vil forstyrrelser av sediment eller økt turbiditet være minimale både i intensitet og utstrekning, så restitusjonstid vil være kort (estimert til 0-2 år). Derfor ble den samlede påvirkningen evaluert som **ubetydelig**.

I **utbyggingsfase** ble tap av habitat vurdert som **noe forringet**:

- Direkte tap av habitat i et lite område ved ankerpunkter som utgjør en liten andel av vanlig bløtbunn (svært vanlig)
- Tap av habitat vil også føre til dødelighet av vanlig bløtbunnsfauna, med forventet restitusjonstid 2-10 år

Usikkerheten knyttet til eksponering i ulike faser ble vurdert som **lav** fordi det finnes data på sedimenttype i hele området, forekomster av «indikator»-fauna er kjent fra området og det er høy tillit til ekstrapolering til resten av området (vanlig bløtbunn vil finnes overalt). Usikkerheten knyttet til sårbarhet i ulike faser ble vurdert som **lav** fordi restitusjonstid/varighet av vanlig bløtbunn er dokumentert.

Sjøfjær og gravende megafauna

- I **planleggings-, drifts- og avviklingsfasen** ble påvirkningen vurdert som **ubetydelig** med **lav usikkerhet**:
 - **Eksponering**: sedimentdata dekker hele området, det er kjente observasjoner av sjøfjærbunn fra Mareanokartlegging, og generelt trygt å ekstrapolere til områder utenfor kjente observasjoner basert på sedimenttilhørighet
 - **Sårbarhet**: naturtypen har dokumentert følsomhet for forstyrrelser/sedimentering, og for sårbarhet regnes de som VME/OSPAR-habitater som det må tas spesielle forvaltnings-/bevarings hensyn
 - Selv om denne naturtypen er sjelden, vil det ikke påvirke den vurderte påvirkningsgraden nevneverdig fordi påvirkningsintensiteten forventes å være så lav i disse fasene.
- I utbyggingsfasen ble påvirkningen vurdert som **noe forringet** med **lav usikkerhet** knyttet til sårbarhet (som over), men **middels usikkerhet** knyttet til eksponering. Selv om det finnes dokumenterte observasjoner av sjøfjæransamlinger fra Mareanokartlegging, er sjeldenheten av ansamlingene mer usikker, noe som kan påvirke graden av påvirkning (større påvirkning hvis aggregeringene er sjeldnere enn antatt).

Svampehabitater

- I **planleggings-, drifts- og avviklingsfase** ble påvirkningen vurdert som **ubetydelig** med **lav usikkerhet**:
 - **Eksponering**: sedimentdata dekker hele området, det er kjente observasjoner av svampspikelbunn fra Mareanokartlegging, og generelt forsvarlig å ekstrapolere til områder utenfor kjente observasjoner basert på sedimenttilhørighet
 - **Sårbarhet**: naturtypen har dokumentert følsomhet for forstyrrelser/sedimentering, og for sårbarhet regnes de som VME/OSPAR-habitater som det må tas spesielle forvaltnings-/bevarings hensyn
 - Selv om denne naturtypen er sjelden, vil det ikke påvirke den vurderte påvirkningsgraden nevneverdig fordi påvirkningsintensiteten forventes å være så lav i disse fasene.

- I **utbyggingsfasen** ble påvirkningen vurdert til **noe forringet** med **lav usikkerhet** knyttet til sårbarhet (som over), men **middels usikkerhet** knyttet til eksponering. Selv om det finnes dokumenterte observasjoner av ansamlinger av bløtbunnsvamp fra Mareanokartlegging, er det mer usikkert hvor sjeldne ansamlingene er, noe som har betydning for graden av påvirkning (større påvirkning hvis aggregeringene er sjeldnere enn antatt).
- Til tross for at det forventes lengre restitusjonstid for svamper (basert på lang levetid), forventes det liten dødelighet.

Korallhabitater

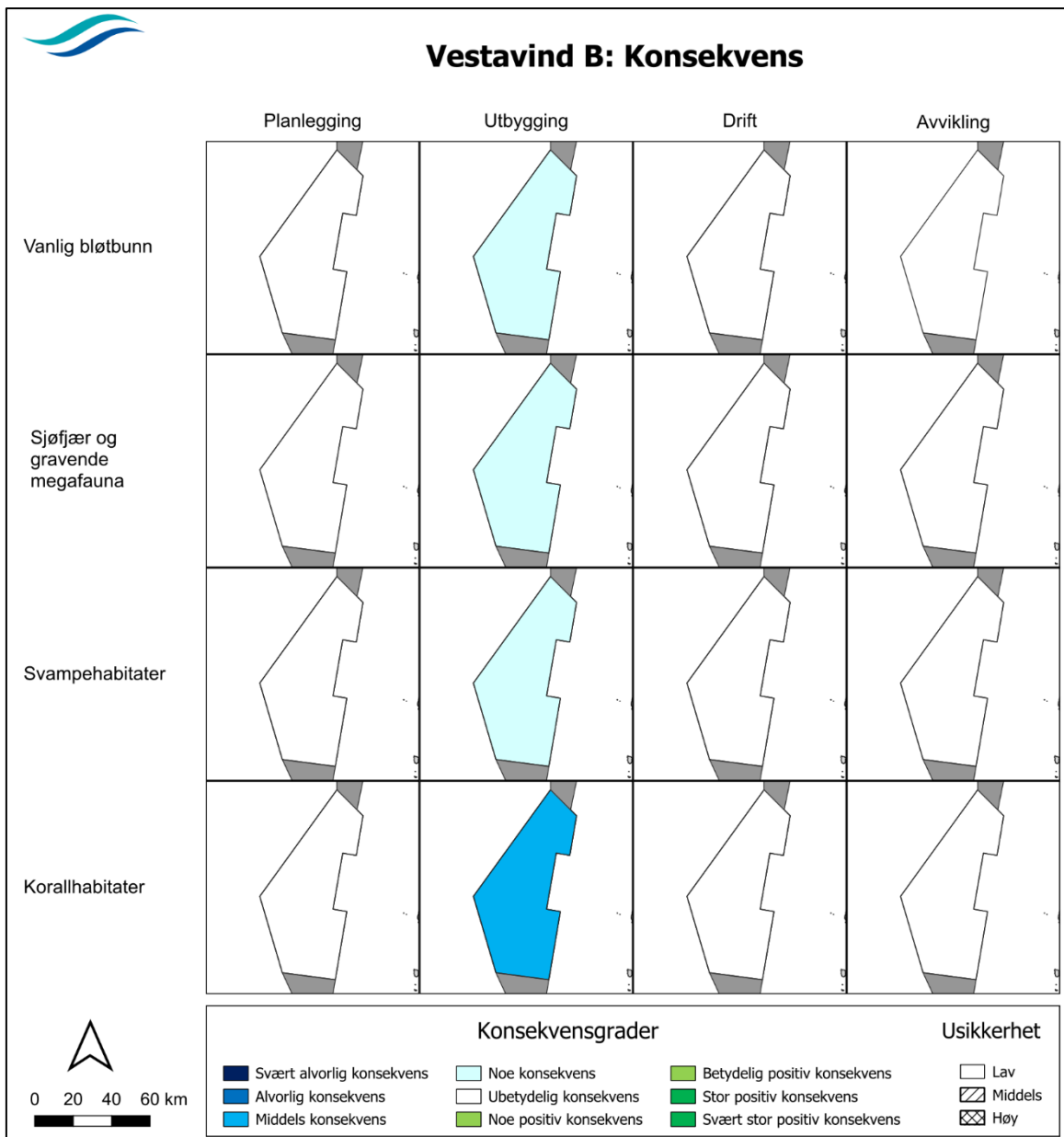
- I **planleggings-, drifts- og avviklingsfase** ble påvirkningen vurdert som **ubetydelig** med **lav usikkerhet**:
 - Eksponering: sedimentdata dekker hele området, det er kjente observasjoner av bløtbunnskorallskog fra Mareanokartlegging, og generelt forsvarlig å ekstrapolere til områder utenfor kjente observasjoner basert på sedimenttilhørighet
 - Sårbarhet: naturtypen har dokumentert følsomhet for forstyrrelser/sedimentering, og for sårbarhet regnes de som VME/OSPAR-habitater som det må tas spesielle forvaltnings-/bevarings hensyn
 - Selv om denne naturtypen er sjelden, vil det ikke påvirke den vurderte påvirkningsgraden nevneverdig fordi påvirkningsintensiteten forventes å være så lav i disse fasene.
- I **utbyggingsfasen** ble påvirkningen vurdert til **noe forringet** med **lav usikkerhet** knyttet til sårbarhet (som over), men **middels usikkerhet** knyttet til eksponering. Selv om det finnes dokumenterte observasjoner av bløtbunnskorallskog fra Mareano kartlegging, er det mer usikkert hvor sjeldne disse er, noe som kan påvirke graden av påvirkning (større påvirkning hvis naturtypene er sjeldnere enn antatt).
- Til tross for at det forventes lengre restitusjonstid for koraller (basert på lang levetid), forventes det liten dødelighet.

5.1.5 Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind B

De vurderte konsekvensene av utbygging av et havvindanlegg i Vestavind B området for alle fasene er oppsummert i [Tabell 17](#) og [Figur 28](#).

Tabell 17. Konsekvensgrader av bunnsamfunn og naturtyper i ulike faser innenfor Vestavind B havvind område.

Gruppe	Delområde	Fase	Påvirknings-faktor	Verdi	Påvirkning	Usikkerhet	Konsekvens
Vanlig bløtbunn	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Sjøfjær og gravende megafauna	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Svampehabitater	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Middels verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Korallhabitater	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Svært stor verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Middels konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig



Figur 28 Vurderingen av konsekvens for alle grupper i de ulike fasene innenfor Vestavind B. Andre havvind områder er vist i mørk grå.

Vanlig bløtbunn

- Den største konsekvensen av å bygge havvind i Vestavind B for vanlig bløtbunn er i utbyggingsfasen og ble vurdert til **noe konsekvens**.
- Dødelighet av bløtbunnsfauna er unngåelig under installasjonen av ankere, men det totale påvirkede arealet forventes å være svært lite i forhold til det totale arealet av vanlig bløtbunn.

Sjøfjær og gravende megafauna

- Den største konsekvensen av å bygge havvind i Vestavind B for sjøfjær og gravende megafauna er i utbyggingsfasen og ble vurdert til **noe konsekvens**.
- Dødelighet ved installasjon av anker forventes å være lav fordi man unngår områder med høy tetthet av sjøfjær.

Svampehabitater

- Den største konsekvensen av å bygge havvind i Vestavind B for svampehabitater er i utbyggingsfasen og ble vurdert til **noe konsekvens**.
- Det forventes ikke dødelighet av svamp fordi områder med høy tetthet av svamp vil unngås, slik at den romlige påvirkningen er begrenset. Dette resulterer i at samlet konsekvens kun blir **noe konsekvens**, til tross for at svampehabitat har **middels verdi**.

Korallhabitater

- Den største konsekvensen av å bygge havvind i Vestavind B for korallhabitater er i utbyggingsfasen og ble vurdert til **middels konsekvens**.
- Det relativt høye konsekvensnivået er et resultat av svært høy verdi av bløtbunnskoraller i området.
- Dødeligheten forventes å være lav, og den samlede påvirkningen bør være begrenset i romlig utstrekning.

At de overordnede konsekvensene av planleggings, drifts- og avviklingsfaser ble vurdert som **ubetydelig** for flere grupper er grunnet i at bunnsamfunnene og naturtypene er nokså vanlige i hele området, slik at aktivitetene ikke vurderes til å ha en vesentlig negativ påvirkning på økosystemnivå. Kombinert **usikkerhet** for konsekvens under de ulike fasene for alle grupper ble vurdert som **lav usikkerhet**. Området er godt kartlagt ved NGU, MAREANO, og offshore olje- og gassvirksomhet som bidrar til lavere usikkerhet knyttet til bakgrunnskunnskap om bunnsamfunn og naturtyper.

5.1.6 Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper med avbøtende tiltak

Oppsummert for Vestavind B området vurderes tap av habitat samt forstyrrelser av sediment til å ha overordnet **noe konsekvens**, bortsett fra for korallhabitater som ble vurdert til **middels konsekvens**. Før etablering av havvindanlegget bør det gjennomføres en miljøundersøkelse der bunnforholdene kartlegges visuelt for å avdekke tettheten av sårbare habitater. Hvis plasseringer av ankre vil være nært bunnsamfunn eller naturtyper som er spesielt sårbare for oppvirvling av sedimenter kan det vurderes tiltak for å begrense omfang av påvirkninger:

- Videre tetting av kunnskapshull – mere detaljerte estimater for omfang av sedimentoppvirvling og eventuelt habitatfragmentering (dette vil avhenge av både bunntype samt valgt teknologi). Se seksjonen nedenfor.
- Om det vurderes nødvendig å begrense oppvirvling av sedimenter kan det vurderes å bruke sugeanker istedenfor ploganker.
 - Installasjon av sugeanker skaper mindre oppvirvling av sedimenter, sammenlignet med disponering av plogankere.

5.1.7 Kunnskapsmangler: Vestavind B

Mareano programmet foretok nylig (2024) et detaljert visuelt survey av den sydlige delen av Vestavind B. Trass i at det er klare forventninger til at den nordlige delen av Vestavind B rommer same type fauna og habitater på mudderbunn, er det også nødvendig å kartlegge den nordlige delen av området for å bekrefte evt. forekomst av sårbare habitat. Lokalteter med tette forekomster av sjøfjær eller svamp bør unngås utbygd.

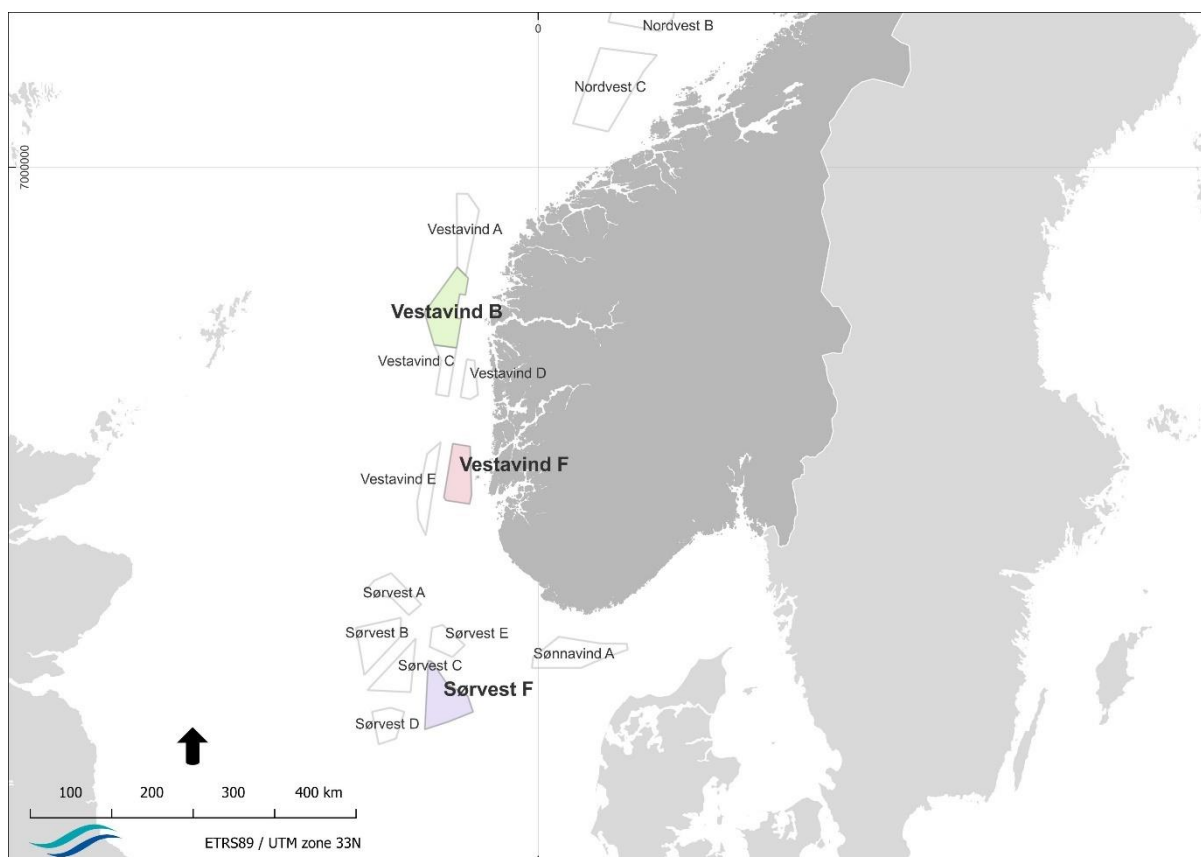
Standard bløtbunnsprøvetaking (vanligvis med grabb) avslører kun svært sjeldent forekomster av sårbare habitater. Uten at det foreligger visuell kartlegging i området i forkant av installasjon av ankere, vil det være høy usikkerhet knyttet til evt. forekomst av slike habitater.

Forslag til tetting av kunnskapshull

- **Foreta detaljert, ikke inngripende (visuell) kartlegging** for å dokumentere mangfoldet i bunnsfaunasamfunnene og plasser turbiner og ankre som overlapper minst mulig med verdifulle/følsomme habitat.

5.2 Vestavind F

Utredningsområdet Vestavind F ligger i Nordsjøen vest for Haugesund og Karmøy i Rogaland fylke (Figur 29). Området utredes for etablering av flytende havvind.



Figur 29. Områdekart der Vestavind F området er vist med rosa.

5.2.1 Sammendrag: Vestavind F

Bunnsamfunn og naturtyper i Vestavind F ble definert som **vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater, dypvannsreker, sjøkreps og hummer**. De aktuelle miljøverdiene knyttet til disse gruppene ble vurdert til å ha **middels verdi** (svampehabitater) og **noe verdi** (øvrige bunnsamfunn og naturtyper) ifølge vurderingskriteriene.

Under utbyggingsfase ble bunnsamfunn vurdert som **noe forringet** for vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater og sjøkreps fordi disse gruppene er sårbare for tap av habitat. Utbygging av havvind kan også medføre dødelighet for disse gruppene i nærheten av ankrene.

For andre bunnsamfunn (dypvannsreker og hummer) ble aktiviteter vurdert å ha en **ubetydelig** påvirkning i løpet av utbyggingsfase fordi artene er veldig mobile og kan unngå påvirkede områder i nærhet til ankere.

Under planleggings, drifts- og avviklingsfasene ble aktivitetene vurdert til å gi en **ubetydelig konsekvens** for alle grupper. Dette fordi aktiviteter i disse fasene ikke vil medføre forstyrrelser av betydning eller over et stort område.

Under utbyggingsfasen ble konsekvensgraden vurdert til **ubetydelig konsekvens** for mobile arter til **noe konsekvens** for arter som er sårbare for forstyrrelser og tap av habitat (Tabell

18). I denne fasen ble aktivitetene vurdert til å gi en **noe forringet** status til habitatet. Dette fordi restitusjonstiden ble vurdert til moderat (2-10 år), men påvirkningen er romlig begrenset til området der selve turbinfundamentene blir plassert.

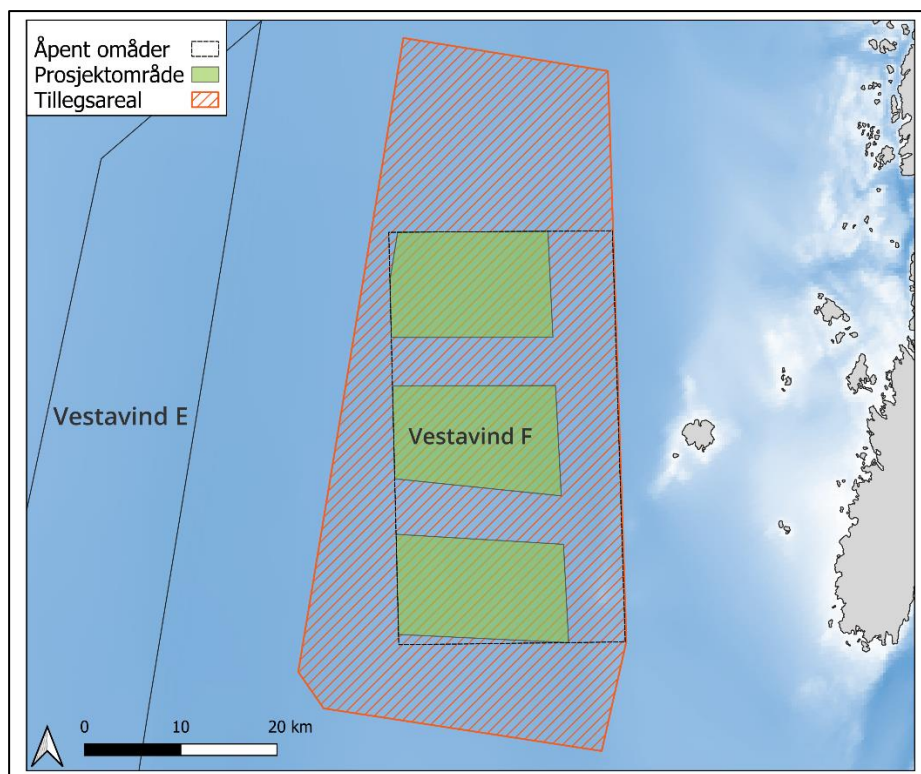
Vurdering av påvirkning og konsekvens ble lik for de to alternativene fordi alle gruppene er utbredt over havvindområdet og regionen og sannsynligvis vil bli påvirket i begge scenariene.

Tabell 18 Oppsummering av forventede konsekvenser fra utbygging av havvind i Vestavind F. Nummer og farge viser konsekvenskategori: -1 hvit = ubetydelig konsekvens, -2 lyseblått = noe konsekvens, -3 mørkeblått middels konsekvens.

Gruppe	Alternativ 1				Alternativ 2			
	Plan- legging	Utbygg- ing	Drift	Av- vikling	Plan- legging	Utbygg- ing	Drift	Av- vikling
Vanlig bløtbunn	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Sjøfjær og gravende megafauna	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Svampehabitater	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Dypvannsreke	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Sjøkreps	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Hummer	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

5.2.2 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 havvinnanlegg i tilleggsareal på ca 1000 km² utenom Utsira Nord (Figur 30). For vurderingene legges til grunn utbygging av 1,5 GW flytende havvind for hvert alternativ, som beskrevet for referanseprosjekt (kap. 4.6.1).



Figur 30 Kart over åpnete områder (svart omriss 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).

Omfanget av de ulike alternativene er oppsummert som følger (vi gjør oppmerksom på at dette er basert på økt antall turbiner heller enn økte dimensjoner på turbiner (se seksjon 4.6.1):

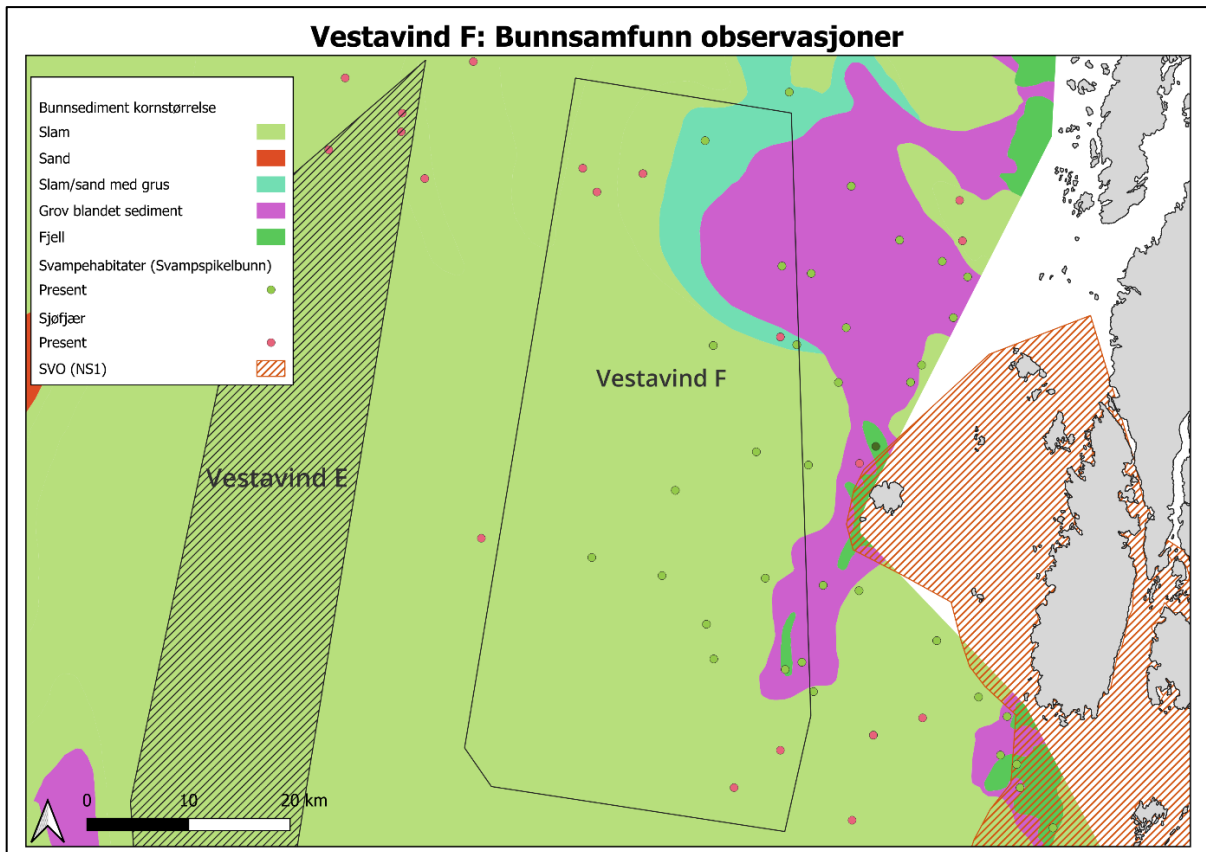
- **Nullalternativ:** utbygging av havvind innenfor tre prosjektområder (Figur 30) som skissert for referanseprosjektet (totalt 0,022 km² for anlegg bestående av 68 turbiner – se Tabell 8);
- **Alternativ 1:** kapasitetsutvidelse til 750 MW for hvert de tre spesifiserte prosjektområdene (Figur 30). Dette er 34 nye turbiner og totalt påvirket bunnareal vil øke med 0,011 km²;
- **Alternativ 2:** geografisk utvidelse av anleggsområdet til å omfatte tilleggsarealet (Figur 30). Om ytterligere 68 turbiner (i tillegg til nullalternativet) installeres vil det påvirkede arealet øke med 0,022 km², men spredt over et større område enn i alternativ 1.

Nåværende status ved Vestavind F med hensyn til relevante miljøforhold og pågående aktiviteter er vist i Tabell 19.

Tabell 19 Oversikt over dagens miljøstatus og generelle forhold ved Vestavind F.

Vestavind F	
Planlagt teknologi for havvind	Flytende turbiner, flytende fortøyningsystemer og ploganker
Størrelse	2985 km ²
Dybde og helling	267 m (+ 7 m), 0.132° (0 - 4.15°)
Substrat	Dominerende sedimenttype er slam og små, isolert områder av slam og sand med grus, stein og blokk i øst og nordøst.
Vannforhold	Området er karakterisert av den norske kyststrømmen, med en gjennomsnittlig strømhastighet på opp til 0,3 m/s i en nordgående retning. Området er permanent stratifisert og påvirkes av ferskvann fra kystnære elveutløp.
Kjente miljøverdier i området	Vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svampehabitater, dypvannsreke, sjøkreps, og hummer
Nærhet til SVO'er evt sårbare ressurser	Området ligger 4,1 km fra SVO område NS1 Boknafjorden og Jærstrendene. SVO området beskrives som et område med stor variasjon i naturtyper, lokale strømmønstre og retensjonsområder. NS1 er et område med høy biologisk produksjon og fungerer som et samlingssted for drivende egg, larver og yngel, inkludert pelagiske larver av bunndyr.
Annen næringsaktivitet	Fire gassrørledninger og en kondensatrørledning går gjennom Vestavind F havvindområdet, men det er ingen andre olje- og gassanlegg i området. Det er lite kommersiell fiskeaktivitet ved bunntål, snurrevad og teiner på bentiske skalldyr i området, hovedsakelig i den sørøstlige delen av området. Dypvannsreke er utbredt over området og hummer finnes i øst.

Havbunnen i Vestavind F området består stort sett av finkornede sedimenter (slam, sandholdig slam), som dekker ca. 1662 km² av området, samt bløtbunn med innblandet grus (slam/sand med grus) som dekker ca. 133 km² i den nordøstlige delen av området. Noen områder med blandet, grovere sedimenter (slam og sand med grus, stein og blokk) finnes, men begrenset til den nordøstlige delen og langs den østlige delen av Vestavind F. Videre finnes kun et mindre areal (5,8 km²) med eksponert fjell i den sørøstlige delen av området (Figur 31).

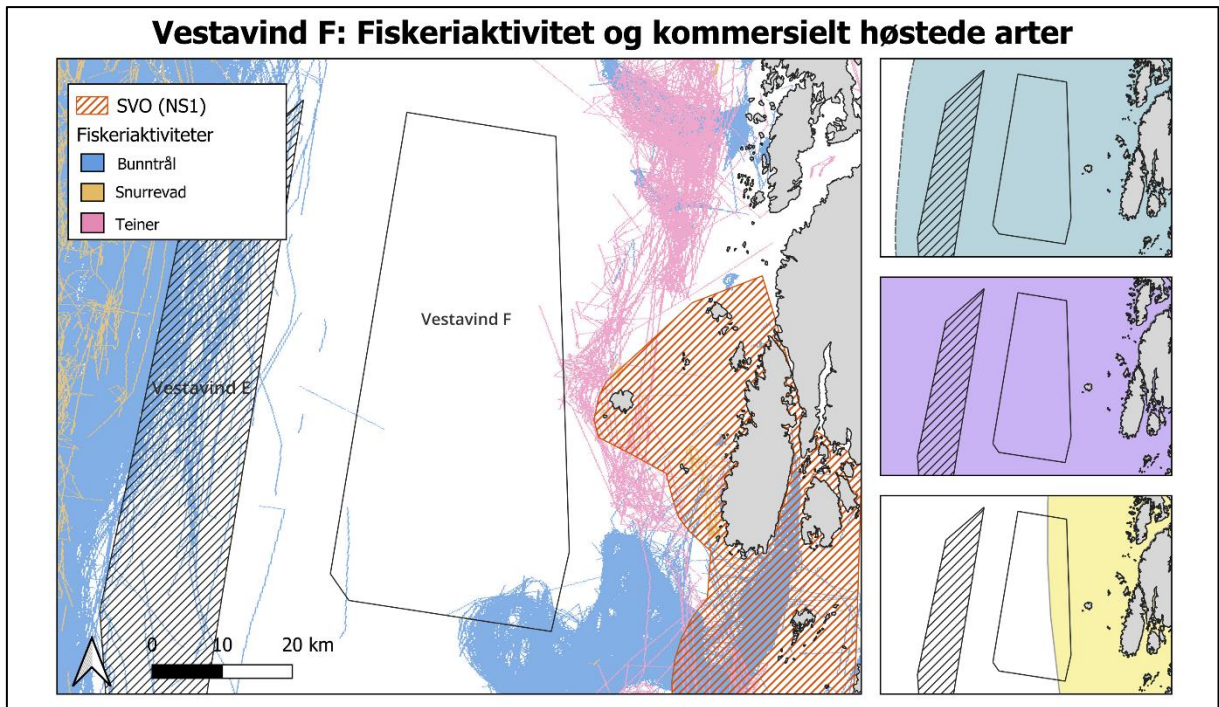


Figur 31. Oversikt over bunnsedimentets kornstørrelse, observasjoner av sårbare naturtyper fra Mareano og SVO (NS1) ved Vestavind F. Kilde: Havforskningsinstitutt (SVO) og Norges Geologiske Undersøkelse (NGU, bunnsediment kornstørrelse).

- Tilstedeværelse av finkornede sedimenter i hele området tyder på en bred utbredelse av **vanlig bløtbunn** i alle finkornede sedimenter (slam, slam/sand med grus) (basert på ekspertskjønn)
- Nyere kartlegging (2024) utført av Mareano har identifisert forekomst av **svamspikelbunn** og **sjøfjærbunn** (Figur 31) i hele området

Bunntåling finner sted i den sør-østlige delen av Vestavind F og noe fiskeriaktivitet med teiner er registrert i den østlige delen av området (Figur 32). Fiskeriaktiviteten følger naturlig nok utbredelsene av kommersielt høstbare ressurser, som dypvannsreker, sjøkreps og hummer. Dypvannsreker og sjøkreps er forventet å forekomme over hele Vestavind F området, mens hummer forventes kun i den østlige delen av området (Figur 32). Hummer er inkludert i vurderingen for Vestavind F basert på dens utbredelse (kartlagt av HI), uavhengig av høstingsstatus i området.

Det etablerte SVO-området som dekker den sør-østlige delen av Vestavind F er ikke opprettet av hensyn til voksne bunnavlevende organismer, kun for deres pelagiske larvestadier. Innen dette området med høy biologisk produktivitet kan larver av bunndyr forventes å ha bedre overlevelse på grunn av god tilgang på mat. Videre er SVO-området opprettet for å signalisere viktigheten av et retensjonsområde for pelagiske larver, særlig i vår- og sommermånedene da tettheten av larver av bunndyr er størst.



Figur 32. Fiskeriaktivitet med bunntål, snurrevad eller teiner i og rundt Vestavind F. SVO (NS1) er vist for referanse. Utbredelser av dypvannsreke (blå), sjøkreps (lilla) og hummer (gul). Kilde: Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet.

5.2.3 Verdivurdering og delområder: Vestavind F

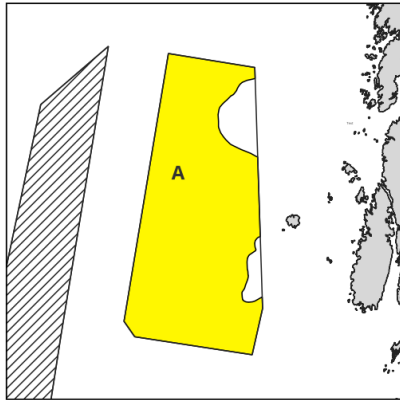
Basert på tilgjengelige data vil følgende bunnsamfunn og naturtyper bli vurdert i Vestavind F: vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, svamphabitater, dypvannsreke, sjøkreps, og hummer. Det ble identifisert delområder for vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, og hummer. Delområder er beskrevet i Tabell 20 og følgende teksts og vist i Figur 33.

Tabell 20 Verdivurdering av relevante grupper innenfor delområder (hvis relevant til gruppe) i Vestavind F havvindområde.

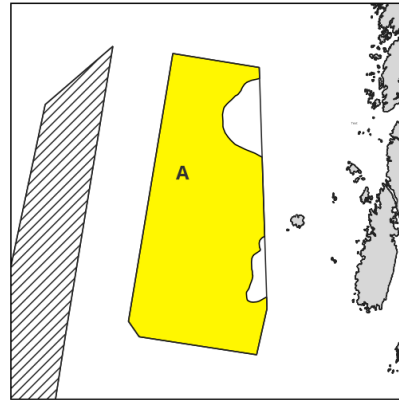
Gruppe	Delområde	Verdi	Beskrivelse
Vanlig bløtbunn	A	Noe verdi	Delområdet kjennetegnes av finkornede sedimenter som forventes å huse en typisk bløtbunnsfauna som bidrar til bioturbasjon, og sedimentene har høy kapasitet for karbonlagring.
Sjøfjær og gravende megafauna	A	Noe verdi	Delområdet kjennetegnes av finkornede sedimenter som er egnet habitat for sjøfjær og annen gravende megafauna. Dette er utpekt som et spesielt sårbart habitat, og faunaen bidrar til bioturbasjon av sedimentene
Svampehabitater	Ikke relevant	Middels verdi	Tette svampansamlinger er observert spredt over hele området uten noen klar inndeling etter sedimenttype. Hardt substrat (f.eks. fjell) kan inneholde hardbunns svamp, noe som er observert i området ved siden av Vestavind F.
Dypvannsreke	Ikke relevant	Noe verdi	Hele Vestavind F er egnet habitat for dypvannsreke, selv om den forventes å være mer tallrik i områder med bløtt sediment.
Sjøkreps	Ikke relevant	Noe verdi	Hele området Vestavind F ligger innenfor den forventede utbredelsen for sjøkreps. Arten forventes hovedsakelig å forekomme i områder med bløte sedimenter.
Hummer	B	Noe verdi	Delområdet forventes å huse hummer, selv om det forventes høyest forekomst i områder med grovt substrat.



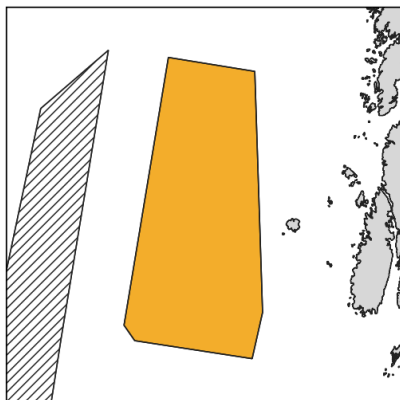
Vestavind F: Verdi



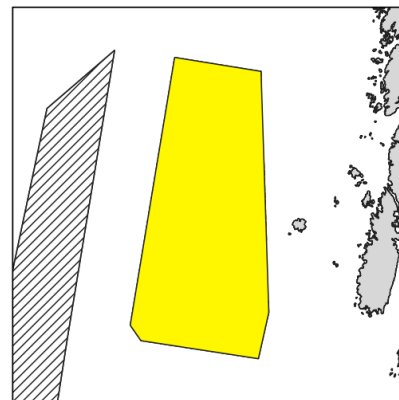
Vanlig bløtbunn



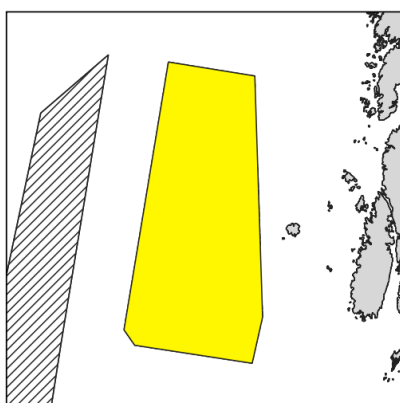
Sjøfjær og gravende megafauna



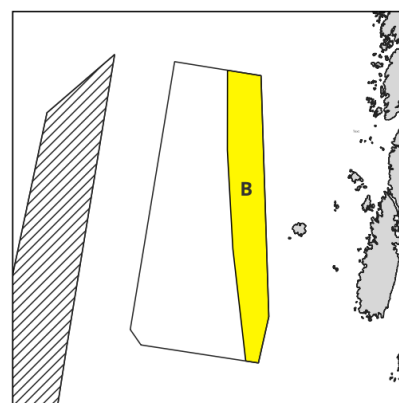
Svampehabitater



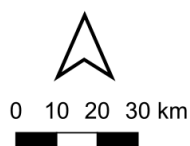
Dypvannsreke



Sjøkreps



Hummer



Verdiskala

Svært stor verdi	Middels verdi	Uten betydning for KU
Stor verdi	Noe verdi	

Figur 33 Verdivurdering av alle grupper i de ulike fasene av havvind innenfor Vestavind F. Hvite områder tilsvarer områder hvor gruppen ikke er til stede. A og B identifiserer de relevante delområdene.

Vanlig bløtbunn

Det ble identifisert ett delområde for vanlig bløtbunn (delområde A), basert på sedimentets kornstørrelse (Figur 31). Delområde A inneholder finkornede sedimenter av slam eller slam/sand med grus som forventes å inneholde vanlig bløtbunn.

- Det forventes et typisk bunndyrsamfunn bestående av børstemark, pigghuder, muslinger og krepsdyr.
- Verdien av vanlig bløtbunn i Vestavind F området ble vurdert som **noe verdi** (Figur 33).
- Denne bunntypen har høy kapasitet for karbonlagring, og inneholder vanligvis organismer som bidrar til biologisk omrøring (se seksjon 3.1)

Sjøfjær og gravende megafauna

Det ble identifisert ett delområde for vanlig bløtbunn (delområde A), basert på sedimentets kornstørrelse (Figur 31). Delområde A inneholder finkornede sedimenter av slam eller slam/sand med grus som forventes å inneholde sjøfjær og gravende megafauna.

- Delområde A utgjør et stort område med egnet habitat som inneholder kjente observasjoner av sjøfjær. Fordi observasjonene ble gjort over hele området, er det stort potensiale for flere forekomster av tette sjøfjæransamlinger som er sårbare for sedimentforstyrrelser.
- Verdien av denne naturtypen ble vurdert til å ha **noe verdi** (Figur 33)

Svampehabitater

Vestavind F deles ikke inn i delområder basert på utbredelse av svampehabitater.

- Det er gjort observasjoner av svampspikelbunn på både finkronet og grovkornet sedimentbunn.
- Hele området Vestavind F kan inneholde ansamlinger av bløt- eller hardbunnssvamper
- Verdien av denne naturtypen ble vurdert til å ha **middels verdi** på grunn av potensialet for forhøyet lokalt biologisk mangfold i denne naturtypen (Figur 33).

Dypvannsreke

Vestavind F deles ikke inn i delområder basert på utbredelse av dypvannsreke.

- Dypvannsrekene er utbredt over hele området, men er hovedsaklig tilknyttet bløtt sediment, og derfor minst sannsynlig å finne i delområdene karakterisert som grove sedimenter/fjell.
- Utbredelsen av dypvannsreker forventes å være noenlunde lik innenfor og utenfor Vestavind F-området, slik at bestandene i Vestavind F vurderes som en del av helheten.
- Verdien av denne naturtypen ble vurdert til å ha **noe verdi** i hele området (Figur 33).

Sjøkreps

Vestavind F deles ikke inn i delområder basert på utbredelse av sjøkreps.

- Sjøkreps er utbredt over hele området, men er hovedsaklig tilknyttet bløtt sediment, og derfor minst sannsynlig å finne i delområdene karakterisert som grove sedimenter/fjell..
- Utbredelsen av sjøkreps forventes å være noenlunde lik innenfor og utenfor Vestavind F-området, slik at bestandene i Vestavind F vurderes som en del av helheten.
- Verdien av denne naturtypen ble vurdert til å ha **noe verdi** i hele området (Figur 33).

Hummer

Delområde B er den eneste delen av artens utbredelse som er innenfor Vestavind F.

- Hummer er utbredt i hele den østlige del av Vestavind F, men den trives ikke i områder som består av bløtbunn.
- Verdien av denne naturtypen ble vurdert til å ha **noe verdi** (Figur 33).

5.2.4 Påvirkningsgrad i Vestavind F

Påvirkning av utbygging av havvindanlegg på bunnsamfunn i Vestavind F området vil, som i de fleste områdene, variere etter de ulike fasene og område-spesifikke forhold. Påvirkningene er i hovedsak knyttet til **tap av habitat, fysiske forstyrrelser** og (midlertidig) **oppvirvling av sediment**, avhengig av fase.

Ulike faser i utbyggingen og gruppe av bunnsamfunn eller naturtyper vil ha ulik grad av påvirkning. Hver gruppe er derfor vurdert hver for seg i hver fase og vurderingene er oppsummert i [Tabell 21](#). Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten.

Tabell 21 Påvirkningsvurdering for bunnsamfunn og naturtyper i de ulike fasene av havvind innenfor Vestavind F.

Gruppe	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Alternativ 1					Alternativ 2				
				Romlig skala	Tids-aspekt	Usikk. Eks.	Usikk. Sår.	Påvirkning	Romlig skala	Tids-askpekt	Usikk. Eks.	Usikk. Sår.	Påvirkning
Vanlig bløtbunn	A	Plan-legging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Ut-bygging	Tap av habitat	0	2-10 år	Lav	Lav	Noe forringet	0	2-10 år	Lav	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Av-vikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Sjøfjær og gravende mega-fauna	A	Plan-legging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Ut-bygging	Tap av habitat	0	2-10 år	Lav	Middels	Noe forringet	1	2-10 år	Lav	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Av-vikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Svampe-habitater	Ikke relevant	Plan-legging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Ut-bygging	Tap av habitat	1	2-10 år	Middels	Lav	Noe forringet	0	2-10 år	Lav	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Av-vikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Dypvanns-reke	Ikke relevant	Plan-legging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Ut-bygging	Tap av habitat	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Av-vikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Sjøkreps	Ikke relevant	Plan-legging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig

		Ut- bygging	Tap av habitat	0	2-10 år	Middels	Middels	Noe forringet	0	2-10 år	Lav	Lav	Noe forringet
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Av- vikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Hummer	B	Plan- legging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Ut- bygging	Tap av habitat	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Av- vikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Middels	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig

Vanlig bløtbunn

Alternativ 1:

- Påvirkningene under utbyggingsfase ble vurdert som **noe forringet** på grunn av restitusjonstiden som kreves etter dødelighet fra installasjon av ankere
- Virkningene under alle andre faser ble vurdert som **ubetydelig** fordi forstyrrelsen forventes å være minimal og forekomme i et svært lite område i forhold til det totale arealet som er tilgjengelig som habitat for bunndyr
- Usikkerheten er lav fordi det finnes et godt datagrunnlag og kunnskap om hvordan bunndyr restituerer seg etter forstyrrelser fra lignende industrier

Alternativ 2:

- Påvirkningen av å øke kapasiteten i Alternativ 2 ble vurdert til å være den samme som i Alternativ 1 (ubetydelig med unntak av utbyggingsfasen hvor noe forringet) for vanlig bløtbunn. Det forventes liten effekt av habitatfragmentering for vanlig bløtbunn og en tilsvarende liten andel av totalt tilgjengelig habitat vil bli påvirket i begge alternativer.

Sjøfjær og gravende megafauna

Alternativ 1:

- Påvirkningen er vurdert som **ubetydelig** i alle faser unntatt utbyggingsfasen, fordi påvirkningsgraden forventes å være liten og ha minimal romlig utstrekning.
- I utbyggingsfasen ble påvirkningen vurdert til **noe forringet**. Dette skyldes restitusjonstiden som kreves etter dødelighet fra installasjon av ankere. Vi forventer imidlertid at dødeligheten generelt vil være lav, ettersom ankerplassering bør unngå de tetteste ansamlingene av sjøfjær og megafauna.

Alternativ 2:

- Påvirkningen av alternativ 2 (økt kapasitet innenfor området) ble vurdert til å være den samme som for Alternativ 1 (**ubetydelig** i alle faser unntatt utbyggingsfasen hvor påvirkningen ble vurdert til **noe forringet**).
- I utbyggingsfasen ble det romlige omfanget av påvirkningen vurdert til å øke fordi en større andel av habitatet ville bli påvirket ved å fordele utbyggingen over hele Vestavind F sammenlignet med å begrense den til de tre prosjektområdene der det ikke er gjort observasjoner av sjøfjæransamlinger.
- Usikkerheten i denne vurderingen økte til **middels usikkerhet** (for eksponering) fordi det er vanskelig å sammenligne den forventede forekomsten mellom områder innenfor Vestavind F med de tilgjengelige dataene.

Svampehabitater

Alternativ 1:

- Virkningen ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser unntatt utbyggingsfasen, fordi påvirkningsgraden forventes å være liten og ha minimal romlig utstrekning.

- I utbyggingsfasen ble påvirkningen vurdert til **noe forringet**, og den romlige påvirkningen ble satt til 1. Innenfor de tre prosjektområdene er det for øyeblikket ingen observasjoner av tette svampforekomster.
- **Usikkerheten** i denne vurderingen er satt til **middels usikkerhet** (for eksponering) fordi det er vanskelig å sammenligne forventet forekomst mellom områder innenfor Vestavind F med de data som er tilgjengelige.

Alternativ 2:

- Påvirkningen ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser unntatt utbyggingsfasen, fordi påvirkningsgraden forventes å være liten og ha minimal romlig utstrekning.
- I utbyggingsfasen ble påvirkningen vurdert til **noe forringet**. Dette skyldes restitusjonstiden fra dødelighet. Vi forventer imidlertid at dødelighet generelt vil være lav, ettersom ankerplassering bør unngå de tetteste ansamlingene.

Dypvannsreke

Alternativ 1:

- Påvirkningen ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser fordi dypvannsreke er en svært mobil art med lav følsomhet for forstyrrelse/oppvirvling av sediment, og det er ikke forventet at dødelighet vil forekomme. Restitusjonstiden er derfor lav og det er et stort areal med tilgjengelig habitat for denne arten innenfor Vestavind F og områdene rundt.
- Usikkerheten knyttet til eksponering ble vurdert til **middels usikkerhet** fordi arten foretrekker bløtbunn og vil sannsynligvis være konsentrert der, selv om artens generelle utbredelse forventes å overlape med hele Vestavind F.

Alternativ 2:

- Påvirkningen av alternativ 2 ble vurdert på samme måte som for alternativ 1; antall/ og tetthet av turbiner i dette området forventes ikke å påvirke dypvannsreke. Det er tilstrekkelig med tilgjengelig habitat i Vestavind F eller området rundt.
- Usikkerhet ble satt til **middels usikkerhet** på grunn av det grove detaljnivået i kunnskap om artens utbredelse.

Det bør påpekes at om våren (mars-mai) er dypvannsreker i en formeringsperiode, med tallrike larver i vannmassene. Installasjon av ankere i denne perioden kan derfor ha en større effekt sammenlignet med andre deler av året. This will not affect the overall level of konsekvens evaluated for dypvannsreke. Dette har ikke påvirket det samlede konsekvensnivået for dypvannsreke.

Sjøkreps

Alternativ 1:

- Påvirkning i alle faser unntatt utbyggingsfasen ble vurdert til **ubetydelig** fordi påvirkningsgraden forventes å være liten og ha minimal romlig utstrekning.

- I utbyggingsfasen kan tap av habitat føre til dødelighet fordi sjøkreps (særlig hunner som ruger på egg) oppholder seg i huler i sedimentet. Dermed vil de sannsynligvis bli eksponert for påvirkninger fra utbygging av havvind, og restitusjonstiden forventes å være 2-10 år. Disse faktorene resulterte i at påvirkningsgraden ble vurdert til **noe forringet**.
- Vi gjør imidlertid oppmerksom på at utbredelsen av sjøkreps som vi baserer denne vurderingen på, er bred. Sjøkreps er sannsynligvis kun konsentrert i områder i Vestavind F med bløtt sediment, og det er derfor **middels usikkerhet** knyttet til eksponering for denne gruppen i alle faser.

Alternativ 2:

- Påvirkning ved alternativ 2 ble vurdert likt som for alternativ 1 (se ovenfor).

Vi bemerker at eggleggende hunner forventes å være i eller i nærheten av hulrom i 8-9 måneder etter gytingen om sommeren, og det er da de er mest utsatt for sedimentforstyrrelser.

Hummer

Alternativ 1:

- Påvirkningen ble vurdert som **ubetydelig** for hummer i alle faser av havvindutbyggingen i Vestavind F. Dette er fordi påvirkningsgraden forventes å være liten og ha minimal romlig utstrekning, og bare vil kunne påvirke en svært liten andel av utbredelsen til hummer.
- Hummer er en mobil art og vurderes til å være lite påvirket av sedimentforstyrrelse/oppvirvling. Det forventes ikke målbar dødelighet på populasjonsnivå. Sårbarheten til hummer for sedimentforstyrrelse/oppvirvling vurderes som lav, med **lav usikkerhet** grunnet artens mobilitet.
- Det er sannsynlig at totalområdet markert som hummerhabitat kan være noe overestimert da arten foretrekker grovt sediment og trolig vil være mer sjelden på bløtt sediment. Grunnet denne usikkerheten knyttet til utbredelsen ble usikkerheten i påvirkningsgrad vurdert til **middels usikkerhet**.

Alternativ 2:

- Påvirkningsnivået for alternativ 2 ble vurdert likt som for alternativ 1.
- En større andel av hummerhabitatet i Vestavind F kan bli påvirket ved alternativ 2, men det er fortsatt lite i forhold til artens hovedutbredelsesområde som er langs store deler av norskekysten, slik at det samlede påvirkningsnivået forblir **ubetydelig**.

Det påpekes at hummer gyter i sommerperioden (juli-august), slik at om havvinnanlegget overlapper med hummerhabitat vil det være hensiktsmessig å unngå utbygging i denne perioden.

Utplassering av hardt substrat i form av ankere i bløtbunnsområder i Vestavind F vil neppe ha noen positiv innflytelse på bestanden av hummer. Dette fordi ankrene vil bli fordelt i et

fragmentert mosaikkmønster i bløtbunnsområdet, og de vil gradvis synke ned i og bli begravd i sedimentet.

5.2.5 Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper: Vestavind F

Konsekvensene av utbygging av havvindanlegg ved Vestavind F presenteres etter bunnsamfunn og spesifikke arter som er evaluert for alle fire fasene.

Konsekvensene av utbygging av havvindanlegg ved Vestavind F er oppsummert i Tabell 22 og Figur 34.

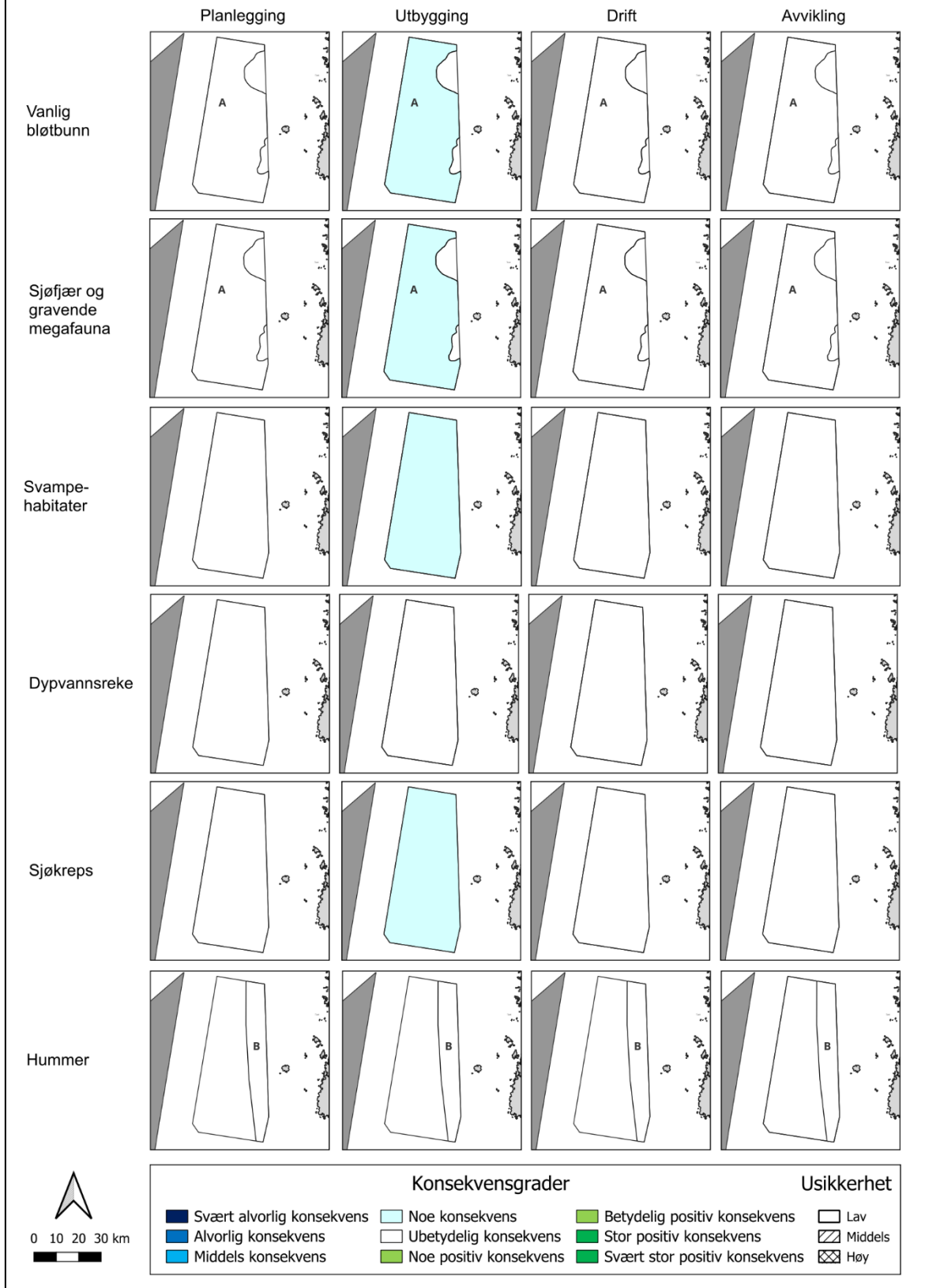
Tabell 22 Konsekvensgrader for bunnsamfunn og naturtyper i ulike fasene av havvind innenfor Vestavind F.

Gruppe	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Verdi	Alternativ 1			Alternativ 2		
					Påvirkning	Usikk.	Konsekvens	Påvirkning	Usikk.	Konsekvens
Vanlig bløtbunn	A	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens	Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Sjøfjær og gravende megafauna	A	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens	Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Svampehabitater	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Middels verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens	Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Dypvannsreke	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Sjøkreps	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens	Noe forringet	Lav	Noe konsekvens
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig

		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Hummer	B	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig



Vestavind F: Konsekvens



Figur 34 Konsekvensgrader vurdert for alle bunnsamfunn og naturtyper i ulike fasene innenfor Vestavind F. Vurderinger for alternativ 1 og 2 er de samme. Andre havvind områder er vist i mørk grå. A og B identifiserer de relevante delområder.

Vanlig bløtbunn

- Overordnet **ubetydelig** eller **noe konsekvens** for begge alternativene ved Vestavind F.
- Påvirkningen forventes å være størst i utbyggingsfasen (Figur 34).
- Generelt forventes den romlige utbredelsen av påvirkninger fra utbygging av et havvindanlegg å være begrenset og restitusjonstiden relativt kort (0-2 år til 2-10 år)
- Den totale usikkerheten er vurdert til **lav**. Datagrunnlaget er godt og mulig å ekstrapolere til alle bløtbunnsområder i Vestavind F.
- Som ved alle områdene vil konsekvensene ved de individuelle ankerlokasjonene være høyere, men svært lokalt og begrenset i utbredelse.

Sjøfjær og gravende megafauna

- Overall **ubetydelig** eller **noe konsekvens** for begge alternativene ved Vestavind F.
- Påvirkningen forventes å være størst i utbyggingsfasen (Figur 34).
- Den totale usikkerheten er vurdert til **lav**. Datagrunnlaget er godt og mulig å ekstrapolere.
- Det er imidlertid fortsatt en viss usikkerhet knyttet til den nøyaktige plasseringen av tette sjøfjæransamlinger som bør unngås under utbygging - dette begrenser vår mulighet til å sammenligne resultatene mellom de to alternativene.

Svampehabitater

- Overordnet **ubetydelig** eller **noe konsekvens** for begge alternativene ved Vestavind F (Figur 34)..
- En noe større andel av denne naturtypen kan bli påvirket ved alternativ 1, men en viss usikkerhet begrenser muligheten til å sammenligne konsekvensen mellom de to alternativene.

Dypvannsreke

- Overordnet **ubetydelig konsekvens** for dypvannsreke i alle faser av havvindutbyggingen and for begge alternativene (Figur 34).
- Påvirkningene forventes å være begrenset og med lav romlig utbredelse, og kan unngås av denne svært mobile arten.
- Vi bemerker at det er en viss usikkerhet knyttet til utbredelse av dypvannsreke, men forventer ikke effekter på populasjonsnivå.

Sjøkreps

- Overordnet **ubetydelig** eller **noe konsekvens** for sjøkreps for begge alternativene ved Vestavind F (Figur 34).
- Påvirkningen forventes å være størst i utbyggingsfasen fordi noe dødelighet kan oppstå, særlig for rognbærende hunner
- Det er ingen klar forskjell i konsekvens mellom de to alternativene, men det er en viss usikkerhet i utbredelsen av sjøkreps i området siden den forventes å forekomme hovedsakelig på bløte sedimenter

Hummer

- Overordnet **ubetydelig konsekvens** for hummer i alle faser av havvindutbyggingen og for begge alternativene (Figur 34).

- Påvirkningene forventes å være begrenset og med lav romlig utbredelse, og kan unngås av denne svært mobile arten.
- Vi bemerker at det er en viss usikkerhet knyttet til utbredelse av hummer, men forventer ikke effekter på populasjonsnivå.

5.2.6 Kunnskapsmangler og forslag til tetting av kunnskapshull: Vestavind F

Det foreligger lite offentlig tilgjengelig data om vanlig bløtbunnsfauna i Vestavind F (f.eks. makrofauna – som lever på eller nedgravd i sedimentet). Sedimentprøvetaking bør derfor utføres for å etablere en grunnlinje i området før utbygging.

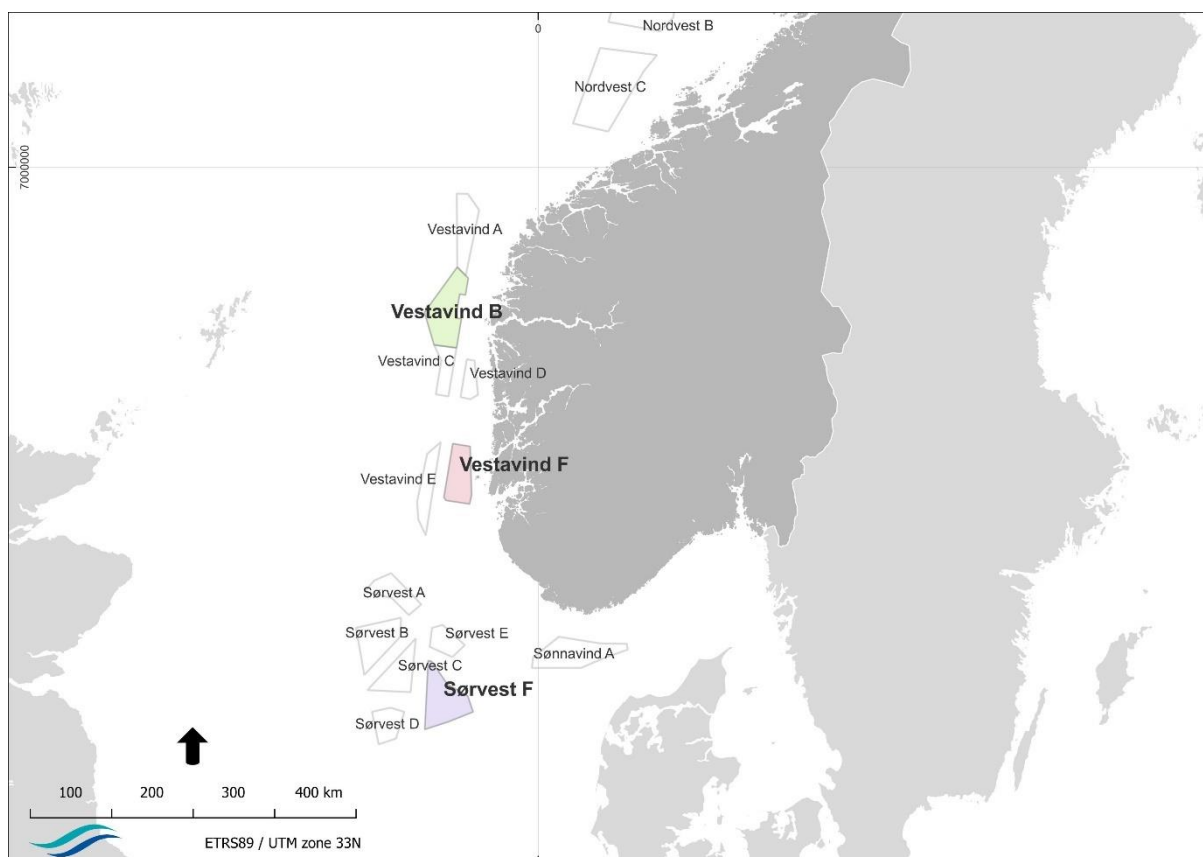
Nyere kartlegging av Mareano (2024) har forbedret datatilgangen på sårbare naturtyper i Vestavind F. Observasjoner av sjøfjær, gravende megafauna og svampehabitater var imidlertid spredt over hele området, noe som gjør en finere inndeling av området umulig uten mer detaljerte kartlegginger.

Forslag til tetting av kunnskapshull

Når den endelige plasseringen av havvindanlegget er bestemt vil kunnskapshullene konkret kunne tettes ved å foreta grunnlagsundersøkelse (forundersøkelse). Dette vil i hovedsak basere seg på en visuell kartlegging av bunnforhold og synlige bunnsamfunn (noe som ofte foretas i samarbeid med andre pågående tekniske inspeksjoner). Dette kan med fordel suppleres med fysiske prøver av sedimenter (bekreftelse av sedimentets beskaffenhet samt makrofauna – dvs. bunnsamfunnene som lever på eller for det meste nedgravd i sedimentene).

5.3 Sørvest F

Sørvest F ligger sør i norsk del av Nordsjøen, og grenser til Dansk sokkel (Figur 35). Området utredes for mulig etablering av bunnfast havvind



Figur 35. Områdekart der Sørvest F området er vist med lilla.

5.3.1 Sammendrag: Sørvest F

De aktuelle miljøverdiene knyttet til bunnsamfunn (og sedimentene de lever på/i) ble vurdert som **vanlig bløtbunn, sjøkreps** og **taskekrabbe**. Miljøverdiene ble vurdert til å ha **noe verdi** ifølge vurderingskriteriene, hovedsakelig begrunnet i store utbredelsesområder og viktige økologiske funksjoner.

Det største påvirkning ble vurdert i utbyggingsfase at medføre **forringet** status for habitatene vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna og sjøkreps. Dette fordi virkningene kan være permanente, men er romlig begrenset til området der selve turbinfundamentene blir plassert. I driftsfase påvirkning ble vurdert å gi en **noe forringet** status til habitatet fordi installasjon av bunnfaste turbiner kan endringer lokal strøm- og vannbevegelse og evt. medføre erosjon eller oppvirvling av sediment.

Størst konsekvens ventes i utbyggingsfasen, og denne vurderes til **noe konsekvens** for vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna og sjøkreps da disse gruppene er vurdert å ha noe verdi og påvirkes direkte av habitattap ved etablering av bunnfaste turbiner.

Det er også vurdert å være risiko for erosjon av sediment etter at turbinene er installert, slik at det også vurderes å kunne oppstå virkninger som klassifiserer til **noe konsekvens** for vanlig

bløtbunn og sjøfjær og gravende megafauna i driftsfasen. Vi understreker at erosjon vil være begrenset til helt nær turbinene, men uten konkrete målinger eller modellberegninger er dette vurderinger gjort med **moderat usikkerhet**.

De var større påvikning og konsekvens vurdert for alternativ 1 sammenlignet med alternativ 2 fordi utbygging i den sørlige delen av Sørvest F ville påvirke det eneste området med slam hvor enkelte sårbare naturtyper kan forekomme.

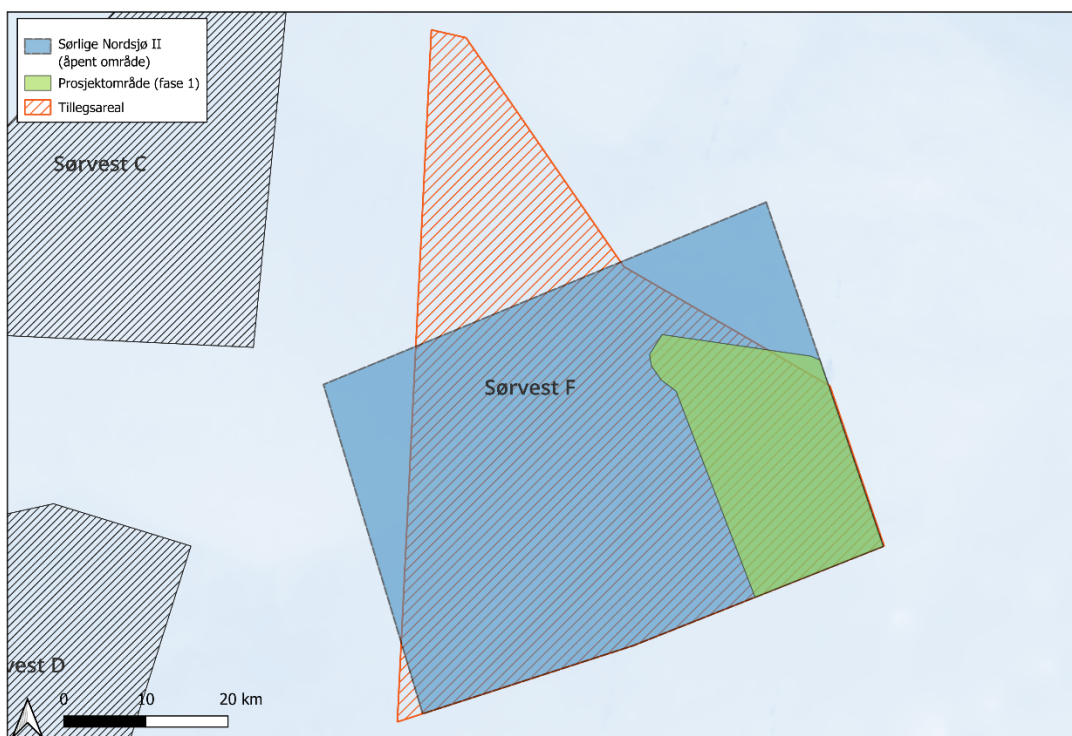
Tabell 23 Oppsummert konsekvensgrader for bunnsamfunn og naturtyper i ulike fasene av havvind innenfor Sørvest F. Vurderings er gitt for både alternativer.

Gruppe	Alternativ 1				Alternativ 2			
	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling	Planlegging	Utbygging	Drift	Avvikling
Vanlig bløtbunn	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1
Sjøfjær og gravende megafauna	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1
Sjøkreps	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Taskekrabbe	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

5.3.2 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 utlysningnotat, 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 Sørlige Nordsjø II (Figur 36). For vurderingene legges til grunn utbygging av 1,5 GW bunnfast havvind for hvert alternativ, som beskrevet for referanseprosjekt (kap.4.6.1).

I Sørvest F er to arealer anbefalt fjernet fra Sørlige Nordsjø II, og disse vurderes ikke for utbygging i noen av alternativene.



Figur 36 Kart over åpnete områder (grønn og blå: Sørlige 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 Sørlige Nordsjø II men innenfor grensene til Sørvest F (blått, skravert område). Denne utredningen vurderer virkningene 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 Sørlige Nordsjø II (skravert, ikke blått).

Påvirkningene fra de ulike alternativene er oppsummert som følger (vi gjør oppmerksom på at dette er basert på økt antall turbiner heller enn økte dimensjoner på turbiner (se seksjon 4.6.1):

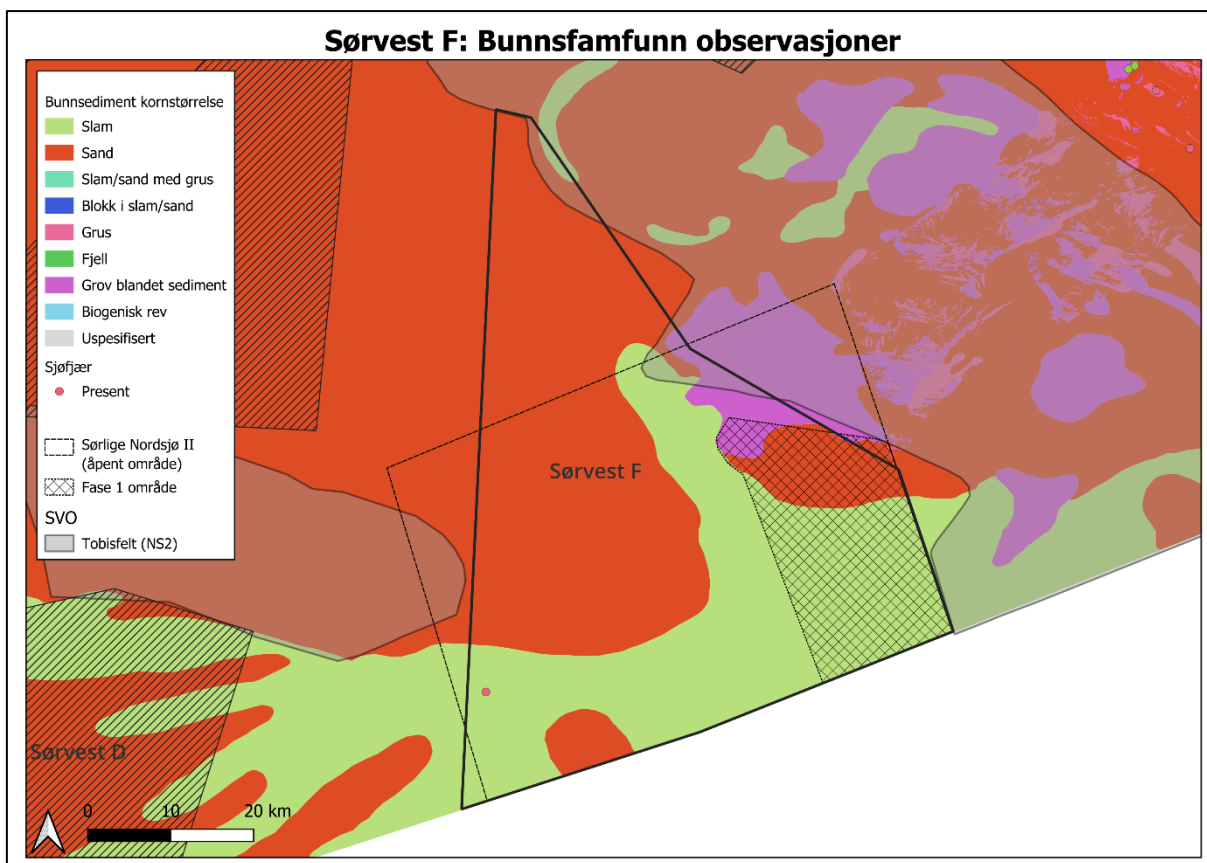
- **Nullalternativ:** påvirket areal som skissert for referanseprosjektet (se Tabell 3) innenfor prosjektområde (fase 1). Totalt påvirket bunnareal 0,0053 km²;
- **Alternativ 1:** utbygging av ytterligere ett havvindanlegg innenfor åpent område innenfor grensene til Sørvest F (Figur 36). Det tilleggsareal påvirket vil være 0,0053 km²;
- **Alternativ 2:** Geografisk utvidelse av anleggsområdet til å omfatte tilleggsarealet (Figur 36). Om antall turbiner beholdes som referanseprosjektet vil det tilleggsareal påvirket arealet fremdeles være 0,0053 km².

Nåværende status ved Sørvest F med hensyn til relevante miljøforhold og pågående aktiviteter er vist i Tabell 24 og Figur 37.

Tabell 24. Oversikt over dagens miljøstatus og generelle forhold ved Sørvest F.

Sørvest F	
Planlagt teknologi for havvind	Bunnfast turbiner
Størrelse	2702 km ²
Dybde og helling	60 m (+ 1 m), 0.083° (0 - 2.85°)
Substrat	Dominerende sedimenttyper er sand og slamholdig sand.
Vannforhold	Preget av tidevann, med generelt lave strømhastigheter. Sesongmessig stratifisering (lagdeling) av vannmassene, fra april.
Kjente miljøverdier i området	Vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, sjøkreps og taskekrabbe
Nærhet til SVO'er evt. sårbare ressurser	84.5 km ² overlapp med SVO områder Tobisfelt sør i Norskehavet (NS5), som er viktige gyte- og leveområder for nøkkelarten tobis. Foreslått SVO område Tobisfelt (NS2) er en sammenslåing av eksisterende SVOer Tobisfelt sør (NS5) og Vikingbanken (NS11). SVO er ikke relevant til bunnsamfunn og naturtyper som vurderes i denne rapporten.
Annen næringsaktivitet	Det er ingen olje- og gassinfrastruktur innenfor Sørvest F havvindområde. Det er moderat høy fiskeaktivitet innenfor Sørvest F havvindområde, mest ved bruk av bunntål og statisk utstyr.

Havbunnen i Sørvest F havvind område er preget av "vanlig bløtbunn" (slam og slamholdig sand), med et mindre (93 km²) areal bestående av grovere sediment (slam og sand med grus, stein og blokk) i den nord-østlige delen, samt et meget begrenset innslag (10.4 km²) av sandholdig slam i den sørøstlige delen (Figur 37).



Figur 37. Oversikt over bunnsedimentets beskaffenhet (kornstørrelse) og SVO ved Sørvest F. Kilde: Havforskningsinstitutt og Norges Geologiske Undersøkelse (NGU).

Evertebrat-delen av bunnsamfunnene (organismer som lever enten på, eller nedgravd i sedimentene) forventes å ha følgende arter som mest tallrike i området (Tabell 25; basert på Kröncke m.fl. 2011). Disse artene er typisk for området og ingen av disse er indikatorer for forurensning og (betraket som "vanlige arter" for verdisetting Tabell 7). Tilstedeværelse av finkornede sedimenter i sørlige delen av området tyder på en bred utbredelse av **vanlig bløtbunn** i alle områder av finkornede sedimenter (slam) (basert på ekspertskjønn).

Tabell 25. De mest tallrike bløtbunnsarter som er registrert i Sørvest F området (Kröncke m.fl. 2011).

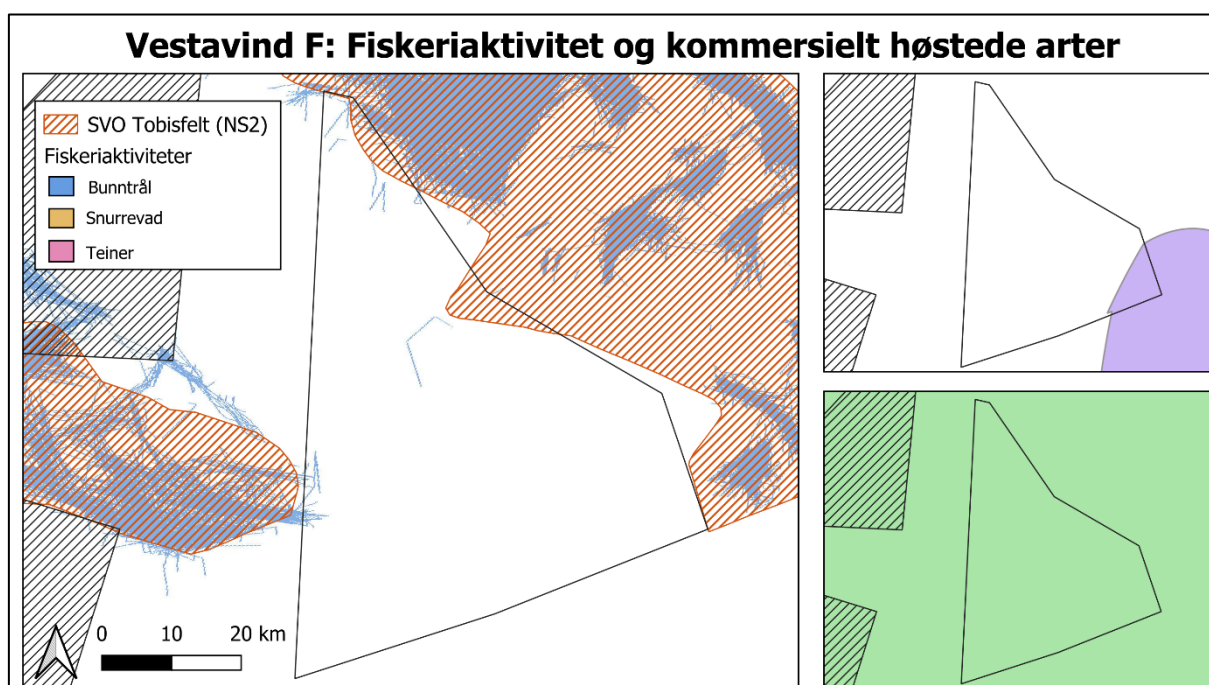
Arter navn	Rekke	Klasse	Familie
<i>Spiophanes</i> spp.	Annelida	Polychaeta	Spionidae
Phoronida	Phoronida		
<i>Scoloplos armiger</i>	Annelida	Polychaeta	Orbiniidae
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	Annelida	Polychaeta	Amphinomidae
<i>Magelona</i> spp.	Annelida	Polychaeta	Magelonidae
<i>Bathyporeia</i> spp.	Arthropoda	Malacostraca	Bathyporeiidae
<i>Spisula</i> spp.	Mollusca	Bivalvia	Mactridae
<i>Tellina</i> spp.	Mollusca	Bivalvia	Tellinidae
<i>Myriochele</i> spp.	Annelida	Polychaeta	Oweniidae
<i>Amphiura filiformis</i>	Echinodermata	Ophiruoidea	Amphiuridae

Det finnes lite offentlig tilgjengelige data om sårbare naturtyper i området. Det foreligger en enkelt observasjon av sjøfjærbunn i muddersedimenter i den vestlige delen av Sørvest F fra en nylig videokartlegging utført av Mareano (Nordsjøtokt 2024007003 rapport,

Havforskningsinstitutt). I forbindelse med denne fagutredningen ble derfor sjøfjær og gravende megafauna vurdert innenfor alle slamområdene i Sørvest F til tross for lave tettheter, spesielt i den østlige delen av området.

Det er ingen observasjoner av andre relevante sårbare naturtyper (f.eks. svamphabitater, korallhabitater), og disse gruppene forventes derfor ikke å være til stede i høye tettheter i Sørvest F og ble ikke inkludert i vurderingen av området.

Utbredelse av **sjøkreps** er begrenset til ca. 992 km² i den sørøstlige delen av Sørvest F, som består av mudderbunn, mens **taskekrabbe** er utbredt over hele området (Figur 38). Fiskeriaktiviteten er lav og består stort sett av bunntåling, mest i tobisfeltet i den nord-østlige delen av utredningsområdet. Det er lite sannsynlig at det er fiske etter sjøkreps eller taskekrabbe i dette området (Figur 38). Sjøkreps ble likevel inkludert i denne vurderingen fordi arten også er en aktiv graver, og også taskekrabbe fordi den fanges for det meste med fartøy som er mindre enn det som er inkludert i de tilgjengelige dataene om fiskeriaktivitet.



Figur 38 Utbredelse av sjøkreps (lilla) og taskekrabbe (grønn) til høyre og fiskeriaktivitet ved bunntåling, snurrevad eller teiner i Sørvest F havvind område til venstre. Kilder: Havforskningsinstitutt og Fiskeridirektoratet.

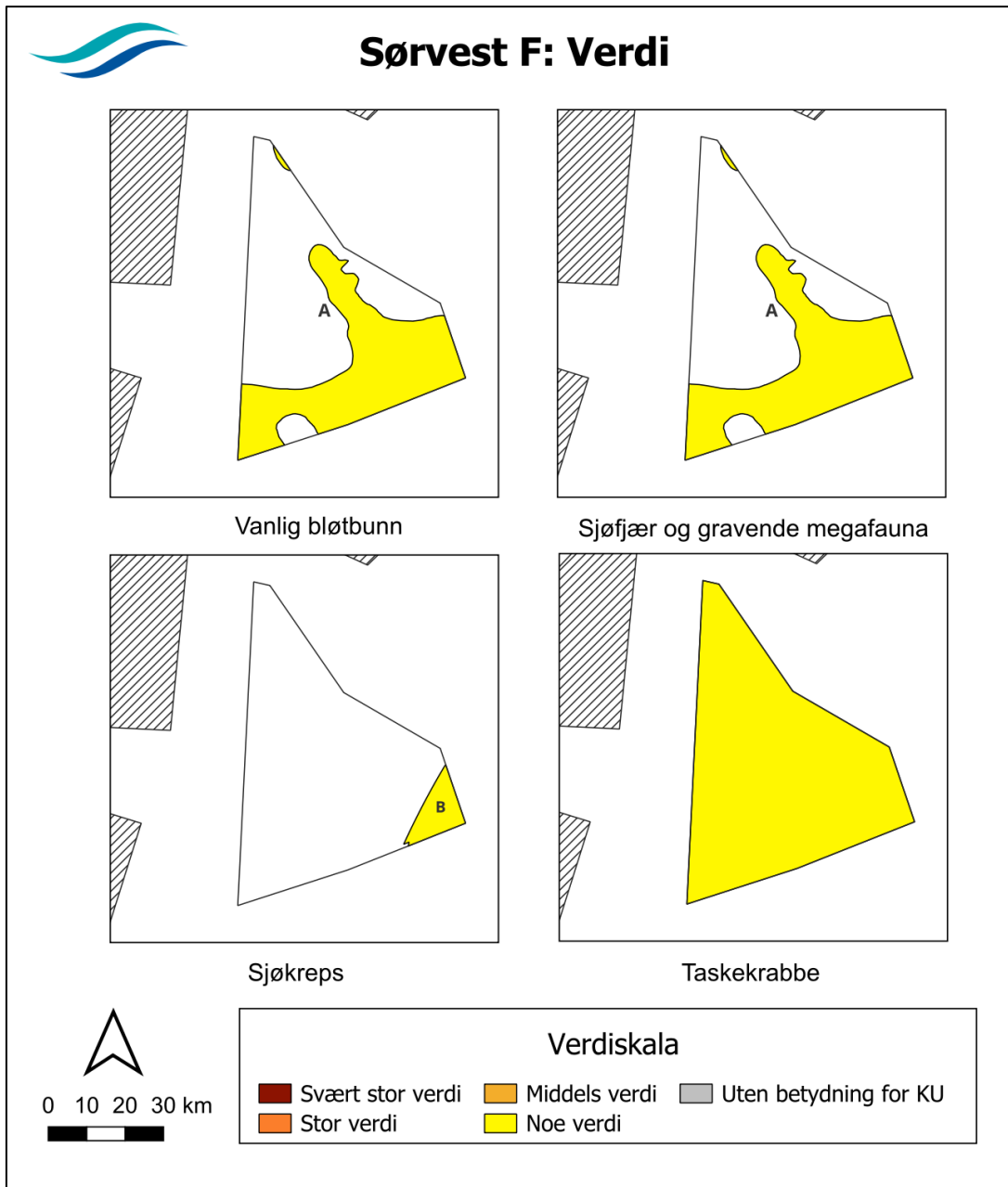
Under Mareanos kartleggingstokt til Sørvest F i 2024 ble det notert at det var mange bølgespor på havbunnen, og at sikten ofte var svært dårlig på grunn av resuspenderte sandpartikler (se toktrapport kommentar i 9.1.2 Tabell V2, <https://www.hi.no/hi/nettrapper/toktrapport-2024-11#sec-9-3>). Det er derfor et moderat potensial for resuspensjon av sedimenter i området, og vi tar hensyn til dette i vurderingen av påvirkningen.

5.3.3 Verdivurdering og delområder: Sørvest F

På grunnlag av innhentet data om både bunnforholdene og kommersielt høstede arter i Sørvest F området ble følgende bunnsamfunn og naturtyper vurdert som mest aktuelle: **vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, sjøkreps** og **taskekrabbe**. Det ble identifisert delområder for vanlig bløtbunn, sjøfjær og gravende megafauna, og sjøkreps. Delområder er beskrevet i Tabell 26 og følgende tekst, og vist i Figur 39.

Tabell 26 Verdivurdering for bunnsamfunn og naturtyper innenfor Sørvest F.

Gruppe	Del-område	Verdi	Beskrivelse
Vanlig bløtbunn	A	Noe verdi	Delområdet kjennetegnes av finkornet sediment (slam) som forventes å huse en typisk bløtbunnsfauna som bidrar til bioturbasjon, og sedimentet har en høy kapasitet for karbonlagring.
Sjøfjær og gravende megafauna	A	Noe verdi	Delområdet kjennetegnes av finkornede sedimenter som er egnet habitat for sjøfjær og annen gravende megafauna. Dette er utpekt som et spesielt sårbart habitat, og faunaen bidrar til bioturbasjon av sedimentene
Sjøkreps	B	Noe verdi	Delområdet er preget av finkornige sedimenter (slam) og er innenfor artens generelle utbredelsesområde.
Taskekrabbe	Ikke relevant	Noe verdi	Hele området er egnet habitat for taskekrabbe og ligger innenfor artens forventede utbredelse.



Figur 39 Kart av verdivurdering for bunnsamfunn og naturtyper innenfor Sørvest F. A og B identifiserer de relevante delområder.

Vanlig bløtbunn

Det ble identifisert ett delområde for vanlig bløtbunn (delområde A) som inneholder finkornede sedimenter av slam og forventes å inneholde vanlig bløtbunnsfauna.

- Det forventes et typisk bunndyrsamfunn bestående av børstemark, pigghuder, muslinger og krepsdyr.
- Verdien av vanlig bløtbunn i Sørvest F området ble vurdert som **noe verdi** (Figur 39).
- Denne bunntypen har høy kapasitet for karbonlagring, og inneholder vanligvis organismer som bidrar til biologisk omrøring (se seksjon 3.1).

- Verdien av andre sedimenter i Sørvest F (sand og grovt blandet sediment) kan også vurderes til **noe verdi** for karbonlagringspotensial og bidra til habitatheterogenitet i området uten tilstedeværelse av vanlig bløtbunnsfauna.

Sjøfjær og gravende megafauna

Det ble identifisert ett delområde for sjøfjær og gravende megafauna i Sørvest F (delområde A). Dette delområdet består av mudder og forventes å inneholde i det minste lave tettheter av sjøfjær, men spredte tette ansamlinger er også mulig.

- Verdien av dette delområdet for sjøfjær og gravende megafauna ble vurdert til **noe verdi** (Figur 39).
- Observasjoner kan tyde på at den vestlige delen av delområdet kan være mer verdifull for sjøfjær, men det lave antallet observasjoner begrenser muligheten til å gjøre noen meningsfull ytterligere inndeling av dette området.

Sjøkreps

Det ble identifisert ett delområde for sjøkreps (delområde B). Dette delområdet består av finkornede sedimenter (slam) og er innenfor artens forventede utbredelse. Selv om arten sannsynligvis også finnes i alle muddersedimenter i Sørvest F, har vi valgt å begrense evalueringen av arten til dette delområdet uten ytterligere data som kan bekrefte dens tilstedeværelse.

- Verdien av dette delområdet for sjøkreps ble vurdert til **noe verdi** (Figur 39).
- Det resterende delområdet med slam i Sørvest F kan også verdivurderes til **noe verdi** uavhengig av forekomsten av sjøkreps. Usikkerheten i utbredelsen av arten endrer derfor ikke verdivurderingen.

Taskekrabbe

Det ble ikke identifisert noe relevant delområde for taskekrabbe innenfor Sørvest F.

- Verdien av dette området for taskekrabbe ble vurdert som **noe verdi** (Figur 39).
- Arten har en bred utbredelse og forventes å være vanlig innenfor hele Sørvest F-området

5.3.4 Påvirkningsgrad i Sørvest F

Som i alle områdene er den største påvirkningen på bunnsamfunnene **tap av habitat, fysisk forstyrrelser** og **oppvirvling av sedimenter**. Omfanget av disse varierer mellom de ulike fasene av en utbygging.

Merk at i utbyggingsfasen vil **tap av habitat** regnes som permanent da det er usannsynlig at alt av bunnliggende strukturer vil kunne fjernes. Det ventes likevel en viss rekolonisering av etterlatte installasjoner og evt. utlagt overdekkingsmateriale (kunstig rev effekt).

Ulike faser i utbyggingen og ulike grupper av bunnsamfunn eller naturtyper vil ha ulik grad av påvirkning. Hver gruppe er derfor vurdert for seg i hver fase og vurderingene er oppsummert i Tabell 27. Begrunnelser for vurderingene beskrives i den påfølgende teksten. Merk at i utbyggingsfasen forventer vi tap av habitat tilsvarende et bunnareal på ca. 0,0053 km² (0,0002 % av Sørvest F).

Tabell 27 Vurderingen av påvirkning for bunnsamfunn og naturtyper i ulike faser av havvind innenfor Sørvest F.

Gruppe	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Alternativ 1					Alternativ 2				
				Romlig skala	Tids-aspekt	Usikk. Eks.	Usikk. Sår.	Påvirkning	Romlig skala	Tids-aspekt	Usikk. Eks.	Usikk. Sår.	Påvirkning
Vanlig bløtbunn	A	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	>100 år	Lav	Lav	Foringet	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	2-10 år	Middels	Lav	Noe forringet	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Sjøfjær og gravende megafauna	A	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	>100 år	Middels	Lav	Foringet	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	2-10 år	Middels	Lav	Noe forringet	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Sjøkreps	B	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	>100 år	Middels	Lav	Foringet	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Middels	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Middels	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
Taskekrabbe	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig	0	0-2 år	Lav	Lav	Ubetydelig

Vanlig bløtbunn

Alternativ 1:

- Påvirkningen i utbyggingsfasen ble vurdert som **forringet** fordi det vil være et permanent tap av habitat hvis turbinene konsentreres i områder dominert av mudder - denne sedimenttypen har begrenset utbredelse i Sørvest F og området rundt.
- Påvirkning i driftsfasen ble vurdert som **noe forringet** fordi det er potensial for betydelig erosjon rundt turbinene. Det er imidlertid **middels usikkerhet** fordi det ikke er tilstrekkelig data tilgjengelig til å bestemme nivået av sedimentbevegelse fra turbinene, inkludert bruk av eventuell skuringsbeskyttelse. Erosjonen vil være begrenset til et lite område rundt turbinene.
- Påvirkningen i alle andre faser for begge alternativene ble vurdert som **ubetydelig** fordi aktivitetene forventes å forårsake lite forstyrrelse av sedimentene, og gjenopprettingen vil gå raskt. Det er **lav usikkerhet** knyttet til både eksponering og sårbarhet i disse vurderingene fordi det foreligger et godt datagrunnlag for utbredelsen (MOD database, ekspertvurderinger, samt eventuelt annen faglitteratur). og effektene av sedimentforstyrrelser på vanlig bløtbunnsfauna er godt dokumentert.

Alternativ 2:

- Påvirkningen i alle faser ble vurdert som **ubetydelig** fordi aktivitetene ville være konsentrert i den nordlige delen av Sørvest F som består av sand med svært lite mudderhabitat for vanlig bløtbunnsfauna.
- Det er **lav usikkerhet** for både eksponering og sårbarhet fordi det finnes et godt grunnlag av sedimentdata for å bestemme utbredelse og effekter av sedimentforstyrrelser er godt dokumentert.

Sjøfjær og gravende megafauna

Alternativ 1:

- Påvirkning ble vurdert som **noe forringet** under utbyggingsfasen og en større andel av egnet habitat kan påvirkes. Det er **middels usikkerhet** knyttet til eksponering fordi den eneste observasjonen av en tett ansamling av sjøfjær ble gjort i den vestlige delen av området, noe som tyder på at denne naturtypen/arten ikke er vanlig i hele det mudderrike habitatet som finnes.
- Påvirkning under driftsfasen ble også vurdert som **noe forringet** fordi det er potensial for betydelig erosjon rundt turbinene, og sjøfjær er følsomme for turbiditet som kan øke lokalt. Det er imidlertid **middels usikkerhet** fordi det ikke foreligger tilstrekkelige data til å fastslå omfanget av sedimentbevegelse som følge av turbinene, inkludert bruk av eventuell skuringsbeskyttelse. Vi understreker også at erosjon og turbiditet trolig vil være begrenset til et mindre område rundt turbinene.
- Påvirkningen i alle andre faser ble vurdert som **ubetydelig** fordi forstyrrelsene forventes å være moderate.
- Det er **lav usikkerhet** knyttet til sårbarhet fordi det er godt dokumentert at sjøfjær er følsomme for ulike sedimentforstyrrelser.

Alternativ 2:

- Påvirkningen i alle faser ble vurdert som **ubetydelig**.
- Denne naturtypen forventes ikke å forekomme i stor utstrekning i den nordlige delen av Sørvest F, der den dominerende sedimenttypen er sand
- Det er **lav usikkerhet** knyttet til eksponering fordi naturtypen er sterkt knyttet til mudderholdige sedimenter, ikke sand, og vurdering av utbredelse anses derfor som pålitelig.
- Det er **lav usikkerhet** knyttet til sårbarhet fordi det er godt dokumentert at sjøfjær er følsomme for ulike sedimentforstyrrelser.

Sjøkreps

Alternativ 1:

- Det høyeste påvirkningsnivået ble vurdert som **noe forringet**, i forbindelse med tap av habitat under utbyggingsfasen.
- Det ble vurdert en **middels usikkerhet** knyttet til eksponering av sjøkreps i området, da det er sannsynlig at denne arten kan forekomme i mudderbunn over hele Sørvest F-området, det vil si utover dens hypotetiske distribusjonsområde.
- Påvirkningene ble vurdert som **ubetydelige** under de øvrige fasene, da arten er mobile og aktivitetene ikke forventes å forårsake forstyrrelser som vil ha videre virkninger på sjøkreps.
- Det er vurdert en **lav usikkerhet** knyttet til følsomhet av denne arten under alle fasene, da adferdsmønsteret er godt dokumentert.

Selv om arten er mobil, så vil egg-bærende hunner forbli i sine huler i hele inkubasjonsperioden (8-9 måneder), og i denne perioden (ca. august til april) er de spesielt sårbare for aktiviteter som skader eller ødelegger hulene.

Alternativ 2:

- Påvirkning ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser.
- Utbygging av havvind i den nordlige delen av Sørvest F er utenfor artens forventede utbredelse og arten kan anses som «ikke til stede».
- Det er **lav usikkerhet** knyttet til både eksponering og sårbarhet fordi det er et godt datagrunnlag av sedimentdata som dokumenterer lite tilgjengelig mudderhabitat for sjøkreps i den nordlige delen av Sørvest F, og artens graveadferd i mudder er godt dokumentert.

Vi bemerker at ingen av utbyggingsfasene i noen av alternativene forventes å føre til noen vesentlig påvirkning på pelagiske larver av sjøkreps. I tillegg er den kommersielle høstingen av sjøkreps minimal innenfor eller i nærheten av Sørvest F-området, og vi har derfor valgt å ikke tillegge opphør av fiskeri noen avgjørende påvirkning på sjøkreps i driftsfasen.

Taskekrabbe

Alternativ 1:

- Påvirkning ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser.
- Taskekrabbe benytter et bredt spekter av sedimenttyper som habitat, og det er lite sannsynlig at arten vil bli vesentlig påvirket av tap av habitat under turbinene. I tillegg er arten svært mobil og kan unngå andre kortvarige forstyrrelser.
- Det er **lav usikkerhet** knyttet til eksponering og sårbarhet på grunn av et godt datagrunnlag som tyder på at arten er utbredt og vanlig i området og generelt ufølsom for sedimentforstyrrelser.

Alternativ 2:

- Påvirkning ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser
- Taskekrabbe er utbredt i området, svært mobil og forventes ikke å bli negativt påvirket av aktiviteter knyttet til utbyggingen av havvind.
- Det er lav usikkerhet for vurderingen fordi det foreligger tilstrekkelig data om artens utbredelse og følsomhet for forventede effekter av sedimentforstyrrelser.

Det er mulig at stenging av området for fiske vil ha en positiv effekt på taskekrabbe, men vi har ikke grunnlag for å vurdere kommersielt fiske eller fangst av denne arten i Sørvest F. I tillegg vil kolonisering av turbiner med fauna kunne være en matkilde for taskekrabbe, da den ofte lever av blåskjell, men i hvilken grad en eventuell kolonisering vil finne sted er ukjent og høyst usikkert.

5.3.5 Konsekvenser for bunnsamfunn og naturtyper: Sørvest F

Konsekvensene for bunnsamfunn av etablering av havvindanlegg i Sørvest F avhenger av hvilken bentisk habitat/naturtype som berøres i de ulike faser. Resultatene av evalueringene for de fire faser er presentert i det følgende.

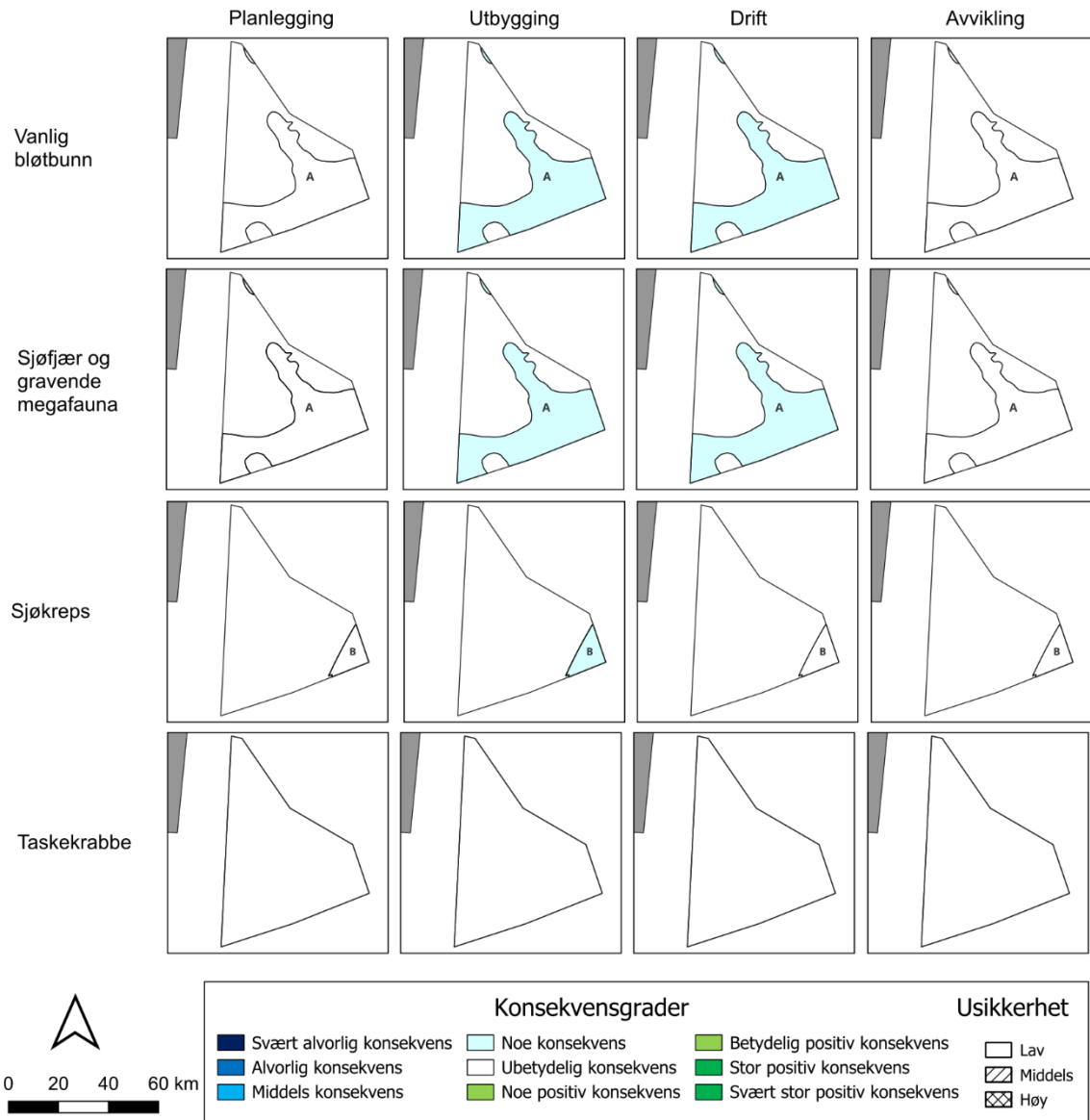
Oppsummert på konsekvensene av utbygging av havvindanlegg ved Sørvest F ble vurdert er gitt i Tabell 28 og vist i Figur 40 (alternativ 1) og Figur 41 (alternativ 2).

Tabell 28 Konsekvensgrader for bunnsamfunn og naturtyper i ulike faser av havvind innenfor Sørvest F.

Gruppe	Del-område	Fase	Påvirknings-faktor	Verdi	Alternativ 1			Alternativ 2		
					Påvirkning	Usikk.	Konsekvens	Påvirkning	Usikk.	Konsekvens
Vanlig bløtbunn	A	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Forringet	Lav	Noe konsekvens	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Sjøfjær og gravende megafauna	A	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Forringet	Lav	Noe konsekvens	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment		Noe forringet	Lav	Noe konsekvens	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Sjøkreps	B	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Forringet	Lav	Noe konsekvens	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
Taskekrabbe	Ikke relevant	Planlegging	Forstyrrelse av sediment	Noe verdi	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Utbygging	Tap av habitat		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Drift	Oppvirvling av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig
		Avvikling	Forstyrrelse av sediment		Ubetydelig	Lav	Ubetydelig	Ubetydelig	Lav	Ubetydelig



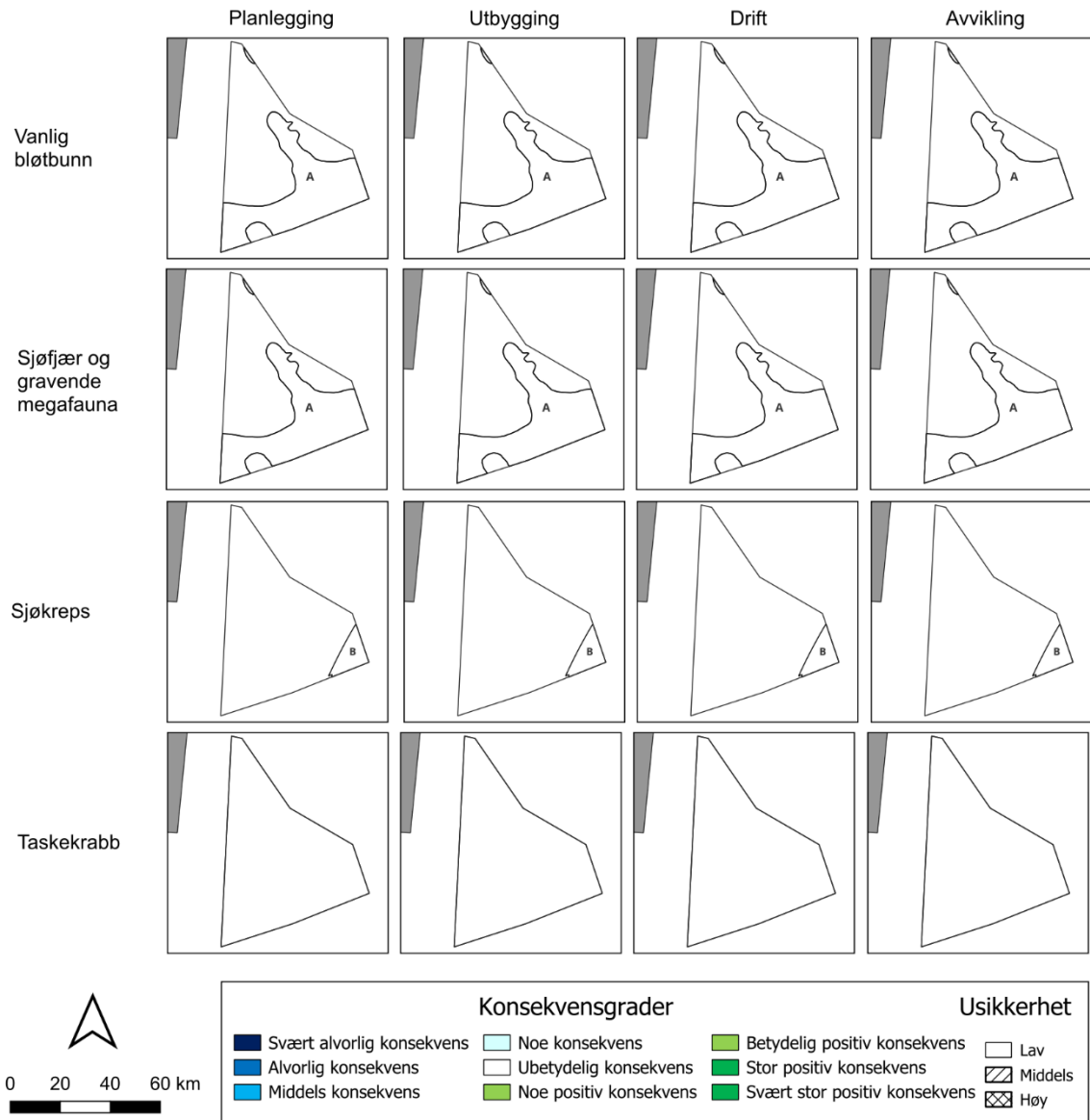
Sørvest F: Konsekvens - Alternativ 1



Figur 40 Konsekvensgrader for bunnsamfunn og naturtyper i ulike faser av havvind følgende alternativ 1 innenfor Sørvest F. Andre havvind områder er vist i mørk grå. A og B identifiserer de relevante delområder.



Sørvest F: Konsekvens - Alternativ 2



Figur 41 Konsekvensgrader for bunnsamfunn og naturtyper i ulike faser av havvind følgende alternativ 2 innenfor Sørvest F. Andre havvind områder er vist i mørk grå. A og B identifiserer de relevante delområder.

Vanlig bløtbunn

Alternativ 1:

- Den største konsekvensen ble vurdert som **noe konsekvens** i utbyggings- og driftsfasen på grunn av permanent tap av habitat og potensialet for betydelig oppvirvling/erosjon av sediment.
- Konsekvensene i alle andre faser ble vurdert som **ubetydelige** fordi forstyrrelsene forventes å være minimale.

- Det er **lav usikkerhet** for vurderinger i alle faser fordi det er et godt datagrunnlag for å bestemme utbredelsen av denne gruppen, og det er tilstrekkelig bakgrunn når det gjelder effekter av sedimentforstyrrelser fra andre relevante næringer eller aktiviteter.

Alternativ 2:

- Konsekvens ble vurdert som **ubetydelig** for alle faser.
- Dette skyldes at utbygging i nordre del av Sørvest F i liten grad vil påvirke denne gruppen som lever i muddersedimenter som er nesten fraværende i dette området.
- Det er **lav usikkerhet** for alle faser fordi det er et godt datagrunnlag for å bestemme utbredelsen av denne gruppen og tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon om effekter av sedimentforstyrrelser.

Sjøfjær og gravende megafauna

Alternativ 1:

- Den største konsekvensen ble vurdert som **noe konsekvens** i utbyggings- og driftsfasen på grunn av permanent tap av habitat og potensialet for negative effekter av sedimenterosjon/bevegelse.
- Konsekvensen i alle andre faser ble vurdert som **ubetydelig**.
- Det er **lav usikkerhet** fordi det foreligger observasjoner og sedimentdata som grunnlag for å estimere artsutbredelsen, samt et godt kunnskapsnivå om sårbarhet for sedimentforstyrrelser.

Alternativ 2:

- Konsekvens ble vurdert som **ubetydelig** i alle faser.
- Dette skyldes at den nordlige delen av Sørvest F ikke inneholder mye egnet sediment for at denne naturtypen skal kunne forekomme.
- Det er **lav usikkerhet** i alle faser fordi kunnskapen om utbredelse og sårbarhet for denne gruppen var tilstrekkelig.

Sjøkreps

Alternative 1:

- Den største konsekvensen ble vurdert som noe **konsekvens** i utbyggingsfasen på grunn av permanent tap av habitat.
- Konsekvensen i alle andre faser ble vurdert som **ubetydelig**.
- Det er en samlet **lav usikkerhet** for denne vurderingen fordi det finnes generelle data om utbredelsen av denne arten, og effektene av sedimentforstyrrelser er kjent.

Alternative 2:

- Konsekvens ble vurdert som **ubetydelig** for alle faser fordi sjøkreps ikke forventes å være til stede da dette området ligger utenfor artens utbredelsesområde og inneholder lite egnet habitat for graving.
- Det er en samlet **lav usikkerhet** i denne vurderingen fordi det foreligger tilstrekkelig kunnskap om artens generelle utbredelse og følsomhet.

Taskekrabbe

- Konsekvens ble vurdert som **ubetydelig** for alle faser i både alternativ 1 og alternativ 2
- Arten er vidt utbredt over en rekke sedimenttyper og habitater, er svært mobil og forventes å unngå forstyrrelser.
- Det er en samlet **lav usikkerhet** for denne vurderingen fordi det var tilstrekkelig kunnskap om artens utbredelse samt dens følsomhet for forstyrrelser som forventes å oppstå under utbyggingen av havvind.

5.3.6 Kunnskapsmangler og anbefalinger: Sørvest F

Det finnes noe, men ikke omfattende offentlig tilgjengelige data om bunnsamfunnene i Sørvest F området. Det forventes at bunnsamfunnene vil bestå av en normal og variert fauna med dominans av dyregrupper som flerbørstemark, muslinger, pigghuder og krepsdyr, men selve artene vil variere etter lokalvariasjoner i bunnsubstratet. Sedimentprøvetaking kan bekrefte artssammensetningen av sediment i områder foreslått for utbygging av havvind. Siden området består av sandbunn, med innslag av grovere sedimenter utelukkes det ikke at det kan finnes hardbunnskoraller innenfor Sørvest F. Nyere videoundersøkelser av Mareano (2024) fant tegn på sjøfjærbunn i den sørvestlige delen av Sørvest F. Så vidt vi vet, ble det ikke gjort noen undersøkelser i den nordlige delen av området som er relevant for den foreslåtte utbyggingen etter alternativ 2. Det er derfor en viss usikkerhet knyttet til konsekvensen av å bygge ut havvind i disse to alternativene.

Det er noe usikkerhet knyttet til hvor mye sedimentresuspensjon og erosjon som forventes å forekomme rundt de bunnfaste turbinene i Sørvest F. Området er grunt, og det er tegn på betydelig sedimentresuspensjon, perioder med høy turbiditet osv. som følge av bølgepåvirkning og omrøring. Det er derfor uklart i hvilken grad sedimentbevegelsene kan øke i området som følge av bunnfaste turbiner.

Forslag til tetting av kunnskapshull

Det vil helt klart være nyttig å foreta en grunnlagsundersøkelse innen det planlagte havvindanleggets område som del av design og planlegging av utbyggingen. Dette bør som et minimum omfatte en visuell kartlegging for å avdekke tilstedeværelse av svamp eller sjøfjær, samt eventuell andre sårbare eller kommersielt høstbare forekomster (for eksempel sjøkreps). Det bør også gjennomføres undersøkelser i den nordlige delen av Sørvest F før identifisering av spesifikke installasjonssteder for bedre å kunne sammenligne de forventede konsekvensene mellom de foreslåtte alternativene. Det vil videre være hensiktsmessig med fysiske prøvetaking av sedimenter for å bekrefte sedimentets beskaffenhet samt artsfordelingene av bunnsamfunnene som stort sett lever nedgravd i sedimentene (makrofauna).

Det bør også gjennomføres undersøkelser i den nordlige delen av Sørvest F før identifisering av spesifikke installasjonssteder for bedre å kunne sammenligne de forventede konsekvensene mellom de foreslåtte alternativene.

Ved Sørvest F bør det tas i bruk modellering av til hvilken grad bunnfaste vindturbiner vil kunne endre vannstrømmer og eventuell sedimentforflytting/erosjon, for bedre å forstå mulige virkninger på bunnsamfunne og naturtyper. Modelldata må kunne ta hensyn til effekter på havbunnen, ikke bare på overflatestrømmer.

6 Del 4: Betraktninger om samlede virkninger

6.1 Begrensninger og usikkerhet i utredningen

Vurderingene i denne utredningen er basert på eksisterende kunnskap om bunnsamfunn og naturtyper i de ulike utredningsområdene samt kunnskap om de mest sannsynlige virkninger av havvindanlegg har på disse. I kapittel 4.7.1 beskrives kilder til usikkerhet i konsekvensvurderingene, som gir en varierende grad av usikkerhet i konsekvensvurderingene på de ulike artsgrupper og habitater. Her oppsummeres hovedproblemstillingene og beskriver noen ytterlige begrensninger med vurderingene som ble gjort i denne utredningen.

6.1.1 Oppsummerte begrensninger

I hovedsak er usikkerhetsmomenter i vurderingene knyttet til datagrunnlaget. Det er kun i noen utvalgte utredningsområder at det finnes konkrete visuelle data om bunnforholdene. Våre vurderinger om hvilke naturtyper som er tilstede i utredningsområdene er ellers stort sett basert på data om sedimenttyper (NGU kartmateriale). Det er da brukt ekspertvurderinger for å ekstrapolere sannsynlige bunnsamfunn og naturtyper, basert på kunnskap om substratpreferanser til de ulike artsgruppene, samt visuelle undersøkelser fra andre områder (for eksempel O&G overvåking samt Mareano). Noe av disse ekstrapoleringer kan derfor være noe unøyaktig.

Restitusjonstider for bløtbunns habitater er avhengig av levetiden til de artene som er til stede. I enkelte områder, spesielt i de nordligste områdene, kan det forekomme for eksempel muslinger eller børstemark (for eksempel *Spiochaetopterus typicus* eller *Maldane sarsi*) som kan være svært langt levende. Våre estimeringer av restitusjonstider er basert på en antatt levetid på et gjennomsnittlig bløtbunnsamfunn (brukt i Cochran m.fl. 2009). Disse kan derved være over- eller underestimert, avhengig av de stedsspesifikke forholdene.

Det er videre noe usikker på om fragmentering av havbunns habitat grunnet ankerlokasjonene vil ha noe effekt på enten spredning eller kolonisering av arter, på en større skala.

6.1.2 Valg av teknologi

Det konkluderes med at det er bunnberørende gjenstander som vil gi de største virkninger på havbunnen. Av disse vil det være ankere (flytende turbiner) eller fundament (bunnfaste turbiner) som utgir de største påvirkningene.

For vind-anlegg basert på flytende teknologi vil det endelige påvirket arealet derfor være svært avhengig av antall ankere som legges ned og hvilken type som velges. Det er tatt utgangspunkt i 68 turbiner per anlegg, med tre ploganker per turbin, men det vurderes alternativer.

Ulike ankerløsninger er omtalt i seksjon 3.2. Om det brukes teknologi som minimerer antall anker (for eksempel ved anker-delning) vil det påvirkede arealet selvfølgelig reduseres. Likevel, om det brukes sugeankere til slike formål vil dette føre til langvarig habitat-tap der den øverste delen av ankeret vil være over substratet. Noen aktører vurderer avskjæring av denne delen under nedleggingsfase og eventuelt tildekking av naturlig sediment, noe som da vil fremme restituering av ankerlokasjonene.

Et alternativ som nylig vurderes er torpedoankere. I likhet med plogankere havner disse under sedimentoverflaten, slik at området ovenfor vil etter hvert kunne rekoloniseres. Og i likhet med sugeankere kan disse brukes fra flere retninger, som muliggjør ankerdeling.

Denne utredningen tar ikke hensyn til påvirkninger fra eksportkabler. Dette er fordi frem til at plassering av vindanleggene er bestemt, samt om disse kablene skal graves ned og/eller tildekkes vil estimeringer av omfanget av påvirkningene være i høyeste grad spekulativt.

Frem til at de endelige tekniske løsninger og dimensjoner på vindanleggene er det derfor en viss usikkerhet knyttet til estimeringer av påvirkningsomfanget.

6.1.3 Indirekte effekter

Denne utredningen er gjort på et overordnet nivå, og er begrenset til å fokusere på de direkte effektene fra havvind. Endrede vindstrømmer kan påvirke overflatevannet, og om dette i sin tur påvirker sedimenteringen av for eksempel fytoplankton til havbunnen kan dette endre næringsgrunnlaget til bunnsamfunnene i anleggsområdet.

Eventuelle effekter på de ulike økosystemtjenester (for eksempel karbonlagring og biologisk omrøring) er vanskelig å vurdere kvantitativt og uansett vurderes til å være lokalt. Det er også usikkert i hvilken grad stenging av eventuelle fiskerifelt rundt et vindanlegg vil ha virkninger på bunnsamfunnene og naturtyper.

Andre virkninger på havbunnen, for eksempel klimarelaterte endringer, vil ikke kunne reguleres, men likevel må tas hensyn til. For eksempel spredning av fremmede arter på havbunnen som konsekvens av endringer i vannmassene kan føre til hittil ukjente endringer i sedimentets funksjon og egenskaper. Se seksjon 3.3.8 om fremmede arter, deriblant spesielt den svartelistede japansk havnepung, også kjent som havnespy (*Didemnum vexillum*). Denne arten er svartelistet, men hittil er det vanskelig å innføre konkrete tiltak mot dens spredning, spesielt knyttet til offshore vindanlegg.

I og med at slike scenarioer er noe spekulativ er disse ikke tatt med i denne utredningen.

6.1.4 Avbøtende tiltak

Av åpenbare grunner kan påvirkningene fra selve ankerne ikke unngås. Likevel, som nevnt ovenfor vil et bevisst valg av ankertype kunne minske forstyrrelsene.

I og med at det allerede er lagt opp til flytende fortøyningsløsninger (se Figur 5) vil dette gjøre at problemstillingen med fysiske påvirkninger fra "ankerkorridorer", spesielt ved "touchdown sone" vil unngås. Dette kan derved også anses som et vellykket avbøtende tiltak.

De fleste avbøtende tiltak vurdert i denne utredningen som ikke er knyttet til selve ankere viser seg til å være upraktisk, lite hensiktsmessig eller teknisk lite gjennomførbar. Selv om det jobbes med å øke varighet av anti-begroingsmidler er disse enda ikke utviklet for å vare ut livslengde på en vindturbin (estimert 30 år).

6.2 Samlede virkninger og storskalaeffekter

I at virkningene av havvind på havbunnen vurderes til å være stort sett begrenset til ankerlokasjonene samt eventuelt området direkte under turbinene vil storskalaeffektene og økosystemperspektivene være mest knyttet det pelagiske miljøet.

Denne delen er derved felles med utredningen som omhandler de frie vannmassene og er hentet fra Sivertsson et al., 2024.

6.2.1 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. 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.

6.2.2 Storskala utbygging og konsekvens for naturmangfold

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 gytevandingsområder 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.

6.2.3 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 havvinnanlegg 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 havvinnanlegg 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 havvinnanlegg 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 havvinnanlegg vil tilby fremmede arter livsmuligheter i et omfang som truer naturlige arter (Degraer m.fl. 2020, Dauvin 2024).

6.2.4 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 (Hasselmann m.fl. 2023, Isaksson m.fl. 2023).

7 Referanser

- Adams, T.P., Miller, R.G., Aleynik, D. and Burrows, M.T., 2014. Offshore marine renewable energy devices as stepping stones across biogeographical boundaries. *Journal of Applied Ecology*, 51(2), pp.330-338.
- Airoldi, 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.
- Albert, L., Maire, O., Olivier, F., Lambert, C., Romero-Ramirez, A., Jolivet, A., Chauvaud, L. and Chauvaud, S., 2022. Can artificial magnetic fields alter the functional role of the blue mussel, *Mytilus edulis*? *Marine Biology*, 169(6), p.75.
- Atwood, T.B., Witt, A., Mayorga, J., Hammill, E. and Sala, E., 2020. Global patterns in marine sediment carbon stocks. *Frontiers in Marine Science*, 7, p.165.
- Álvarez-Noriega, M., Burgess, S.C., Byers, J.E., Pringle, J.M., Wares, J.P. and Marshall, D.J., 2020. Global biogeography of marine dispersal potential. *Nature Ecology & Evolution*, 4(9), pp.1196-1203.
- Bartzke, G. et al. (2021). Investigating the Prevailing Hydrodynamics Around a Cold-Water Coral Colony Using a Physical and a Numerical Approach. *Front. Mar. Sci.* 8.
- Bekkby, T., Torstensen, R.R.G., Grünfeld, L.A.H., Gundersen, H., Fredriksen, S., Rinde, E., Christie, H., Walday, M., Andersen, G.S., Brkljacic, M.S. and Neves, L., 2023. 'Hanging gardens' - comparing fauna communities in kelp farms and wild kelp forests. *Frontiers in Marine Science*, 10, p.233.
- Bergman, M. J., Ubels, S. M., Duineveld, G. C., and Meesters, E. W., 2015. Effects of a 5-year trawling ban on the local benthic community in a wind farm in the Dutch coastal zone. *ICES Journal of Marine Science*, 72(3), pp.962-972.
- Bishop, M.J., Mayer-Pinto, M., Airoldi, 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.
- Blake, S., Moran, C., Perry, J. and Phillips, C., 2022. Use of chemicals in Offshore Wind Farm Construction and Operation. Contract C8288, (https://assets.publishing.service.gov.uk/media/629dd9bad3bf7f03744c7b83/Cefas_2022_Chemicals_in_Offshore_Wind_Farms.pdf).
- Bos, O. G., Hermans, A., and Prusina, I., 2021. Nature-Inclusive Design: a catalogue for offshore wind infrastructure. In *NORA 4 Reconnecting across Europe*.
- Brandt, M. J., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R., and Nehls, G., 2013. Seal scarers as a tool to deter harbour porpoises from offshore construction sites. *Marine Ecology Progress Series*, 475, pp.291-302.
- Buck, B.H., Krause, G., Pogoda, B., Grote, B., Wever, L., Goseberg, N., Schupp, M.F., Mochtak, A. and Czybulka, D., 2017. The German case study: pioneer projects of aquaculture-wind farm multi-uses. Springer International Publishing, pp.253-354.
- Buhl-Mortensen, L., Ellingsen, K., Buhl-Mortensen, P., Skaar, K., Gonzalez-Mirelis, G., Gonzalez-Mirelis, K., 2015. Trawling disturbance on megabenthos and sediment in the

- Barents Sea: Chronic effects on density, diversity, and composition. *ICES Journal of Marine Science*, 73, pp.i98-i114.
- Burrows, M., Moore, P., Sugden, H., Fitzsimmons, C., Smeaton, C., Austin, W., Parker, R., Kröger, S., Powell, C., Gregory, L. and Procter, W., 2021. Assessment of carbon capture and storage in natural systems within the English North Sea (Including within Marine Protected Areas).
- Buyse, J., Reubens, J., Hostens, K., Degraer, S., Goossens, J. and De Backer, A., 2023. European plaice movements show evidence of high residency, site fidelity, and feeding around hard substrates within an offshore wind farm. *ICES Journal of Marine Science*, p.fsad179.
- Cathalot, C., Van Oevelen, D., Cox, T.J., Kutti, T., Lavaleye, M., Duineveld, G. and Meysman, F.J., 2015. Cold-water coral reefs and adjacent sponge grounds: hotspots of benthic respiration and organic carbon cycling in the deep sea. *Frontiers in Marine Science*, 2, p.37.
- Cazenave, P.W., Torres, R. and Allen, J.I., 2016. Unstructured grid modelling of offshore wind farm impacts on seasonally stratified shelf seas. *Progress in oceanography*, 145, pp.25-41.
- Christiansen, N., Daewel, U., Djath, B. and Schrum, C., 2022a. Emergence of large-scale hydrodynamic structures due to atmospheric offshore wind farm wakes. *Frontiers in Marine Science*, 9, p.64.
- Christiansen, N., Daewel, U. and Schrum, C., 2022b. Tidal mitigation of offshore wind wake effects in coastal seas. *Frontiers in Marine Science*, 9, p.1006647.
- Christiansen, N., Carpenter, J.R., Daewel, U., Suzuki, N. and 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, p.1178330.
- Clark, M. R., Bowden, D. A., Rowden, A. A., & Stewart, R. (2019). Little evidence of benthic community resilience to bottom trawling on seamounts after 15 years. *Frontiers in Marine Science*, 6, 63.
- Clarke, D. G., Homziak, J., Lazor, R., Palermo, M. R., Banks, G. E., Benson, H. A., Johnson, B. H., SmithDozier, T., Revelas, G. & Dardeau, M. R. 1990. Engineering design and environmental assessment of dredged material overflow from hydraulically filled hopper barges in Mobile Bay, Alabama. Miscellaneous Paper D-90-4. Vicksburg, MS. US Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Coates, D.A., Deschutter, Y., Vincx, M., and Vanaverbeke, J., 2014. Enrichment and shifts in macrobenthic assemblages in an offshore wind farm area in the Belgian part of the North Sea. *Marine Environmental Research*, 95, pp.1-12.
- Coates, D. A., Kapasakali, D. A., Vincx, M., and Vanaverbeke, J., 2016. Short-term effects of fishery exclusion in offshore wind farms on macrofaunal communities in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research*, 179, pp.131-138.
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., and Vanaverbeke, J., 2015. Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756, pp.3-18.
- Cochrane, S.K.J., Denisenko, S.G., Renaud, P.E., Emblow, C.E., Ambrose, W.G., Ellingsen, I.E., Skarðhamar, J. 2009. Benthic macrofauna and productivity regimes in the Barents

- Sea – Ecological implications in a changing Arctic. *Journal of Sea Research*, 61(4), pp.222-233.
- Cochrane, S.K.J. Ekehaug, S., Pettersen, R., Refit, E.C., Hansen, I.M., Aas, L.M.S. 2019. Detection of deposited drill cuttings on the sea floor - A comparison between underwater hyperspectral imagery and the human eye. *Marine Pollution Bulletin* 145, pp.67-80.
- Conner, W. G. & Simon, J. L. 1979. The effects of oyster shell dredging on an estuarine benthic community. *Estuarine and Coastal Marine Science* 9,749-58.
- Coolen, J.W.P., Vanaverbeke, J., Dannheim, J., Garcia, C., Birchenough, S.N.R., Krone, R., Beermann, J., 2022. Generalized changes of benthic communities after construction of wind farms in the southern North Sea. *Journal of Environmental Management*, 315, p.115173.
- Cormier, R., Kannen, A., Elliott, M., Hall, P., and Davies, I.M, 2013. *Marine and Coastal Ecosystem-based Risk Management Handbook*. ICES Cooperative Research Report, 317, pp.60.
- Cormier, R., Elliott, M., Kannen, A., 2018. IEC/ISO Bow-tie analysis of marine legislation: A case study of the Marine Strategy Framework Directive. ICES Cooperative Research Report, 342, pp.70.
- Cormier, R., Elliott, M., and Rice, J., 2019. Putting on a Bow-tie to sort out who does what and why in the complex arena of marine policy and management. *Science of the Total Environment*, 648, pp.293-305.
- Courtenay, W. R., Hartig, B. C. & Loisel, G. R. 1972. Ecological monitoring of two beach nourishment projects in Broward County, Florida. *Shore and Beach* 40(2), 8-13.
- Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C.M., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A.B. and Browman, H.I., 2022. 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, p.105609.
- Cresci, A., Durif, C.M., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A.B. and 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*, p.fsad205.
- Daewel, U., Naveed, A., Nils, C., and Schrum, C., 2022. Offshore wind farms are projected to impact primary production and bottom water deoxygenation in the North Sea. *Communications Earth & Environment*, 3, p.292.
- Davies, A.J., Duineveld, G.C., Lavaleye, M.S., Bergman, M.J., van Haren, H. and Roberts, J.M., 2009. Downwelling and deep-water bottom currents as food supply mechanisms to the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) at the Mingulay Reef Complex. *Limnology and Oceanography*, 54(2), pp.620-629.
- De Borger, E., Ivanov, E., Capet, R., Braeckman, U., Vanaverbeke, J., Grégoire, M. and Soetaert, K., 2021. Offshore Windfarm Footprint of Sediment Organic Matter Mineralization Processes. *Frontiers in Marine Science*, 8, p.632243.
- Degraer, S., Carey, D.A., Coolen, J.W., Hutchison, Z.L., Kerckhof, F., Rumes, B. and Vanaverbeke, J., 2020. Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning. *Oceanography*, 33(4), pp.48-57.

- de Groot, S. J. 1979. An assessment of the potential environmental impact of large -scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management* 5,211-32.
- de Groot, S. J. 1986. Marine sand and gravel extraction in the North Atlantic and its potential environmental impact, with emphasis on the North Sea. *Ocean Management* 10,21-36.
- de Haas, H. and van Weering, T. C. E., 1997. Recent sediment accumulation, organic carbon burial and transport in the northeastern North Sea. *Marine Geology*, 136, pp.173–187.
- 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.
- Desprez, M. 1992. Bilan de dix années de suivi de l'impact biosédimentaire de l'extraction de graves marins au large de Dieppe. Comparaison avec d'autres sites. Rapport Groupe d'étude des Milieux Estuariens et Littoraux GEMEL. St Valéry/Somme. (Cited in Report of the working group on the effects of extraction of marine sediments on fisheries. ICES Report No. CM 1993/E:7 Marine Environmental Quality Committee, 51-67).
- Diaz, R. J. 1994. Response of tidal freshwater macrobenthos to sediment disturbance. *Hydrobiologia* 278, 201- 12.
- Diaz, H. and Soares, C.G., 2020. Review of the current status, technology and future trends of offshore wind farms. *Ocean Engineering*, 209, p.107381.
- Diesing, M., Thorsnes, T. and Bjarnadóttir, L.R., 2020. Organic carbon in surface sediments of the North Sea and Skagerrak. *Biogeosciences Discussions*, 2020, pp.1-30.
- 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, p.830927.
- Esteban, M. D., López-Gutiérrez, J. S., and Negro, V., 2019. Gravity-based foundations in the offshore wind sector. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(3), 64.
- Farr, H., Ruttenberg, B., Walter, R.K., Wang, Y.H. and White, C., 2021. Potential environmental effects of deepwater floating offshore wind energy facilities. *Ocean & Coastal Management*, 207, p.105611.
- 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, p.884943.
- Glasby, T.M., Connell, S.D., Holloway, M.G. and Hewitt, C.L., 2007. Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Marine biology*, 151, pp.887-895.
- Guşatu, L.F., Menegon, S., Depellegrin, D., Zuidema, C., Faaij, A. and Yamu, C., 2021. Spatial and temporal analysis of cumulative environmental effects of offshore wind farms in the North Sea basin. *Scientific reports*, 11(1), p.10125.
- Han, D.G. and Choi, J.W., 2022. Measurements and spatial distribution simulation of impact pile driving underwater noise generated during the construction of offshore wind power plant off the southwest coast of Korea. *Frontiers in Marine Science*, 8, p.654991.
- Harsanyi, P., Scott, K., Easton, B.A.A., de la Cruz Ortiz, G., Chapman, E.C.N., Piper, A.J.R., Rochas, C.M.V. and Lyndon, A.R., 2022. The Effects of Anthropogenic Electromagnetic

- Fields (EMF) on the Early Development of Two Commercially Important Crustaceans, European Lobster, *Homarus gammarus* and Edible Crab, *Cancer pagurus*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (5), p.564.
- HDR. 2020. Seafloor Disturbance and Recovery Monitoring at the Block Island Wind Farm, Rhode Island – Summary Report. Final Report to the U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewable Energy Programs. OCS Study BOEM 2020-019. 317 pp.
- He, R., Tsouvalas, A., Xu, X. og Dong, L., 2023. Noise and vibrations in offshore wind farms and their impact on aquatic species. *Frontiers in Marine Science*, 10, p.1293733.
- Heinatz, K. og Scheffold, M.I.E., 2023. A first estimate of the effect of offshore wind farms on sedimentary organic carbon stocks in the Southern North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 9, p.1068967.
- 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), p.11346.
- Hermans, A., Winter, H.V., Gill, A.B. and 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*, 346, p.123570.
- Hiddink J. G., Jennings S., and Kaiser M. J., 2006. Indicators of the ecological impact of bottom-trawl disturbance on seabed communities. *Ecosystems* **9**: 1190–1199.
- Hopkins, G., Davidson, I., Georgiades, E., Floerl, O., Morrissey, D. and Cahill, P., 2021. Managing biofouling on submerged static artificial structures in the marine environment–assessment of current and emerging approaches. *Frontiers in Marine Science*, 8, p.759194.
- Huang, L.F., Xu, X.M., Yang, L.L., Huang, S.Q., Zhang, X.H. andgZhou, Y.L., 2023. Underwater noise characteristics of offshore exploratory drilling and its impact on marine mammals. *Frontiers in Marine Science*, 10, p.1097701.
- Hutchison, Z., Bartley, M., Degraer, S., English, P., Khan, A., Livermore, J., Rumes, B. and King, J., 2020. Offshore Wind Energy and Benthic Habitat Changes: Lessons from Block Island Wind Farm. *Oceanography*, 33, pp.58-69.
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A.B., King, J. and Gibson, C., 2018. Electromagnetic Field (EMF) impacts on elasmobranch (shark, rays, and skates) and American lobster movement and migration from direct current cables. Sterling (VA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM, 3, p.2018.
- Ivanov, E., Capet, A., De Borger, E., Degraer, S., Delhez, E.J.M., Soetaert, K., Vanaverbeke, J. and Grégoire, M., 2021. Offshore Wind Farm Footprint on Organic and Mineral Particle Flux to the Bottom. *Frontiers in Marine Science*, 8, p.631799
- Jakubowska-Lehrmann, M., Białowąs, M., Otremba, Z., Hallmann, A., Śliwińska-Wilczewska, S. and Urban-Malinga, B., 2022. Do magnetic fields related to submarine power cables affect the functioning of a common bivalve? *Marine Environmental Research*, 179, p.105700.
- Kaplan, E. H., Welker, J. R., Kraus, M. G. & McCourt, S. 1975. Some factors affecting the colonisation of a dredged channel. *Marine Biology* 32, 193-204.

- Karlsson, R., Tivefålh, M., Duranović, I., Kjølhamar, A. and Murvoll, K.M., 2021. Artificial hard substrate colonisation in the offshore Hywind Scotland Pilot Park. *Wind Energy Science Discussions*, 2021, pp.1-18.
- Kartveit, K. H., Bøe, R., Strømme, M. L., Skjefstad, J., Fuhrmann, M. M., Gabrielsen, H. K. & Bienfait, A. M. (2024). Mareano 2024 leg 1-Nordsjøtokt 2024007003. Toktrapport.
- Kenny, A. J. & Rees, H. L. 1994. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: Early postdredging recolonisation. *Marine Pollution Bulletin* 28(7), 4 4 2 -7.
- Kenny, A. J. & Rees, H. L. 1996. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: Results 2 years post-dredging. *Marine Pollution Bulletin* 32(8/9), 615-22.
- Kerckhof, F., Degraer, S., Norro, A. and Rumes, B., 2011. Offshore intertidal hard substrata: a new habitat promoting non-indigenous species in the Southern North Sea: an exploratory study. *Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit, Brussels, pp.27-37.
- Kingma, E.M., ter Hofstede, R., Kardinaal, E., Bakker, R., Bittner, O., van der Weide, B. and Coolen, J.W.P., 2024. Guardians of the seabed: Nature-inclusive design of scour protection in offshore wind farms enhances benthic diversity. *Journal of Sea Research*, 199, p.102502.
- Kroenke, I. m.fl. 2011. Changes in North Sea macrofauna communities and species distribution between 1986 and 2000. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Volume 94, Issue 1, Pages 1-15
- Krone, R., Dederer, G., Kanstinger, P., Krämer, P., Schneider, C. and Schmalenbach, I., 2017. Mobile demersal megafauna at common offshore wind turbine foundations in the German Bight (North Sea) two years after deployment-increased production rate of *Cancer pagurus*. *Marine environmental research*, 123, pp.53-61.
- Lefaible, N., Braeckman, U., Degraer, S., Vanaverbeke, J. and Moens, T., 2023. A wind of change for soft-sediment infauna within operational offshore windfarms. *Marine Environmental Research*, 188, p.106009.
- Legge, O., Johnson, M., Hicks, N., Jickells, T., Diesing, M., Aldridge, J., Andrews, J., Artioli, Y., Bakker, D. C. E., Burrows, M. T., Carr, N., Cripps, G., Felgate, S. L., Fernand, L., Greenwood, N., Hartman, S., Kröger, S., Lessin, G., Mahaffey, C., Mayor, D. J., Parker, R., Queirós, A. M., Shutler, J. D., Silva, T., Stahl, H., Tinker, J., Underwood, G. J. C., Van Der Molen, J., Wakelin, S., Weston, K. and Williamson, P., 2020. Carbon on the Northwest European Shelf: Contemporary Budget and Future Influences. *Frontiers in Marine Science*, 7, p.143
- Lukic, I., Schultz-Zehden, A., Selwyn, M. and McCann, J., 2021. Roadmap to Integrate Clean Offshore Renewable Energy into Climate-Smart Marine Spatial Planning. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/40942>
- Lucas, C.H., Graham, W.M. & Widmer, C. (2012) Jellyfish life histories: the role of polyps in forming and maintaining scyphomedusa populations. *Advances in Marine Biology*, 63, 33–196.

- Lusher, A. and Pettersen, R., 2021. Sea-based sources of microplastics to the Norwegian marine environment. NIVA-rapport 7568 / M-1911.
- Maier, S.R., Kutti, T., Bannister, R.J., Fang, J.K.H., van Breugel, P., van Rijswijk, P. and Van Oevelen, D., 2020. Recycling pathways in cold-water coral reefs: Use of dissolved organic matter and bacteria by key suspension feeding taxa. *Scientific reports*, 10(1), p.9942.
- Maragos, J. E. 1979. Environmental surveys five years after offshore marine sand mining operations at Keauhou Bay, Hawaii. International Report of US Army Engineer Division, Pacific Ocean, Fort Shafter, HI.
- Mastrandrea, M.D., Field, C.B., Stocker, T.F., Edenhofer, O., Ebi, K.L., Frame, D.J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K.J., Matschoss, P.R., Plattner, G.K., Yohe, G.W. and Zwiers, F.W., 2010. Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Available at <http://www.ipcc.ch>
- Matuschek, R. and Betke, K., 2009. Measurements of construction noise during pile driving of offshore research platforms and wind farms. In Proc. NAG/DAGA Int. Conference on Acoustics, pp.262-265.
- Mavraki, N., Coolen, J.W., Kapasakali, D.A., Degraer, S., Vanaverbeke, J. and Beermann, J., 2022. Small suspension-feeding amphipods play a pivotal role in carbon dynamics around offshore man-made structures. *Marine Environmental Research*, 178, p.105664.
- Mavraki, N., Degraer, S. and Vanaverbeke, J., 2021. Offshore wind farms and the attraction-production hypothesis: insights from a combination of stomach content and stable isotope analyses. *Hydrobiologia*, 848, pp.1639-1657.
- Maxwell, S.M., Kershaw, F., Locke, C.C., Connors, M.G., Dawson, C., Aylesworth, S., Loomis, R. and Johnson, A.F., 2022. Potential impacts of floating wind turbine technology for marine species and habitats. *Journal of Environmental Management*, 307, p.114577.
- McCauley, J. E., Parr, R. A. & Hancock, D. R. 1977. Benthic infauna and maintenance dredging: a case study. *Water Research* 11,233-42.
- McGarry, T., Boisseau, O., Stephenson, S. and 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.
- McWilliam, M.K., Natarajan, A., Pollini, N., Dykes, K. and Barter, G.E., 2021. Conceptual monopile and tower sizing for the IEA Wind Task 37 Borssele reference wind farm. In *Journal of Physics: Conference Series* , 2018 (1), p.012025.
- Maar, M., Holbach, A., Boderskov, T., Thomsen, M., Buck, B.H., Kotta, J. and Bruhn, A., 2023. Multi-use of offshore wind farms with low-trophic aquaculture can help achieve global sustainability goals. *Communications Earth & Environment*, 4(1), p.447.
- Mienis, F., De Stigter, H.C., White, M., Duineveld, G., De Haas, H. and Van Weering, T.C.E., 2007. Hydrodynamic controls on cold-water coral growth and carbonate-mound development at the SW and SE Rockall Trough Margin, NE Atlantic Ocean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 54(9), pp.1655-1674.

- Mienis, F., Bouma, T., Witbaard, R., van Oevelen, D. & Duineveld, G. 2019. Experimental assessment of the effects of coldwater coral patches on water flow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 609, 101–117.
- Mooney, T.A., Andersson M.H. & Stanley, J. 2020. Acoustic impacts of offshore wind energy on fishery resources. *Oceanography* 33 (84) 82-95.
- Multiconsult og Meventus, 2024. Fagutredning for virkninger av havvind for kraftproduksjon og vindregime: Vestavind F, Sørvest F & Vestavind B. Ref: 10254852-01-RIEN-RAP-001.
- Murillo, F. J., MacDonald, B. W., Kenchington, E., Campana, S. E., Sainte-Marie, B., & Sacau, M. (2018). Morphometry and growth of sea pen species from dense habitats in the Gulf of St. Lawrence, eastern Canada. *Marine Biology Research*, 14(4), 366-382.
- Neves, B. D. M., Edinger, E., Layne, G. D., & Wareham, V. E. (2015). Decadal longevity and slow growth rates in the deep-water sea pen *Halipteris finmarchica* (Sars, 1851) (Octocorallia: Pennatulacea): implications for vulnerability and recovery from anthropogenic disturbance. *Hydrobiologia*, 759, 147-170.
- Newton, K.C., Gill, A.B. and Kajiura, S.M., 2019. Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, 95(1), pp.135-154.
- Newell, R. C., Seiderer, L. J., & Hitchcock, D. R. 1998. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology: an annual review*, 36(1), 127-178.
- Offshore Norge, SHEC 2024. Handbook. species and habitats of environmental concern. Mapping, Risk Assessment, Mitigation and Monitoring. - In relation to Offshore activities. Document no. 11BD97NC-5. pp.1-104.
- Orejas, C., Gori, A., Rad-Menéndez, C., Last, K.S., Davies, A.J., Beveridge, C.M., Sadd, D., Kiriakoulakis, K., Witte, U. and Roberts, J.M., 2016. The effect of flow speed and food size on the capture efficiency and feeding behaviour of the cold-water coral *Lophelia pertusa*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 481, pp.34-40.
- OSPAR Commission 2008. OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. OSPAR Agreement 2008-06.
- OSPAR Commission 2010a. Background Document for Seapen and Burrowing megafauna communities. OSPAR Biodiversity Series 481/2010. 27pp. ISBN 978-1-907390-22-7. Available at <https://www.ospar.org/documents?v=7261>.
- OSPAR Commission 2010b. Background document for deep sea sponge aggregations. OSPAR Biodiversity Series 485/2010, ISBN 978-1-907390-26-5. Available at http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00485_deep_sea_sponge_aggregations.pdf
- OSPAR Commission 2010c. Background Document for Coral gardens, OSPAR Biodiversity Series 486/2010, 41pp. ISBN 978-1-907390-27-2. Available at <https://www.ospar.org/documents?v=7217>
- OSPAR Commission 2022. Status Assessment 2022 - *Lophelia pertusa* reefs. Available at: <https://oap.ospar.org/en/versions/2234-en-1-0-0-lophelia-pertusa-reefs/>

- Pagliai, A. M. B., Varriale, A. M. C., Crema, R., Galletti, M. C. & Zunarelli, R. V. 1985. Environmental impact of extensive dredging in a coastal marine area. *Marine Pollution Bulletin* 16(12), 483-8.
- Pardo, J.C.F., Aune, M., Harman, C., Walday, M., and G. Skjellum, S.F., 2023. A synthesis review of nature positive approaches and coexistence in the offshore wind industry. *ICES Journal of Marine Science*, p.fsad191.
- Pfitzemneyer, H. T. 1970. Gross physical and biological effects of overboard spoil disposal in Upper Chesapeake Bay. N.R.1 Special Report No. 3 26-35. Chesapeake Biological Laboratory, Solomons, Maryland. Contr. No. 397.
- Popper, A.N., Hice-Dunton, L., Jenkins, E., Higgs, D.M., Krebs, J., Mooney, A., Rice, A., Roberts, L., Thomsen, F., Vigness-Raposa, K. and Zeddies, D., 2022. Offshore wind energy development: Research priorities for sound and vibration effects on fishes and aquatic invertebrates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 151(1), pp.205-215.
- Platis, A., Siedersleben, S.K., Bange, J., Lampert, A., Bärfuss, K., Hankers, R., Cañadillas, B., Foreman, R., Schulz-Stellenfleth, J., Djath, B. and Neumann, T., 2018. First in situ evidence of wakes in the far field behind offshore wind farms. *Scientific reports*, 8(1), p.2163.
- Püts, M., Kempf, A., Möllmann, C., and Taylor, M., 2023. Trade-offs between fisheries, offshore wind farms and marine protected areas in the southern north Sea—winners, losers and effective spatial management. *Marine Policy*, 152, p.105574.
- Reubens, J.T., Degraer, S. and Vincx, M., 2014. The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: a synthesis of 4 years of research. *Hydrobiologia*, 727, pp.121-136.
- Rinde, E., Hjermann, D.Ø. and Staalstrøm, A., 2016. Larvae drift simulations of the Pacific oyster in Skagerrak—influence of climate change on larvae development, survival and dispersal. NIVA-Rapport 7016.
- Rouse, S., Kafas, A., Catarino, R. and Peter, H., 2018. Commercial fisheries interactions with oil and gas pipelines in the North Sea: considerations for decommissioning. *ICES Journal of Marine Science*, 75(1), pp.279-286.
- Schultze, L.K.P., Merckelbach, L.M., Horstmann, J., Raasch, S. and Carpenter, J.R., 2020. Increased mixing and turbulence in the wake of offshore wind farm foundations. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(8), p.e2019JC015858.
- Scott, K., Harsanyi, P., Easton, B.A., Piper, A.J., Rochas, C.M. and Lyndon, A.R., 2021. Exposure to electromagnetic fields (EMF) from submarine power cables can trigger strength-dependent behavioural and physiological responses in edible crab, *Cancer pagurus*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(7), p.776.
- Siwertsson, A., Bedington, M., Blevin, P., Kistenich, S., Moyano, M., Majaneva, S., Noever, C., Utengen, I.Y. & Vabø, Ø.S., 2024. Fagutredning for virkninger av havvind på naturmangfold i de frie vannmasser: Vestavind B, Vestavind F, Sørvest F. Akvaplan-niva rapport 65415
- Tamburri, M.N., Davidson, I.C., First, M.R., Scianni, C., Newcomer, K., Inglis, G.J., Georgiades, E.T., Barnes, J.M. and Ruiz, G.M., 2020. In-water cleaning and capture to remove ship biofouling: an initial evaluation of efficacy and environmental safety. *Frontiers in Marine Science*, 7, p.437.

- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., and 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, pp.380–391.
- Taormina, B., Kutti, T., Olsen, S. A., Sævik, P. N., Hannisdal, R., Husa, V., & Legrand, E. (2024). Effects of aquaculture effluents on the slender sea pen *Virgularia mirabilis*. *Scientific Reports*, 14(1), 9385.
- Taylor, P. M. & Saloman, C. H. 1968. Some effects of dredging and coastal development in Boca Ciega Bay, Florida. United States, Fish and Wildlife Service, *Fishery Bulletin* 67(2), 213-41.
- Tian, W., Ozbay, A. and Hu, H, 2018. An experimental investigation on the wake interferences among wind turbines sited in aligned and staggered wind farms. *Wind Energy*, 21(2), pp.100-114.
- Titschack, J., Baum, D., De Pol-Holz, R., Lopez Correa, M., Forster, N., Flögel, S., Hebbeln, D. and Freiwald, A., 2015. Aggradation and carbonate accumulation of Holocene Norwegian cold-water coral reefs. *Sedimentology*, 62(7), pp.1873-1898.
- Tjensvoll, I., Kutti, T., Fosså, J. H., & Bannister, R. J. (2013). Rapid respiratory responses of the deep-water sponge *Geodia barretti* exposed to suspended sediments. *Aquatic Biology*, 19(1), 65-73.
- Todd, V.L.G., Todd, I.B., Gardiner, J.C., Morrin, E.C.N., MacPherson, N.A., DiMarzio, N.A. and Thomsen, F., 2015. A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals, *ICES Journal of Marine Science*, 72(2), pp.328–340.
- U.S. Army Corps of Engineers, 1974. Draft Environmental Statement - Oyster Shell Dredging Tampa & Hillsborough Bays, Florida, USA. Army Engineer District, Jacksonville, Florida.
- van der Stap, T., Coolen, J.W. and Lindeboom, H.J., 2016. Marine fouling assemblages on offshore gas platforms in the southern North Sea: effects of depth and distance from shore on biodiversity. *PLoS One*, 11(1), p.e0146324.
- van Moorsel, G. W. N. M. 1994. The Klaver Bank (North Sea), geomorphology, macrobenthic ecology and the effect of gravel extraction. Rapport Bureau Waardenburg and North Sea Directorate (DNZ), Ministry of Transport, Public Works & Water Management, The Netherlands.
- Vecchi, S., Bianchi, J., Scalici, M., Fabroni, F. and Tomassetti, P., 2021. Field evidence for microplastic interactions in marine benthic invertebrates. *Scientific Reports*, 11(1), p.20900.
- Wehrmann, L.M., Knab, N.J., Pirlet, H., Unnithan, V., Wild, C. and Ferdelman, T.G., 2009. Carbon mineralization and carbonate preservation in modern cold-water coral reef sediments on the Norwegian shelf. *Biogeosciences*, 6(4), pp.663-680.
- Wentworth, C.K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Wilhelmsson, D. and Langhamer, O., 2014. The influence of fisheries exclusion and addition of hard substrata on fish and crustaceans. In *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions*, pp.176 Ed. by Shields M. A. and Payne A. I. L. Springer, New York, NY.

- Williams, J.P., Jaco, E.M., Scholz, Z.M., Williams, C.M., Pondella, D.J., Rasser, M.K. and Schroeder, D.M., 2022. Supplemental data regarding the behavioral response of rock crabs to the EMF of subsea cables and potential impact to fisheries. Camarillo (CA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, pp.2023-005.
- Wright, D. G. (Coordinator) 1977. Artificial islands in the Beaufort Sea. A review of potential impacts. Department of Fishery and Environment. Winnipeg, Manitoba. Sept 1977.

8 Vedlegg

Tabell 29. Kornstørrelseskategorier (fra Norges Geologiske Undersøkelse), med oppsummerte sedimenttyper brukt i denne utredningen samt egenskapene som legges til grunn i den videre vurderingsprosess.

NGU Kornstørrelse navn	NGU Beskrivelse	NGU kode	Sedimenttype (denne rapporten)	Verdi	Beskrivelse
Leir	Leire:silt forhold >2:1 og leire+silt >90%, sand <10%, grus <2%	10	Slam	Noe verdi	Finkornede sedimenter, typisk med høyt organisk innhold og habitat for arter som er viktig for biologisk omrøring og tilførsel av oksygen i sedimentene.
Organisk slam	Clay:silt forhold from 1:2 to 2:1 og leire+silt >90%, sand <10%, grus <2%. High content of organic material.	15			
Slam	Leire:silt forhold fra 1:2 til 2:1 og leire+silt >90%, sand <10%, grus <2%	20			
Sandholdig leire	Leire:silt forhold >2:1 og leire+silt >50%, sand <50%, grus <2%	30			
Sandholdig slam	Leire:silt forhold fra 1:2 til 2:1 og leire+silt >50%, sand <50%, grus <2%	40			
Silt	Leire:silt forhold <1:2 og leire+silt >90%, sand <10%, grus <2%	50			
Sandholdig silt	Silt:leire >2:1 og leire+silt >50%, sand <50%, grus <2%	60			
Leirholdig sand	Sand >50%, leire:silt forhold >2:1 og leire+silt <50%, grus <2%	70			
Slamholdig sand	Sand >50%, leire:silt forhold from 1:2 to 2:1 og leire+silt <50%, grus <2%	80			
Siltholdig sand	Sand >50%, silt:leire forhold >2:1 og leire+silt <50%, grus <2%	90	Sand	Noe verdi	Relativ finkornede sedimenter med lavt organisk karbon innhold og få gravende organismer som bidrar til biologisk omrøring og oksygentilførsel.
Fin sand	Sand >90%, omfatter også fin og svært fin sand (Wentworth, 1922)	95			
Sand	Sand >90%, leire+silt <10%, grus <2%	100			

NGU Kornstørrelse navn	NGU Beskrivelse	NGU kode	Sedimenttype (denne rapporten)	Verdi	Beskrivelse
Grov sand	Sand >90%, omfatter medium, grov og svært grov sand (Wentworth, 1922)	105			
Grusholdig slam	Sand:silt+leire forhold <1:9, grus 2-30%	110	Slam/sand med grus	Noe verdi	Liten andel av grovere sediment, innblandet med finkornede sedimenter med lavt til moderat kapasitet for karbonlagring og lavt habitat kompleksitet
Grusholdig sandholdig slam	Sand:silt+leire forhold fra 1:9 to 1:1, grus 2-30%	115			
Gusholdig slamholdig sand	Sand:silt+leire forhold fra 1:1 to 9:1, grus 2-30%	120			
Grusholdig sand	Sand:silt+leire forhold >9:1, grus 2-30%	130			
Slamholdig grus	Grus 30-80%, sand:silt+leire forhold <1:1	140	Grus	Noe verdi	Stort sett grove sedimenter med noe innblanding av finkornet materiale. Lavt kapasitet for karbonlagring
Slamholdig sandholdig grus	Grus 30-80%, sand:silt+leire forhold fra 1:1 to 9:1	150			
Sandholdig grus	Grus 30-80%, sand:silt+leire forhold >9:1	160			
Grus	Grus >80%	170	Grov blandet sediment	Noe verdi	Lavt kapasitet for karbonlagring men høyt habitat kompleksitet
Grus og stein	Dominerende kornstørrelse er grus og stein.	174			
Grus, stein og blokk	Dominerende kornstørrelse er grus, stein og blokk.	175			
Stein og blokk	Dominerende kornstørrelse er stein og blokk.	180			
Sand, grus og stein	Dominerende kornstørrelse er sand, grus og stein.	185			

NGU Kornstørrelse navn	NGU Beskrivelse	NGU kode	Sedimenttype (denne rapporten)	Verdi	Beskrivelse
Slam, sand, grus, stein og blokk	Dårlig sorterte sedimenter bestående av mudder, sand, grus, stein og blokk i varierende blandeforhold, med minimum 20% mudder i matrisen.	206	Grov blandet sediment	Noe verdi	Lavt kapasitet for karbonlagring men høyt habitat kompleksitet
Stein/ blokk med sand-/slamdekke	Svært grove sedimenter tildekket av finkornet materiale.	210			
Sand, grus, stein og blokk	Dårlig sorterte sedimenter bestående av sand, grus, stein og blokk i varierende blandeforhold, med maksimum 20% mudder i matrisen.	215			
Slam med blokker av sediment	Mudderbunn med spredte blokker.	21	Blokker i slam/sand	Noe verdi	Lavt kapasitet for karbonlagring men høyt habitat kompleksitet
Sand og blokk	Bimodal bunntype med hyppig forekommende blokker på sandbunn.	190			
Slam/sand med stein/blokk	Bimodal bunntype der stein og blokk forekommer hyppig, blant ellers finkornede sedimenttyper.	205			
Harde sedimenter eller sedimentære bergarter	Undersjøisk utspring av komprimerte sedimenter eller sedimentære bergarter.	300	Fjell	Noe verdi	Lavt kapasitet for karbonlagring men høyt habitat kompleksitet Gir grobunn for hardbunnsorganismer
Tynt eller usammenhengende sedimentdekke over berggrun.	Fjellbunn med flekkvis akkumulert sediment, typisk i groper.	1			
Sedimenter med varierende kornstørrelse.	Akkumulerte sedimenter kan ha varierende kornstørrelse.				
Bart fjell	Utildekket fjellbunn.	5			

NGU Kornstørrelse navn	NGU Beskrivelse	NGU kode	Sedimenttype (denne rapporten)	Verdi	Beskrivelse
Biogent materiale (korall, korallrev)	Partikler og fragmenter av for eksempel dødt korallrev, som typisk hoper opp rundt bunnen av korallhager eller korallrev.	500	Biogenisk rev	Middels verdi	Habitat som gir grobunn for et høyt lokalt artsmangfold og som er sårbar ovenfor fysisk forstyrrelse
Uspesifisert med hensyn på kornstørrelse	Kornstørrelse ikke oppgitt	0	Uspesifisert	Uten betydning	Uten grunnlag for evaluering